

LENZINGER BERICHTE

Folge 28

Dezember 1969

Vorträge, gehalten auf der 8. Internationalen Chemiefasertagung vom 16. bis 19. Juni 1969 in Dornbirn sowie die im Anschluß daran geführten Diskussionen

	Seite
Eröffnungsansprache	
Generaldirektor Komm.-Rat Rudolf H. Seidl, Lenzing	5
Zusammenhänge in der Struktur bei Chemiefasern und Kunststoffen	
Professor Dr. Hans Batzer, Basel	9
Fasereigenschaften und Fertigprodukte	
Dr. Hugo L. Röder, Arnhem	20
Strukturuntersuchungen an Zelluloseregeneratfasern	
Dr. Anneliese Gröbe, Teltow-Seehof (DDR)	31
Die Verarbeitung von Chemiefasern auf OE-Spinnmaschinen	
Direktor Dr.-Ing. Heinz A. Keller, Winterthur	46
Die Automatisierung der Dreizylinderspinnerei für Chemiefasern	
Dipl.Ing. Ernst Kleinhansl, Denkendorf/Esslingen	66
Technische Fortschritte in der Entwicklung synthetischer Fasern für Teppiche	
Dr. Georges Pamm, Genf	88
Isotopentechnik in der Textilindustrie	
Dr. Hubert Vogg, Karlsruhe	101
Das Verhalten von Chemiefasern in der Konfektion	
Fritz Kaun, Wuppertal-Elberfeld	112
Das Färben synthetischer Fasern in der Masse	
Dr. Günther Kaufmann, Frankfurt (M.) - Hoechst	126
Methoden zur Erzeugung flammgeschützter Textilien	
Dr.-Ing. Heimo Pfeifer, Obernburg	138
Gefahren und Chancen für die Wirtschaft im Welthandel	
Otto Wolff von Amerongen, Stuttgart	152
Rückblick und Ausblick	
Generaldirektor Komm.-Rat Rudolf H. Seidl, Lenzing	158

Eröffnungsansprache

anlässlich der 8. Internationalen Chemiefasertagung vom 17. bis 19. Juni 1969 in Dornbirn durch den Präsidenten des Österreichischen Chemiefaserinstituts, Generaldirektor KR. Rudolf H. Seidl

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

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

Meine Damen und Herren!

Ich freue mich, daß Sie so zahlreich unserer Einladung gefolgt sind und begrüße Sie aufs herzlichste. Mein Gruß gilt den Teilnehmern aus dem Ausland und aus Österreich.

Nach der Begrüßung stellt Herr Generaldirektor Seidl die Vortragenden der Chemiefasertagung 1969 vor, und wir führen nachstehend die Referenten mit ihren Themen an:

Das Generalthema dieser Tagung lautet:

„Chemiefasern und ihre Verarbeitung“.

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

Dr. Leo Landsman, Generalsekretär des C.I.R.F.S., Paris: *„Grüßbotschaft der Internationalen Chemiefaservereinigung“*

Professor Dr. Hans Batzer, Direktor und Leiter der Abteilung Forschung und Verfahrensentwicklung, der CIBA-AG., Basel: *„Zusammenhänge zwischen Fasern und Kunststoffen“*

Dr. H.L. Röder, Subdirektor des Forschungsinstituts, Abteilung Textilforschung, der AKU, Arnheim: *„Fasereigenschaften und Fertigprodukte“*

Dr. Anneliese Gröbe, Leiterin der Abteilung Zelluloseerzeugnisfasern am Institut für Faserstoff-Forschung der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Teltow-Seehof: *„Untersuchungen der Struktur von Zelluloseerzeugnisfasern mit dem Elektronenmikroskop“*

Dr. Heinz Keller, Direktor des Technischen Departments der Maschinenfabrik Rieter AG., Winterthur: *„Die Verarbeitung von Chemiefasern auf Offen-End-Spinnmaschinen“*

Dipl.Ing. Ernst Kleinhansl, Leiter des Laboratoriums der Denkendorf-Forschungsgesellschaft für Chemiefaserverarbeitung m.b.H., Denkendorf: *„Automatisierung der Dreizylinder-Spinnerei für Chemiefasern“*

Dr. George Pamm, Research Manager bei DuPont, Genf: *„Technologische Fortschritte auf dem Gebiet der Teppichpolymerfasern“*

Dr. Hubert Vogg, Leiter des Laboratoriums für Isotopentechnik der Gesellschaft für Kernforschung, Karlsruhe: *„Isotopentechnik in der Textilindustrie“*

Fritz Kaun, Leiter der Abteilung 'Konfektionstechnische Beratung' innerhalb des Textiltechnischen Instituts der Glanzstoff AG., Wuppertal-Elberfeld: *„Das Verhalten von Chemiefasergeweben in der Konfektion“*

Dr. Günter Kaufmann, Farbwerke Hoechst AG., Frankfurt-Hoechst: *„Das Färben synthetischer Fasern in der Masse“*

Dr. Heimo Pfeifer, Leiter der Entwicklungsabteilung am Fasertechnischen Institut der Glanzstoff AG., Obernburg: *„Methoden zur Erzeugung flammgeschützter Textilien“*

Otto Wolff von Amerongen, Präsident der Industrie- und Handelskammer, Köln: *„Gefahren und Chancen für die Wirtschaft im Welthandel“*

Generaldirektor Seidl fährt in seiner Ansprache fort:

Die rasante Entwicklung der Chemiefaserforschung und die Fortschritte in den Technologien machen internationalen Erfahrungsaustausch notwendiger denn je. Neue Rohstoffe, Verfahrensmodifikationen, neue Produktionstechniken und neue Verarbeitungsmaschinen stellen immer größere Anforderungen an Wissen und Können der Mitarbeiter in der Industrie. Gerade deswegen könnte auch ein Industriezweig wie der unsere ohne Forschung nicht existieren; und deswegen investieren jährlich auf der ganzen Welt die Unternehmen der Chemiefaserindustrie enorme Kapitalien in Grundlagenforschung, Entwicklung und Anwendungstechnik.

Das Jahr 1968 hat überall in der Welt den Chemiefasern einen neuen, gewaltigen Aufschwung gebracht, der nach den Jahren der Depression nun Hand in Hand mit der Textilkonjunktur zu einer vollen Ausnutzung der vorhandenen Kapazitäten und zur Planung weiterer Ausbaustufen geführt hat. Insgesamt sind 1968 20,2 Millionen Tonnen an textilen Rohstoffen produziert worden, gegenüber 18 Millionen Tonnen im vorausgegangenen Jahr. Von diesen 20,2 Millionen Tonnen entfallen bereits 36 Prozent oder 7,3 Millionen Tonnen auf die Chemiefasern, während der Anteil der Baumwolle auf 57 Prozent und jener der Wolle auf 7 Prozent zurückging. Schon allein diese Zahlen machen deutlich, daß auch die Textilindustrie in Zukunft alles unternehmen muß, um mit den an sie gestellten Anforderungen von seiten der neuen textilen Rohstoffe Schritt zu halten.

Die größte Wachstumsrate wiesen auch im vergangenen Jahr die Synthetics mit 19 Prozent auf. Innerhalb der gesamten Gruppe der Chemiefasern haben sie zum ersten Mal den Anteil der Zellulosefasern erreicht. Innerhalb der Synthetics

führen die Polyamide - wenn auch mit leicht rückläufiger Tendenz - mit einem Anteil von 43 Prozent, gefolgt von den Polyestern mit 29 Prozent und den Polyacrylen mit 19 Prozent. Die restlichen 9 Prozent verteilen sich auf alle übrigen Synthetics.

Weltproduktion an Textilfasern im Jahre 1968 (in 1000 to)

<i>Baumwolle:</i>		11 365	11 365	57 %
<i>Wolle:</i>		1 564	1 564	7 %
<i>Cellulosics:</i>	Fäden	1 415		
	Stapelfasern	2 210	3 625	17 %
<i>Synthetics:</i>	Fäden	1 944		
	Stapelfasern	1 775	3 719	19 %
<i>insgesamt:</i>			20 273	100 %

Weltproduktion an synthetischen Fasern (in 1000 to)

	1966	1967	1968	Veränderung in % 1968/67
<i>Gesamtproduktion</i>	2 479	2 862	3 719	+ 31
<i>davon Fäden</i>	1 352	1 514	1 944	+ 29
<i>Stapelfasern</i>	1 127	1 348	1 775	+ 33
<i>Polyamid</i>	1 214	1 314	1 603	+ 23
<i>Polyester</i>	589	753	1 081	+ 44
<i>Polyacryl</i>	457	541	721	+ 35
<i>sonstige</i>	219	254	314	+ 27
<i>in Prozent:</i>				
<i>Polyamid</i>	49	46	43	
<i>Polyester</i>	24	26	29	
<i>Polyacryl</i>	18	19	19	
<i>sonstige</i>	9	9	9	

Die Ursache dieses dynamischen Aufschwungs liegt in den überlegenen Eigenschaften der Industriefasern und in den immer neuen Einsatzgebieten, welchen sie sich dadurch bei den Fertigprodukten erschließen. Immer mehr gewinnen Mischungen von Chemiefasern untereinander, aber auch solche mit den Naturfasern, an Bedeutung. Textil- und Bekleidungsindustrie entwickeln immer neue und verbesserte Produkte; aber auch bei den Heimtextilien nimmt der Anteil der Chemiefasern ständig zu. Bei der Herstellung von textilen Flächengebilden wird deutlich erkennbar, daß neben Webware in immer stärkerem Maße mit anderen Flächengebilden zu rechnen ist. Im Vordergrund steht dabei die Maschenware, für welche allein - vor allem dank der Entwicklung bei texturierten Fasern und Fäden - in den nächsten zwanzig Jahren eine Steigerung auf 35 Prozent der Gesamtproduktion vorausgesagt wird. Aber auch die interessanten Neuerungen bei den Non-wovens oder die Fertigungsmethoden nach dem Näh-/Wirkverfahren versprechen durchgreifende Änderungen in den textilen Gebrauchsgewohnheiten. Es kann nicht ausbleiben, daß derartige Entwicklungen auch tiefgreifende Folgen auf die Struktur der Textilindustrie der Zukunft ausüben werden. Der Zug zur Konzentration wird bereits jetzt deutlich erkennbar, da ja nur Unternehmen mit einer optimalen Größe wirklich wirtschaftlich,

planvoll und rationell erzeugen können. Daß daneben auch der spezialisierte Kleinbetrieb echte Überlebenschancen hat, ist unbestritten und gerade für ein kleines Land wie Österreich von entscheidender Bedeutung. Die Textilindustrie wird in Zukunft aber auch noch mehr für Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen, für die Ausbildung des Personals sowie für echte Markterkundungen aufzuwenden haben. Schnellste Anpassungsfähigkeit bei der Verarbeitung neuer Fasertypen wird dabei ebenso erforderlich sein wie größte Wendigkeit bei der Anpassung an die sich wandelnden Bedürfnisse des Marktes.

Auch unsere österreichische Chemiefaserindustrie sieht sich im Grunde den gleichen Problemen wie die Textilindustrie gegenüber. Als „junge“ Industrie ist sie allerdings noch viel stärker auf die Dynamik des Marktes eingestellt und vor allem gewohnt, weltweit zu denken. Denn ihr Grundproblem ist die Enge des kleinen Binnenmarktes, die die Großindustrie zwingt, hohe Exportleistungen zu erbringen. Dem stellt sich aber die Trennung Europas in zwei große Wirtschaftsblöcke als schweres Hindernis entgegen.

Die Chemiefaser Lenzing AG. kann auf eine erfreuliche Entwicklung im abgelaufenen Jahr zurückblicken. Sie hat an dem weltweiten Aufschwung im Jahre 1968 teilnehmen können und mit einer Jahresproduktion von 64 411 Tonnen - was einer Steigerung von mehr als 7 Prozent gegenüber 1967 entspricht - die höchste Jahresleistung während ihres dreißigjährigen Bestehens erzielt. Der Absatz an Viskosespinnfasern ist im vergangenen Jahr in Österreich angestiegen, und insbesondere die Erzeugung sowie der Export von Garnen aus Viskosespinnfasern haben maßgeblich dazu beigetragen, das österreichische Textilhandelsdefizit zu reduzieren. Die im Jahre 1967 - dem Tiefpunkt der wirtschaftlichen Entwicklung - vorgenommene Interessenkoordinierung der bedeutendsten Viskosefaserproduzenten bewirkte 1968 eine Preisstabilisierung. In Verbindung mit fortgesetzten Bemühungen um Kostensenkung, Rationalisierung und Qualitätsverbesserung führte in Lenzing diese Entwicklung dazu, daß das Unternehmen 1968 einen Gewinn von 16 Millionen Schilling erzielen konnte, der zum Ausgleich des Verlustvortrags und darüberhinaus zur Ausschüttung einer fünfprozentigen Dividende verwendet wurde. Auch die Austria-Faserwerke Ges.m.b.H. in Lenzing, die gemeinsam mit der Farbwerke Hoechst-AG. betrieben wird, ist 1968 mit ihrer Produktion von Polyesterfasern bzw. -kabeln der Marke „Trevira“ voll ausgelastet gewesen. Gegenüber den ursprünglich geplanten 3600 konnten 4264 Jahrestonnen erzeugt werden. Da die wirtschaftlichen Aspekte für 1969 sehr günstig sind, ist eine Verdoppelung der Produktion geplant, die bereits im Jahre 1970 anlaufen soll. Auch bei den Austria-Faserwerken ist das Geschäftsergebnis günstig. Es läßt darauf schließen, daß die Anlaufverluste des Jahres 1967 ausgeglichen wurden und darüberhinaus eine Dividende ausgeschüttet werden kann.

Die Erste Österreichische Glanzstoff-Fabrik AG., St. Pölten, mußte im Jahre 1968 einen geringen Absatzrückgang in Kauf nehmen. Dieser wurde zum Teil durch die Pfundabwertung verursacht, die sich vor allem auf dem Reifenreynosektor

spürbar machte. Trotzdem wurde beschlossen, die Produktion nicht einzuschränken, mit der Konsequenz, daß am Jahresende ein überdurchschnittlicher Lagerstand zu verzeichnen war. Bereits Ende 1968 konnte festgestellt werden, daß diese Geschäftspolitik richtig war. Die Auftragslage verbesserte sich, und mit einiger Sicherheit kann behauptet werden, daß 1969 nicht nur die gesamte Produktion verkauft werden kann, sondern daß am Jahresende auch ein normaler Lagerstand erreicht werden wird. Was die Preise anlangt, ist im Ausland eine gewisse Aufwärtsentwicklung zu spüren. Auf Grund der immer steigenden Kosten war die Erste Österreichische Glanzstoff-Fabrik gezwungen, auch für das Inland eine Preiserhöhung vorzunehmen. Diese wird allerdings erst im Herbst in Kraft treten, sodaß sie nicht vor 1970 voll zum Tragen kommt. Trotzdem ist die Erwartung gerechtfertigt, daß das Geschäftsjahr 1969 für die Erste Österreichische Glanzstoff-Fabrik zufriedenstellend sein wird. Auf dem Synthetic- und Kunststoffsektor, wo die Erste Österreichische Glanzstoff-Fabrik bekanntlich als Agent für die AKU-Gruppe auftritt, war 1968 ein Aufschwung spürbar. Aller Voraussicht nach wird sich diese Tendenz auch heuer fortsetzen.

Es ist selbstverständlich, daß die Aufgaben, vor die uns die Zukunft stellt und die hier nur andeutungsweise in einigen Punkten skizziert werden konnten, in verstärktem Maße auch gute Fachleute mit ausgezeichnetem technischen Allgemeinwissen erfordern. Die Leistungsstärke und die Konkurrenzfähigkeit der Betriebe hängt vielfach von ihnen ab. Im Bestreben, diesen interessierten Fachkreisen die neuesten Erkenntnisse zu übermitteln, sieht das Österreichische Chemiefaser-Institut eine seiner Hauptaufgaben.

Und wenn in diesem Jahr nun zum achten Mal in Dornbirn das Gespräch zwischen Wissenschaft und Forschung auf der einen Seite und den Anwendungstechnikern der verarbeitenden Textil- und Bekleidungsindustrie sowie den Vertretern der Wirtschaft andererseits stattfindet, so beweist der neuerlich angewachsene Kreis von Zuhörern - wir freuen uns, rund 600 Teilnehmer aus 21 Staaten begrüßen zu dürfen -, welche große Bedeutung diesem internationalen Gedankenaustausch von allen Seiten entgegengebracht wird und daß er heute aus der Textilwirtschaft nicht mehr wegzudenken ist.

In diesem Jahr haben wir mit dem Thema „*Chemiefasern und ihre Verarbeitung*“ einen Problemkreis angeschnitten, der angesichts des immer stärkeren Vordringens der Chemiefasern von besonderer Bedeutung ist. Wie immer haben wir den ersten Tag der Grundlagenforschung vorbehalten und werden dabei zunächst Herrn Professor **B a t z e r** aus Basel begrüßen dürfen. In seinem Eröffnungsvortrag wird er auf die Zusammenhänge zwischen Fasern und Kunststoffen eingehen und damit ein Gebiet berühren, das zweifellos einem großen Interessentenkreis aus der Industrie wertvolle Anregungen bietet. Mit seinem Referat über Fasereigenschaften und Fertigprodukte wird Herr Dr. **R ö d e r** aus Arnheim ein Thema behandeln, das bereits in die textile Praxis hinüberreicht. Als dritten Vortragenden werden wir Frau Dr. **Anneliese G r ö b e** über Untersuchungen zur Struktur der

Zelluloseregeneratfasern mit dem Elektronenmikroskop hören. Es freut mich, bei dieser Gelegenheit zum ersten Mal seit dem Bestehen der Tagung eine Dame am Vortragspult begrüßen zu dürfen.

Bevor wir nun mit unserer Tagungsarbeit beginnen, lassen Sie mich aber noch einige Worte zum äußeren Rahmen sagen, in dem sich die diesjährige Veranstaltung abspielt. Die ersten sieben Tagungen haben ja in der Bundestextilschule stattgefunden, die sich in ihrem Fassungsvermögen - speziell in den letzten beiden Jahren, trotz aller Improvisationen mit Fernsehübertragungen in einen anderen Raum usw. - als zu eng erwiesen hat. Wir haben deshalb dank der Unterstützung der Dornbirner Messe, besonders des Präsidenten **Oskar Rhomberg**, einen neuen Rahmen für unsere Veranstaltungen in dieser Messehalle gefunden, von dem wir hoffen, daß er sich noch bei vielen kommenden Tagungen bewähren wird.

Wir wünschen deshalb, daß Sie in diesem Jahr ebenso wie in den vorausgegangenen von dem Verlauf der Tagung befriedigt sein und daß Sie sich hier im gastlichen Land Vorarlberg wohlfühlen mögen. Ich möchte nicht schließen, ohne alle Teilnehmer und Referenten dieser Tagung sowie die Ehrengäste an der heutigen Eröffnungssitzung nochmals herzlich willkommen zu heißen.

Schließlich lassen Sie mich noch einige Worte des Dankes an die Vertreter der Presse richten. Sie gehören nämlich alljährlich zu den treuesten Gästen unserer Tagungen, und wir haben es ihnen zu verdanken, daß sie den Ruf dieser Veranstaltung in aller Welt verbreitet haben.

Damit erkläre ich die 8. Internationale Chemiefasertagung für eröffnet und bitte Herrn Generalsekretär **Dr. L a n d s m a n** uns auch noch die Grußbotschaft des C.I.R.F.S. zu übermitteln.

Grußbotschaft der Internationalen Chemiefaservereinigung

Dr. Leo L a n d s m a n
Generalsekretär des C.I.R.F.S., Paris

Herr Präsident, meine Damen und Herren!

Die Grußworte des C.I.R.F.S., die ich Ihnen zur diesjährigen Tagung überbringen darf, haben meiner Meinung nach eine ganz besondere Bedeutung. Sie richten sich an Ihre Tagung, Herr Präsident, die jetzt in einer neuen Dimension stattfinden kann. Wir sind heute nicht nur in einem größeren Saal, die Tagung selbst, die Möglichkeiten, die Ziele haben ein neues Ausmaß.

Die alljährliche Chemiefaserbilanz, die die Tagung aufzustellen erlaubt, das Austauschen vieler Erfahrungen, das Näherdefinieren von Perspektiven usw., sind das Wesentliche dieser Dornbirner Gespräche. Jedes Jahr verlassen wir Dornbirn ein wenig reicher, nicht nur an Kenntnissen und Informationen, sondern auch an einigen besser umrissenen Zukunftsbildern, und vor allem reicher an Kontakten zu vielen Industriesparten und zu vielen Ländern. Die neue Dimension wird die Tagung ohne Zweifel für jeden von uns noch nützlicher machen. Ich danke Ihnen hierfür, Herr Präsident.

Außerdem möchte ich Ihnen schon jetzt ganz besonders für die Gastfreundschaft danken, die Sie uns anlässlich des im Oktober in Wien stattfindenden C.I.R.F.S.-Studentages bieten werden. Obwohl diese Tagung hinsichtlich der Teilnehmerzahl beschränkt ist, werden Sie, meine sehr geehrten Damen und Herren, über deren Ergebnisse in der europäischen Textilpresse lesen können. Unter Ihrem Vorsitz, Herr Präsident, wird unser Studentag sicher gute Resultate erbringen.

Im Anschluß an die Begrüßungsworte des Präsidenten dieser Tagung, Herrn Generaldirektor KR. Seidl, und des Generalsekretärs des C.I.R.F.S., Herrn Dr. Landsman, berichtet Herr Dr. Reiman als Organisator des 1971 in München stattfindenden 3. Weltkongresses für Chemiefasern über die Ziele dieses großangelegten Fachleutetreffens wie folgt:

Herr Präsident, meine Damen und Herren!

Die Generalversammlung des C.I.R.F.S. hat im vergangenen April als Thema des 3. Weltkongresses für Chemiefasern

„Chemiefasern - Symbol des Fortschritts“

gewählt. Wie Sie vielleicht schon wissen, wird dieser Kongreß vom 2. bis 4. Juni 1971 in München stattfinden.

Oben genanntes Thema umschließt unsere Vorstellungen für die Zukunft. Als Organisator dieses Kongresses glaube ich, daß ein Treffen derartigen Ausmaßes als wesentlichstes Ziel haben sollte, die Zukunftsaussichten der Chemiefaserindustrie abzugrenzen. Der Zweck kleinerer Konferenzen, wie beispielsweise derjenigen, an der wir soeben teilnehmen, besteht eher darin, die zur Zeit gerade aktuellen Probleme zu diskutieren.

Die ersten beiden vom C.I.R.F.S. organisierten Weltkongresse ließen uns die wichtigsten Aspekte der Chemiefaserindustrie von verschiedenen Blickwinkeln aus betrachten. 1954 - beim Kongreß in Paris - waren es die Erzeuger, die uns ihre Ansichten dargelegt haben, als sich ihre Industrie weltweit zu entwickeln begonnen hatte. Nachdem sich jedoch die Anwendungsmöglichkeiten für die Chemiefasern verallgemeinerten und sich mehr und mehr auf eine Vielzahl von Einsatzgebieten aufteilten, gab der Kongreß 1962 in London den Konsumenten das Wort. Das erlaubte eine umfassende Konfrontation von Ansichten und Problemen, die sowohl die erzeugenden als auch die verarbeitenden Branchen betrafen.

Die unaufhörlich wachsende Bedeutung, die den Chemiefasern in Zukunft zukommt, aber auch deren technologische wie ökonomische Schwierigkeiten werden die Textilindustrie sicherlich immer mehr kennzeichnen. Darum wird sich der Kongreß 1971 bemühen, diese neu aufgetretenen Faktoren noch besser zu definieren und jene Perspektiven aufzuzeigen, denen alle Branchen - ganz besonders jedoch die Chemiefaserproduzenten - in ihrer Entwicklung werden Rechnung tragen müssen.

Die Eröffnungssitzung wird zwar den textilen Rahmen überschreiten, die wesentliche Rolle aber, die die Chemiefasern im Leben des Menschen heute bereits spielen, berücksichtigen. Sie wird sich auch mit dem Problem befassen, das sich daraus ergibt, daß im Jahre 2000 bereits fünf Milliarden Menschen zu ernähren und zu bekleiden sein werden und daß die Entwicklung der Nationen in geeigneter Form durch den Austausch von Rohstoffen bzw. Fertigartikeln, aber auch von wissenschaftlichen wie technischen Erkenntnissen gefördert werden soll.

Die Zukunft der Chemiefasern ebenso wie die der Textilindustrie wird das Thema der allgemeinen Abschlußsitzung sein. In den Referaten zu den einzelnen Symposien sollen die Technologie und die Ökonomie ebenso wie die Verteilung der Textilien zur Sprache kommen. Ein Tagungsabschnitt soll auch der für die Textilindustrie zu einem wichtigen Faktor gewordenen Werbung gewidmet sein. Über jedes dieser Teilgebiete werden weltweit bekannte Fachleute referieren, insbesondere im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung.

Der Münchner Kongreß wird somit in einer Situation der schnellen Veränderung der Textilindustrie dem Handel, den internationalen Organisationen, aber auch Ihnen selbst erlauben, sich für textile Probleme zu interessieren, um die Realität von morgen von verschiedenen Gesichtspunkten aus besser betrachten zu können.

Zusammenhänge in der Struktur bei Chemiefasern und Kunststoffen

Professor Dr. Hans B a t z e r
 Direktor der Forschungslaboratorien
 für Kunststoffe der CIBA Aktiengesellschaft, Basel

Physikalisch-chemische, mechanische und thermische Eigenschaften sowie Strukturprobleme von Fasern und Kunststoffen werden vergleichend diskutiert. Auf Grund struktureller wie chemisch-topologischer Betrachtungen können Kristallinität bei Fasern und Vernetzung bei Kunststoffen - entsprechende Mindestmolekulargewichte vorausgesetzt - denselben Effekt bewirken. Dies eröffnet als verbindendes Grundkonzept interessante Aspekte in beiden Arbeitsrichtungen.

Physical-chemical, mechanical and thermal properties as well as problems as to the structure of fibres and plastics are discussed and compared. Investigations on the structure and chemical topology show that crystallinity of fibres and crosslinking of plastics may exhibit the same effect, provided that minimum molecular weights are involved. Hence, a reliable fundamental conception is given which leads to interesting prospects for the two fields of activity.

Obwohl die makromolekulare Chemie auf Grund all ihrer chemischen Voraussetzungen nur ein Teilgebiet der organischen Chemie ist - wie dies insbesondere ihr genialer Begründer S t a u d i n g e r mit leidenschaftlicher Eindringlichkeit immer wieder betonte - unterscheidet sie sich dadurch, daß neben dem Einfluß der Konstitution, also der Anordnung und Verbindung von Atomen bzw. Atomgruppen, der Parameter Molekülgröße speziell in der Anzahl der periodischen Wiederkehr gleicher oder gleichartiger Gruppierungen bestimmenden und charakteristischen Einfluß auf die Eigenschaften der aus Makromolekülen bestehenden Substanz besitzt. Wenn bei einem Wirkstoff (z.B. einer physiologisch wirksamen Substanz, einem Pharmakon oder etwa einem Farbstoff) eben dieser Effekt an spezielle Gruppen bzw. deren Anordnung geknüpft ist und eine Multiplizierung derselben Gruppierung im allgemeinen keine grundsätzliche Veränderung der signifikanten Wirkung ergibt (wenn nicht Veränderungen der Löslichkeit, des Dampfdruckes etc. die sekundäre Ursache darstellen), so bedingt eben dieser Faktor, nämlich die Zahl der Einheiten und damit auch die Art der Verknüpfung derselben, maßgeblich die resultierenden Eigenschaften makromolekularer Substanzen. Den Einfluß der Molekülgröße werden wir an Beispielen noch kennenlernen.

Auf einen weiteren Punkt möchte ich schon hier zu sprechen kommen, nämlich auf den Molekülaufbau. Früher verstand man unter der „Art der Verknüpfung“ die Unterscheidung, ob es sich um ein lineares oder um ein verzweigtes, eventuell um ein stark verzweigtes bzw. kugelförmiges Makromolekül oder um einen vernetzten, also einaggregativen Stoff handelt. Heute kommen noch alle Fragen der speziellen konfigurativen Anordnung hinzu, wie sie sich etwa aus der Stellung der Atomgruppen bzw. der Einheiten zueinander und aus den für die Makromoleküle besonders bedeutungsvollen Fakten der Chiralität*) bzw. der Konformation ergeben, demnach die chemische Topologie. Wir

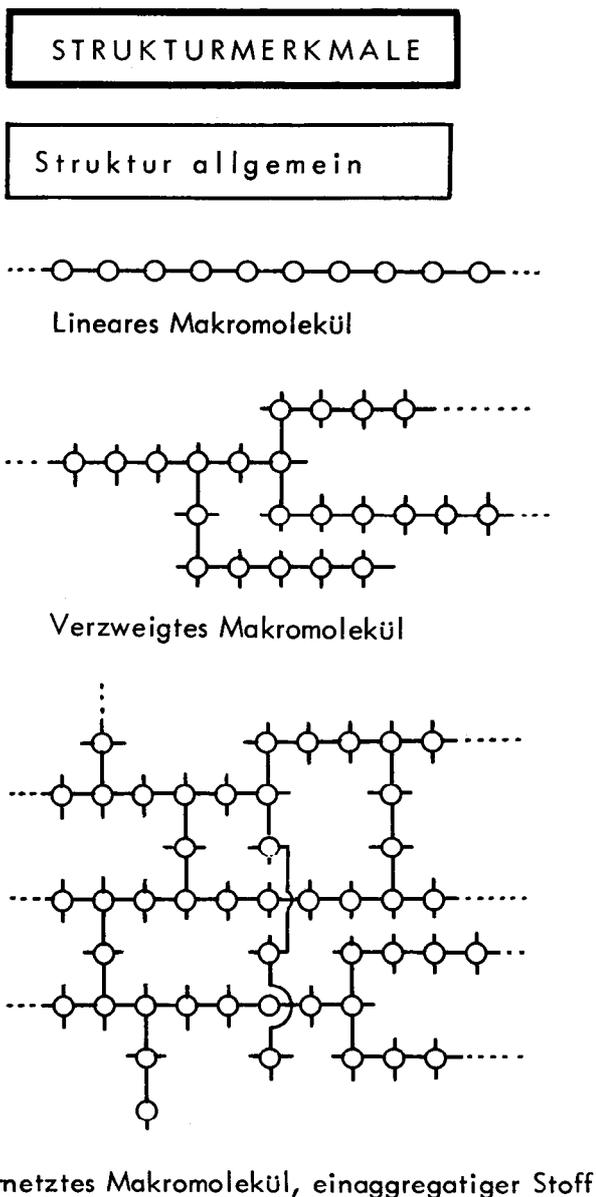


Abb. 1a: Strukturmerkmale (Struktur allgemein)

*) Chiralität = topologische Links- oder Rechtshändigkeit, bezieht sich auf ein Molekelmodell, welches kein Symmetrieelement, sondern höchstens Drehachsen besitzt (Anm. d. Red.)

müssen uns dabei erinnern, daß die Helizität einen Sonderfall der Chiralität (vgl. Abb. 1a und 1b) darstellt¹⁾.

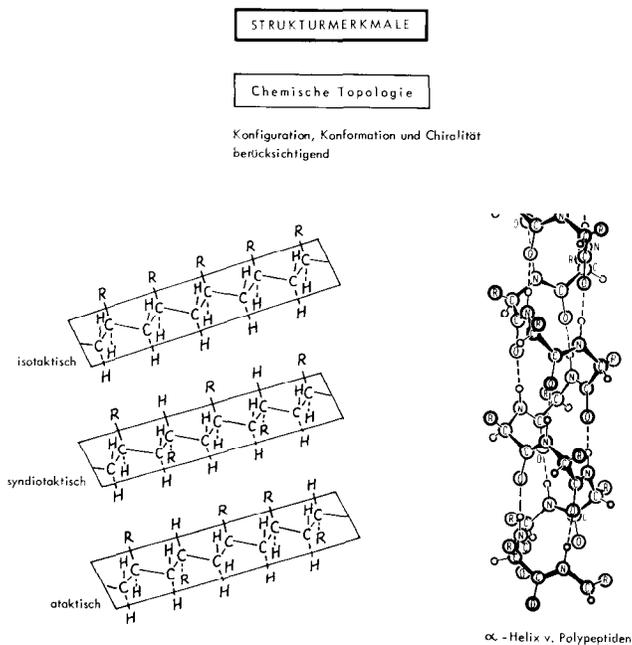


Abb. 1b: Strukturmerkmale (chemische Topologie)

Wenn ich diese allgemeinen Betrachtungen an den Anfang meiner Ausführungen gestellt habe, so habe ich das auch auf die Gefahr hin getan, Allgemeinplätze einmal mehr auszuwalzen, weil eben diese Fakten für alle Makromoleküle gültige Voraussetzungen wiedergeben, unabhängig davon, ob diese Makromoleküle nun zum Aufbau von faserbildenden elastischen, plastischen Stoffen oder bloß als Gerüst- bzw. Depotsubstanzen im physiologischen Bereich herangezogen werden.

Damit sind wir am Kernpunkt unseres heutigen Themas gelangt, nämlich bei der Diskussion, inwieweit die Erkenntnisse der Chemie der faserbildenden Substanzen und die der Kunststoffe sich gegenseitig ergänzen bzw. befruchten können. Sinnvolle Voraussetzung für eine solche Fragestellung ist es jedoch, daß wir uns auf Eigenschaften und Eigenschaftswerte einigen können, die in beiden Gebieten erwünscht sind bzw. benötigt werden. Dies dürfte für die meisten zutreffen, wenn es auch Abweichungen gibt.

Einige Beispiele gibt Tabelle 1 wieder. Es ist daraus ersichtlich, daß insbesondere bei den mechanisch-physikalischen ebenso wie bei den thermischen Eigenschaften die gleichen Bestrebungen bestehen; lediglich bei der Wasseraufnahme und den dadurch indirekt bedingten elektrischen Anforderungen bestehen Divergenzen. Unsere Fragestellung kann sich daher nicht auf die verschiedenen Synthesewege beziehen, da diese ja grundsätzlich für alle Makromoleküle identisch sind - unabhängig vom Verwendungszweck, den diese Substanzen später einmal finden. Es sollen hier nur die Parameter Molekülgröße und Topologie diskutiert werden.

Tabelle 1: Erwünschte Eigenschaften bei Fasern und bei Kunststoffen

Eigenschaft	Fasern	Kunststoffe
Zerreißfestigkeit	hoch	hoch
Dehnung	mittel	gering - mittel
Biegefestigkeit	hoch	hoch
Erweichungspunkt	hoch	hoch
Dauerwärmeständigkeit	mittel - hoch	hoch
Brennbarkeit	keine	keine
Wasseraufnahme	mittel	gering - keine
Isolationsfähigkeit	mittel - gering	hoch
Leitfähigkeit	mittel - gering	gering - keine
Schmelzviskosität	gering - mittel	gering - mittel
Löslichkeit und Quellung	gering	gering - unlöslich*)

*) eine Ausnahme bilden Lackrohstoffe vor der Applikation

Betrachten wir nun zunächst in Tabelle 2 die bekannten Zusammenhänge zwischen Eigenschaften und Molekulargewicht faserbildender Substanzen und dann in Tabelle 3 die entsprechenden Daten an einem typischen Kunststoff, dem Polystyrol.

Tabelle 2: Abhängigkeit der Fasereigenschaften von der Kettengliederzahl (Polyester der Oxyundekansäure) bzw. dem Polymerisationsgrad (Cellulose)

Kettengliederzahl des Polyesters	Aussehen (Faserbildung)	Festigkeit der Fasern und Filmbildung	Löslichkeit und Quellung Viskosität der Lösung	Eigenschaften entsprechen einer Cellulose vom Polymerisationsgrad
20 - 50	pulverig	verreibbar, salzartig, kristallin, keine Festigkeit	leicht löslich ohne Quellung dünnviskos	2 - 10
50 - 500	pulverig	keine Filmbildung und keine Festigkeit	löslich, Beginn der Quellung, dünnviskos	10 - 200
500 - 1'000	faserig	gute Filmbildung, Beginn der Faserbildung, fest	löslich unter leichter Quellung, viskos	200 - 500
1'000 - 10'000	langfaserig	gute Film- und Faserbildung, sehr fest und zäh	unter Quellung löslich, hochviskos	500 - 3'000
10'000 - 100'000	sehr langfaserig	sehr fest und hart, z.T. spröde, schwer verspinbar	unter Quellung langsam löslich, sehr hochviskos	-

Vorerst finden wir in diesen Tabellen bestätigt, daß ein Mindestmolekulargewicht zum Erreichen der gewünschten mechanischen Eigenschaften notwendig ist und daß andererseits eine zu hohe Molekülgröße in bezug auf all die speziel-

Tabelle 3: Zusammenhang zwischen physikalischen Eigenschaften und Polymerisationsgrad von Polystyrol (nach H. Staudinger)

Polymerisationsgrad P	Aussehen nach Umfällen	Aussehen nach Schmelzen im festen Zustand	Löslichkeit und Quellbarkeit Viskosität in Benzol	Technische Verwendung
2 - 10	flüssig oder fest	z.T. kristallisiert, spröde, brüchig	rasch ohne Quellung löslich, niederviskos	-
10 - 100	pulverig	weniger brüchig, fester	schwache Quellung, niederviskos, Solllösung	Lacke
100 - 500	etwas faserig	zäh, glasig	unter Quellung zu viskoser Lösung lösbar	thermoplastische Massen, Spritzguss
500 - 15'000	langfaserig	sehr zähe Gläser, in der Wärme elastisch	langsam unter starker Quellung löslich, hochviskos	Folien, Bänder

len rheologischen Eigenschaften, die eine gute und ökonomische Verarbeitung ermöglichen, sich negativ auswirkt. Wir sehen aber auch, daß alle drei genannten Stoffe (Polyester, Zellulose, Polystyrol) je nach der Präparation faserbildende Aspekte zeigen können! Die bisher genannten Fakten geben qualitative Befunde wieder. Tabelle 4 zeigt den Erweichungspunkt bzw. die Martenstemperatur, die Dauerwärmebeständigkeit sowie die Festigkeit verschiedener Substanzen in Zahlen. Diese Werte beweisen, daß hinsichtlich Festigkeit bzw. Erweichungspunkt die faserbildenden Substanzen den typischen Kunststoffen weit überlegen sind. Die Kunststoffchemie sollte also von der Faserchemie lernen, wenn sie die Eigenschaften im angegebenen Sinne verbessern möchte. Auf welche Fakten führt nun die Faserchemie ihre Erfolge zurück?

Tabelle 4: Festigkeiten und Erweichungspunkte bzw. Martenstemperaturen einiger makromolekularer Substanzen

Festigkeiten und Erweichungspunkte bzw. Martenstemperaturen einiger makromolekularer Substanzen

Substanz	Erweichungspunkt Martenstemp. (M) °C	Dauerwärme- beständigkeit 4) °C	Festigkeit kg/mm ²
Cellulose (Baumwolle)		80	50 - 70
Celluloseacetat	245 Zersetzung	60 - 100	15 *
Nylon 6	170	80 - 100	60 - 90 *
Nylon 6,6	245		60 - 90 *
Polyester (Polyglykolterephthalat)	~ 260	130 - 140	60 - 85 *
Polyacrylnitril	~ 225 Zersetzung		30 - 40 *
Polypropylen	~ 160	< 100	4
Polyäthylen niedere Dichte	~ 98	< 100	~ 1,5
hohe Dichte	~ 100		~ 3,0
Polymethylmethacrylat	~ 100	< 100	~ 7
Polystyrol	70 - 100	60 - 90	~ 10
Polytetrafluoräthylen	~ 330	250	~ 2
Aromatische Polyimide **	~ 800	250	~ 7
Vernetztes Epoxid	120 (M)	100 - 120	~ 8
Glasfaser (Ø = 9 µ)	~ 500		150 - 350
Asbestfasern	1'100 - 1'500		bis 600

* gereckt

** Film aus Kondensationsprodukt von Pyromellitsäureanhydrid und 4,4'-Diaminodiphenyläther.

4) z.T. entnommen B. VOLLMERT, Kunststoffe 56, 693 (1966)

Jedem präparativ arbeitenden Chemiker, dem die Aufgabe gestellt ist, eine Faser zu synthetisieren, ist es absolut klar, daß er solche Monomere als Ausgangsprodukte wählen muß, die kristalline Polymere ergeben. Dabei hat er noch zu berücksichtigen, daß der Erweichungspunkt in den technisch günstigsten Bereich zu liegen kommt. Die Erreichung von Kristallinität scheint demnach der Schlüssel, der das Problem lösen läßt. Dabei wird, thermodynamisch gesehen, die Enthalpie erhöht und die Entropie im allgemeinen erniedrigt, was für die bestimmende Beziehung $\Delta H/\Delta S$ vorteilhaft ist.

Eine weitere Forderung war, daß die Fäden nach dem Ver-spinnen reckbar sein sollten, um ein Maximum an Ausnutzung dieser Fakten zu erreichen. Die Erfüllung dieses Moments war eine untrügliche Indikation für den Erfolg des eingeschlagenen Weges. Diesen Überlegungen, mit den Konsequenzen für Symmetrie, Auswahl von Isomeren, Aufbau des Makromoleküls etc., folgten alle mir bekannten, in den letzten zwanzig Jahren durchgeführten, sehr zahlreichen experimentellen Untersuchungen, und in dieser Zeit entstand

auch - außer Polypropylen - keine dem Aufbau nach grundsätzlich neue Faser, und gerade das ist interessant.

Hier gestattete ein aus der Kunststoffchemie kommendes Verfahren, das Propylen zu polymerisieren und die Einheiten so aneinanderzuknüpfen, daß die Substituenten einheitlich die gleiche Stellung einnehmen, wodurch isotaktische Produkte großer Regelmäßigkeit entstehen.

Das Prinzip der Chiralität hatte somit demonstrativ auch in diese Synthese Eingang gefunden. Bei natürlichen Fasern, insbesondere bei Kollagen, Elastin etc., waren diese Voraussetzungen schon länger bekannt, sie setzten aber der synthetischen Reproduzierung fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Die Berücksichtigung der Cis-Trans-Isomerie und der bevorzugten Auswahl des jeweiligen Trans-Isomeren erfolgte mehr vom Standpunkt der klassischen Stereochemie sowie der Begünstigung starrer, die Kristallisation fördernder Segmente aus.

Was demonstriert die Existenz einer Polypropylenfaser im speziellen? Durch die Ausnutzung der Chiralität in immer dem gleichen Sinne und periodisch wiederkehrend ist es möglich, den Erweichungspunkt maßgeblich zu erhöhen, die Kristallinität je nach Substanz zu vergrößern oder überhaupt erst zu bewirken. Es ist also eine Methode, die es erlaubt, den oben genannten Forderungen nachzukommen, und zwar auch mit Monomeren, denen man diese Fähigkeit nicht zuge-
traut hatte. Die Möglichkeit einer stereospezifischen Synthese auf einfache und billige Weise mit hoher Spezifität, die zunächst nur für die Synthese von Kunststoffen zur Anwendung kam, zeigte also zumindest für die Herstellung von Fasern günstige Perspektiven.

Auf der anderen Seite steht die Frage, welche Wünsche beispielsweise der Kunststoffchemiker, insbesondere jedoch der Kunststoffverarbeiter etwa an die Polyamide hat, die so hervorragende Fasern ergeben. Bei Erhalt von Festigkeit, Erweichungspunkt, Zähigkeit etc. soll die Substanz weniger kristallisieren, damit sie in ihren Eigenschaften homogener ist, das heißt, daß diese im fertigen Formkörper in allen drei Dimensionen gleich sind. Dieser Forderung steht bekanntlich die Kristallisation (d.h. die Ausrichtung entlang der Kristallisationsachse) entgegen.

Wie löst nun der synthetisch arbeitende Kunststoffchemiker dieses Problem? Er führt Substituenten ein, die die Kristallisationstendenz reduzieren; dabei nimmt er einen gewissen Abfall des Erweichungspunktes in Kauf. Der Erweichungspunkt spielt für ihn aber ebenfalls eine große, teils entscheidende Rolle, weil dadurch die Formbeständigkeit und dem zufolge der Anwendungsbereich limitiert wird.

Wir könnten also die im Thema involvierte Frage so präzisieren: Für Fasern braucht man kristallisierende, für Kunststoffe amorphe Moleküle, jeweils mit einem Mindestmolekulargewicht. Die dabei aufgefundenen Synthesemethoden sind anwendbar, und ihre Übernahme wird begrüßt, soweit sie eben geeignet sind, den Forderungen an die Endsubstanz zu entsprechen. Die Topologie hat sich generell auf diese Umstände einzustellen. Dies wäre eine einfache, saturierte Antwort, die den Vorteil hat, sicher richtig zu sein, da sie

keine neuen Hypothesen aufstellt und den bekannten Tatsachen sowie dem Stande des Wissens entspricht.

Wenn wir aber die quantitativen Zahlen in Tabelle 4 nochmals ansehen, insbesondere die der letzten fünf Substanzen, dann kann man auch folgende Betrachtungen anstellen:

Polytetrafluoräthylen und die aromatischen Polyimide erscheinen auf Grund vieler physikalischer Daten durchaus interessante Verbindungen - auch für textile Anwendungen - zu sein, nur kann man sie bis jetzt praktisch nur sehr schwer in Faserform bringen; die Kunststoffverarbeitung hat dagegen noch andere Methoden, insbesondere solche, die extremere Bedingungen gestatten. Die Zerreißfestigkeit des vernetzten Werkstoffes müßte noch verbessert und eben auch hier ein Weg gefunden werden, um faserförmige Gebilde erzeugen zu können.

ber die Glasfaser brauche ich nichts zu erzählen. Würde Glas heute erfunden worden sein, so wäre es sicherlich ein Star unter den Kunststoffen. Im Gegensatz dazu steht die Asbestfaser - ein Material, das als Kunststoff gänzlich unbedeutend ist; einer breiteren Verwendung als textiler Rohstoff steht neben der verfügbaren Menge ganz besonders die kurze Faserlänge entgegen.

Diese Betrachtungen lassen sich hinsichtlich der strukturellen wie der topologischen Voraussetzungen in zwei Punkte zusammenfassen:

- a) Vom Blickpunkt der Faser aus scheint die Kristallinität nicht als eine *conditio sine qua non*, und die Querfestigkeit müßte dann eben durch andere Fakten, etwa durch eine schwache Vernetzung, hervorgerufen werden, damit man das für Thermoplaste typische Abfließen vermeidet. Die Höhe des Erweichungspunktes wird von der Kristallinität begünstigt, aber nicht bedingt.
- b) Vom Blickpunkt der Kunststoffe aus sollte man sich die Erfahrungen aus der Faserchemie für den Erhalt guter Festigkeiten zunutze machen, ohne zu hochkristallinen Substanzen zu kommen.

Für beide Gebiete gilt als unbestrittene Voraussetzung ein Mindestmolekulargewicht. Die Resultate aus diesen theo-

retischen Forderungen wäre die Unverarbeitbarkeit nach den bisherigen Methoden sowohl für die Faserherstellung als auch für die Kunststofftechnologie. Sind unsere Überlegungen aber nur die Träume eines in den Wolken schwebenden Akademikers?

Ich glaube, hier ließe sich ein Ausweg finden: Wenn die Eigenschaften durch Segmente bedingt werden, in denen wir alle strukturellen wie topologischen Forderungen für eine gute Faserbildung erfüllen können und dadurch leicht verarbeitbare niederviskose Schmelzen bzw. Lösungen erhalten, da die Segmente nur ein Molekulargewicht von 1000 oder wenigen Tausend haben, so können wir die Verlängerung zur Faser, eventuell kombiniert mit einer schwachen Vernetzung, während des Verarbeitungsprozesses durchführen. Diese Hypothese ist technisch realisierbar, und ich will Ihnen über einige Beispiele berichten:

Ein Polyester aus Bernsteinsäure und Butandiol mit einem Überschuß an Bernsteinsäure, damit nur Carboxylendgruppen entstehen und sich ein Molekulargewicht von ca. 1800 einstellt, ist leicht herstellbar (Tab. 5, Produkt I). Die Substanz ist ein weißes Pulver mit einem Erweichungspunkt von 108°C. Wird dieser Polyester mit einem Diepoxid (etwa Bisphenol A-diglycidyläther oder Hexahydrophthalsurediglycidylester im Verhältnis von 1,0 Val Carboxylgruppen zu 1,3 Val Epoxidgruppen und 0,2 Mol Hexahydrophthalsäureanhydrid, das zur Vernetzung dient) umgesetzt, indem die dünnflüssige Schmelze in einer Form eine gewisse Zeit erwärmt wird, so entsteht ein Formkörper mit guten mechanisch-physikalischen Eigenschaften, von denen die Tabelle 5 eine Übersicht vermittelt.

Es sind darin auch Werte aufgenommen, die bei Verwendung einer Polyamiddicarbon-säure, einem Anlagerungsprodukt von ϵ -Caprolactam an eine Dicarbon-säure (Produkt II), oder eines Polyesterpolyamids, einem Anlagerungsprodukt von ϵ -Caprolactam an einen Sebacinsurehexandiolpolyester, gehärtet mit dem Bisphenol A-diglycidyläther als Polyepoxid (Produkt III) erhalten wurden.

Anstelle der Polyepoxide können auch Polyisocyanate eingesetzt werden, wie das vierte Beispiel in dieser Tabelle unter Verwendung eines terminale Hydroxylgruppen besitzenden Butandiol-Bernsteinsurepolyesters demonstriert. Pro-

Tabelle 5: Eigenschaften von verlängerten und vernetzten Segmenten

Segment	Produkt I Polyester	Produkt II Polyamid	Produkt III Polyester- polyamid	Produkt IV Polyester	Produkt V Polyester	Produkt VI Polyester
Endgruppen	-COOH	-COOH	-COOH	-CH ₂ OH	-COOH	-COOH
EP °C des Segments	108°C	150 - 160°C	≈ 30 - 40°C	104°C	≈ 50 - 90°C	amorph
Durchschnittsmolekulargewicht	1800	1000 - 1500	2350	1800	3000	2400
polyadditionsfhige Substanz	Epoxid	Epoxid	Epoxid	Isocyanat	Epoxid	Epoxid
vernetzender Zusatz	Hexahydro- phthalsäure- anhydrid	Dodeceny- bernstein- säureanhydrid	Hexahydro- phthalsäure- anhydrid	Trihydroxy- verbindung	Hexahydro- phthalsäure- anhydrid	Hexahydro- phthalsäure- anhydrid
Zerreißfestigkeit in kg/mm ²	11*	4,5 - 5,2	7*	14*	8,0 - 10,0*	3,5
Dehnung	35 %	250 - 280 %	100 %	40 %	50 %	250 - 500 %
Kristallisationsumwandlungstemperatur						
ungereckt	104°C	125 - 145°C	35°C	100°C	40 - 80°C	—
gereckt	103°C	135 - 175°C	40°C	99°C	40 - 80°C	—

*) Wert nach Reckung

dukt V und VI geben die Resultate mit einem sauren kristallinen bzw. mit einem amorphen Polyester wieder. Die Eigenschaften zeigen, daß dieser Weg begehbar ist und daß die durch die Höhe des Molekulargewichtes bedingten Umstände der Verarbeitung überspielt werden können. Weiters geht aus den Beispielen in gewissem Maße hervor, daß die Aufgabe der Kristallinität, das Abgleiten der Moleküle zu verhindern, auch durch eine bestimmte Vernetzung übernommen werden kann.

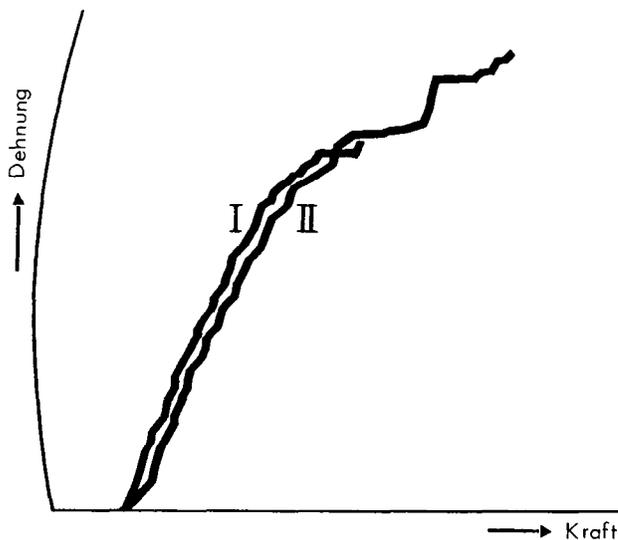


Abb. 2a: Original Kraft-Dehnungsdiagramm einer frischen elastischen Sehne. Die Kurven I und II zeigen wiederholte Dehnungsversuche.

Gerade dieser Effekt konnte von uns schon früher an Untersuchungen der nativen Fasern aus Kollagen oder aus Elastin gezeigt werden⁵⁾. Die Abbildungen 2a und 2b zeigen die Kraft-Dehnungsdiagramme von Elastinfasern, gewon-



Abb. 2b: Original Kraft-Dehnungsdiagramm einer elastischen Sehne im gegerbten Zustand

nen aus der vorderen Flughautsehne der Taube im frischen feuchten bzw. im gegerbten Zustand, wobei die Abbildung 2c dasselbe Diagramm an kollagenen Fasern zeigt; es ist hier für gegerbte wie für ungegerbte Substanzen identisch.



Abb. 2c: Original Kraft-Dehnungsdiagramm einer kollagenen Sehne im gegerbten wie ungegerbten Zustand

Die Abbildungen 3a und 3b geben polarisationsoptische Aufnahmen wieder, die eindeutig beweisen, daß das gegerbte Elastin, das Fasereigenschaften besitzt, isotrop, also nicht kristallisiert, ist.

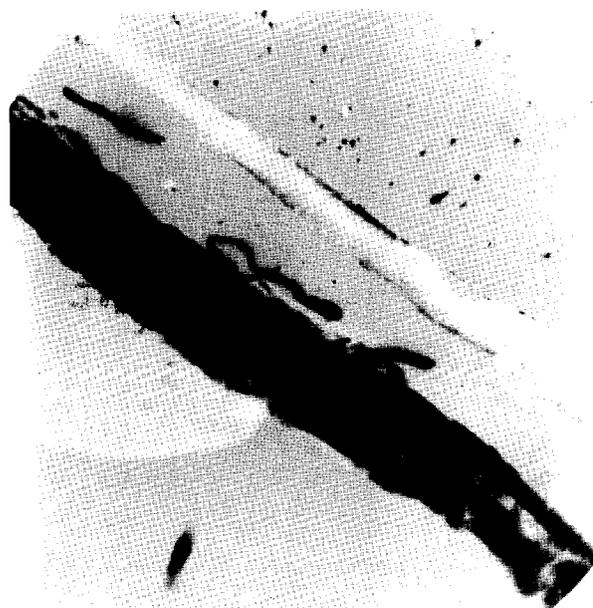


Abb. 3a: Die gedehnt gegerbte elastische und die kollagene Faser im polarisierten Licht. Die isotrope elastische Faser ist im Bild links neben der hell aufleuchtenden, im Bild daher dunkel erscheinenden kollagenen Faser erkennbar (Vergrößerung 33fach, Bildränder entsprechen den Nicolachsen).

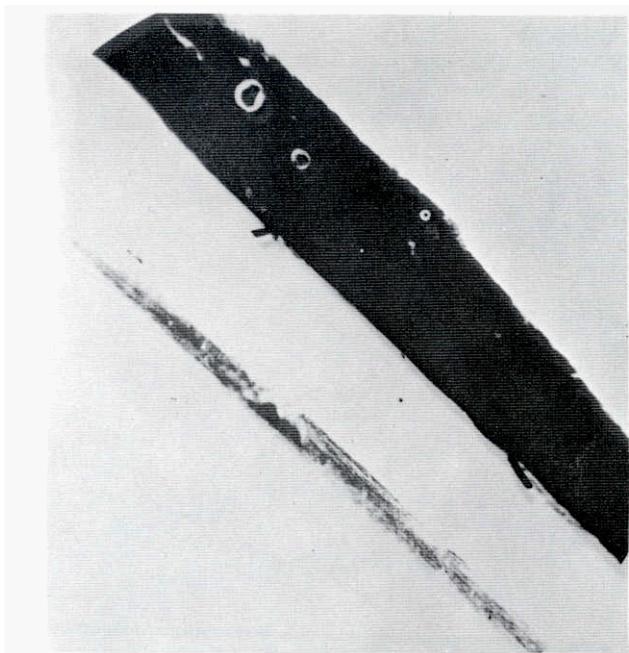


Abb. 3b: Polarisationsoptisches Verhalten der in Abbildung 3a gezeigten Fasern in Spannung nach der Entgerbung^{*)}. Die elastische Faser leuchtet nun auf und erscheint im Bild dunkel (Vergrößerung 33fach, Bildränder entsprechen den Nicolachsen).

^{*)} Die hier benützte Gerbung ist ein reversibler Vorgang.

Die Resultate werden zusammenfassend in Tabelle 6 noch verdeutlicht, die das polarisationsoptische Verhalten von Elastinfasern jenem von Kollagenfasern gegenüberstellt.

Tabelle 6: Polarisationsoptisches Verhalten von Elastin- und Kollagen-Fasern

Elastin-Fasern					
frische Faser		gegerbte Faser		entgerbte Faser	
ungedehnt	gedehnt	ungedehnt	gedehnt	ungedehnt	gedehnt
isotrop	anisotrop	isotrop	isotrop	isotrop	anisotrop

Kollagen-Fasern		
frische Faser	gegerbte Faser	entgerbte Faser
anisotrop	anisotrop	anisotrop

Auf andere Folgerungen aus obigen Darstellungen, etwa bezüglich des Gerbevorgangs, wollen wir hier nicht eingehen. Wenn wir gegerbtes Elastin weiterer Zugbelastung aussetzen, zeigt es plastische Dehnung, was aus Abbildung 4 hervorgeht. Ein und dieselbe Grundsubstanz kann also je nach Behandlung verschiedene Eigenschaften besitzen:

- feucht, im natürlichen Zustand: elastisch
- getrocknet, denaturiert oder gegerbt: faserartig
- gegerbt, bei höherer Beanspruchung: plastisch

- feucht, im natürlichen Zustand: elastisch
- getrocknet, denaturiert oder gegerbt: faserartig
- gegerbt, bei höherer Beanspruchung: plastisch



Abb. 4: Original Kraft-Dehnungsdiagramm einer elastischen Sehne im gegerbten Zustand (aufsteigender Kurvenast bedeutet plastische Dehnung)

Die in letzter Zeit besonders für nichttextile Anwendungen immer mehr in den Vordergrund rückenden, zum Teil anorganischen „exotischen“ Fasern, deren Eigenschaften in Tabelle 7 zusammengefaßt wiedergegeben sind, sind für Folgerungen aus unserer Themastellung sehr instruktiv, wenn sie auch hin und wieder entgegengesetzte Schlüsse zulassen. Ich möchte hier aber weder über strukturelle noch über technologische Konsequenzen im Detail diskutieren.

Tabelle 7: Eigenschaften von Fasern

Faser	spez. Gewicht	Erweichungspunkt °C	Zugfestigkeit kg/mm ²	Elastizitätsmodul Youngs-Modul p.s.i. x 10 ⁶
Cellulose (Baumwolle)	1,6	260 - 270 *	50 - 70	0,4 - 0,7
Nylon 6,6	1,14	245	60 - 90	
Polyester (Polyglycol-terephthalat)	1,4	260	60 - 85	0,6
Glasfasern verschiedener Typen	2,5	ca. 500 **	150 - 350 ***	10 - 14
Stahl-Fasern	7,8	1600	200 - 250	30
Wolfram	19,3	3400	400	60
Wolframcarbid	15,7	2900	70	104
Asbest-Fasern	2,5	1100 - 1500	bis 600	27
Boron-Fasern ****	2,6	2100	350	60
Carbon fibre				
Type 1	2,0	3700	200	8-60
Type 2	1,7	3700	300	30
Graphit	1,5	3600	175	37
Saphir-Whiskers (Aluminiumoxid-Einkristalle)	3,96	2000	4300	300

* Unter Zersetzung

** Der Erweichungspunkt liegt höher; ab 500 °C erfolgt jedoch ein Fließen, das die angeführte Verwendung zusammen mit Kunststoffen über dieser Temperatur verhindert.

*** Werte variieren stark mit der Sorte und Zusammensetzung.

**** Auf Wolframdrahtkern aufgedampft, Fasern besitzen rel. grossen Querschnitt.

Die für nichttextile Anwendungen in letzter Zeit immer mehr in den Vordergrund rückenden, zum Teil anorganischen „exotischen“ Fasern, deren Eigenschaften in Tabelle 7 zusammengefaßt wiedergegeben sind, sind für Folgerungen aus unserer Themastellung sehr instruktiv, wenn sie teilweise auch entgegengesetzte Schlüsse zulassen. Ich möchte hier jedoch über strukturelle und technologische Konsequenzen nicht im Detail diskutieren.

Meine Damen und Herren, ich bin am Schluß meiner Ausführungen. Wenn ich versucht habe, alte Erkenntnisse über die Voraussetzung zur Faserbildung als alleingültige Prämissen in Frage zu stellen, so folgte ich damit nicht dem Trend, die hervorragenden Arbeiten unserer Vorgänger in Zweifel zu ziehen. Ich wollte vielmehr den Versuch unternehmen, den Boden aufzulockern, damit neuer Same in ihn gelegt werden kann. Die Früchte, die wir erwarten und die wir im Hinblick auf die stetig fortschreitende Rationalisierung und Typisierung aller Herstellungs- und speziell der Verarbeitungsschritte auch erstreben müssen, sollen neue, gute und stets gleichmäßige Produkte sein, und zwar auf beiden Sektoren: den Kunststoffen und den synthetischen Fasern. Wir repräsentieren zusammen eine Weltproduktion von ca. $30 \text{ mal } 10^6$ Tonnen im Jahr 1968, wobei ca. $7,5 \text{ mal } 10^6$ Tonnen von den Chemiefasern stammen. Wir betreiben beide synthetische organische Chemie makromolekularer Richtung und unsere Erkenntnisse sollten sich gegenseitig ergänzen und befruchten können.

Literatur:

- 1) R.S. Cahn, Sir C. Ingold und V. Prelog; Angew. Chem. **78**, 413 (1966)
- 2) H. Batzer; Chemiker-Ztg. **75**, 164 (1951)
- 3) H. Staudinger; Org. Kolloidchemie, III. Auflage, Braunschweig 1950, S 283
- 4) z.T. entnommen aus B. Vollmert; Kunststoffe **56**, 693 (1966)
- 5) H. Batzer und G. Petry; Makromol. Chem. **7**, 328 (1952)

Gleichbleibende Höchstleistungen



LINDEMANN Ballenpressen für höchste Ansprüche.

Wir kennen die Anforderungen aus der heutigen Praxis hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Automatik.

Daß eine gute Ballenpresse gleichbleibende Ballengröße und Gewicht halten muß, versteht sich von selbst.

LINDEMANN Ballenpressen für voll- und halbsynthetische Fasern arbeiten in 16 Ländern der Welt und zeigen Tag für Tag gleichbleibende Höchstleistungen.

Im Ballenpressenbau sind wir „Zu Hause“. Bringen Sie uns Ihre Probleme. Wir lösen sie für Sie.



LINDEMANN KG · HYDR. PRESSEN · DÜSSELDORF
Erkrather Straße 401, Postfach 5229, Telefon 78151

Diskussion

Dr. Albrecht: Herzlichen Dank für Ihren Brückenschlag zwischen Kunststoffen und Fasern. Wenn wir noch einmal rekapitulieren, so müssen wir feststellen, daß Ihr und auch mein verehrter Lehrer vor vierzig Jahren darum ringen mußte, überhaupt das Wort *Makromolekül* in die Wissenschaft einzuführen, und daß er zum Teil wegen dieses Wortes sogar ausgelacht wurde. Dann haben wir uns in den darauffolgenden Jahren, die vielleicht als die Gründerzeit der synthetischen Fasern zu bezeichnen sind, mit den Bildungsmechanismen beschäftigt. Wir haben heute in Ihrem Vortrag gehört, daß der Bildungsmechanismus allein nicht mehr zur Erklärung ausreicht, sondern daß wir uns auch intensiv mit den Bauprinzipien beschäftigen müssen. Diese sind nun Themen, die wir allein von der Strukturanalyse und von der Baumaschinerie her besser in die Hand bekommen können. Damit hat eine neue Welle eingesetzt, die wir aufmerksam beobachten sollten. Vor ein bis zwei Wochen sprach Professor Zahn in Baden-Baden bei einer Tagung des Vereins deutscher Textilchemiker und Coloristen über neu festgestellte Selbstvernetzungsmechanismen bei Wolle. Es dürfte interessant sein, diese meßtechnisch zu erfassen und in neuen Synthesen zu verwerten.

Sie haben mit Ihren Gedanken einige neue Hypothesen aufgestellt, die den Faserchemiker im ersten Augenblick etwas schockieren werden, aber Sie sagten ja selbst, Sie wollten vor allem Anregungen geben.

Dr. Sprengmann: Auf Grund welcher Überlegungen erscheint es bei den Fasern wünschenswert, daß die Feuchtigkeitsaufnahme - und damit im Zusammenhang das Isolationsvermögen - mittelmäßig bis gering gewählt wird? Diese Feststellung steht im Gegensatz zu den Ideen, die bei dieser Tagung und auch in der angelsächsischen Literatur immer wieder diskutiert wurden: Die Bemühungen der Faserchemiker gehen doch eben gerade dahin, die Faserfeuchtigkeit und damit die elektrischen Eigenschaften zu verbessern. In Ihrer Tabelle 1 wird - offensichtlich auf Grund spezieller Überlegungen - eine Faserfeuchtigkeit der Chemiefasern im Bereich mittel bzw. mittel bis gering mit einem mittleren bis mäßigen Isolationsvermögen als wünschenswert angesehen.

Prof. Batzer: In Tabelle 1 habe ich bei den Fasern angegeben, daß die Wasseraufnahme mittel sei. Ich bin mir aber bewußt, daß es erwünscht ist, daß sie eher größer sein sollte. In diesem Falle stehen die Wünsche des Kunststoff- und die des Faserchemikers gegeneinander. Bei den Fasern ist es sicher gut, daß eine größere Affinität zur Feuchtigkeit besteht; bei den Kunststoffen ist es umgekehrt, insbesondere bei jenen, die für elektrische Verwendungen in Frage kommen, und bei solchen, die als Klebstoffe der Außenbewitterung eingesetzt sind. Für diese Zwecke haben wir natürlich das Bestreben, möglichst hydrophobe Eigenschaften zu erreichen. Ich bin also durchaus mit Ihrer Bemerkung einverstanden. Das sind die einzigen beiden Eigenschaften, bei denen unsere Intentionen gegensätzlich verlaufen.

Dr. Sprengmann: Das Polytetrafluoräthylen, das Sie auch erwähnt haben, ist für uns Faserchemiker auf Grund seines extrem niedrigen Reibungskoeffizienten außerordentlich interessant, der zum Beispiel gegenüber Stahl bei 0,07 bis 0,08 liegt. Ist schon versucht worden, Tetrafluoräthylen irgendwie mit einer Chemiefaser zusammenzubringen, um diese außerordentliche Glätte auszunutzen?

Dr. Albrecht: Mir ist in diesem Punkt noch nichts bekannt. Ich möchte aber noch einige Worte zum Wasseraufnahmevermögen sagen. Wir haben Vorurteile insofern, als wir der Überzeugung sind, daß die Faser ein möglichst hohes Wasseraufnahmevermögen besitzen soll. Es liegen aber heute genügend experimentelle Unterlagen vor, daß unter Umständen auch die Frage des Wassertransports sehr wichtig sein kann. Dieser ist nicht unmittelbar eine Angelegenheit der Substanz, sondern eine der Oberfläche. Wir sollten weniger befangen an diese Vorstellung herangehen und uns auch darüber Gedanken machen, ob man das Bauprinzip der Oberfläche nicht so gestalten könnte, daß der Wassertransport sehr schnell vor sich geht.

Im Rahmen der Dornbirner Tagungen hat einmal Prof. Rebnourn über Versuche mit Socken aus 100 % Polyester berichtet. (Wir haben damals alle ein wenig darüber gelächelt.) Ähnliche Untersuchungen sind aber auch bei anderen Fasern möglich, wenn nur die Oberfläche entsprechend gut ausgerüstet wird.

Prof. Batzer: Darf ich von der Kunststoffseite her eine interessante Bemerkung zum Wasseraufnahmevermögen und dessen Beeinflussung machen? Bei Kunststoffen wollen wir ja keine Wasseraufnahmefähigkeit haben. In letzter Zeit wurde aber von der General Electric ein Patent angemeldet, daß Aluminiumoxidhydrat derjenige Stoff ist, der bei Kunststoffen die beste Flammbogenfestigkeit für elektrische Isolatoren bedingt. Man sollte also nie verallgemeinern, sondern stets flexibel sein.

Dr. V. Gröbe: Sowohl Kunststoffe als auch Fasern werden häufig aus Copolymeren hergestellt. Welche Chance geben Sie einer Modifikation der Sequenzlängenverteilung im Hinblick auf eine Veränderung der Faser- bzw. der Kunststoffeigenschaften?

Prof. Batzer: Diese Frage ist sicher sehr berechtigt. Gerade die Copolymerisation, die Cokondensation und die Pfropfpolymerisation bieten beiden Richtungen ungeahnte Möglichkeiten. Über dieses Thema könnte man ein ganzes Tagungsprogramm im Detail zusammenstellen.

Dr. V. Gröbe: Meine Frage ging dahin, ob dies prinzipiell bei konstanter Pulverzusammensetzung durch Veränderung der Sequenzlängenverteilung möglich ist. Das bedeutet aber, daß man sich dieser Frage vor allem analytisch annähern müßte; darüber liegt aber noch nicht allzuviel vor.

Prof. Batzer: Ich sehe hier sehr große Möglichkeiten. Die Schwierigkeiten der Analytik kenne ich wohl, denn auch wir haben sie bei den Sequenzmessungen gespürt. Bei vernetzten Körpern reichen die üblichen Methoden nicht mehr aus. Die Sequenzen sind aber immerhin so groß, daß sie den bisherigen Untersuchungsmethoden große Schwierigkeiten entgegensetzen, solange Sie nicht mit ganz definierten Vernetzungskomponenten arbeiten. Letztere müssen Sie möglichst so schwer wählen, daß Sie sie analytisch erfassen können. Erst dann können Sie sie mit physikalisch-chemischen Ergebnissen vergleichen. Ich würde sagen: generell für beide Sektoren sehr interessant, analytisch ein sehr reizvolles Problem.

Dr. Albrecht: Die Tatsache, daß uns die Analyse von vernetzten Körpern vor neue Probleme stellt, ist ein Hemmschuh dafür, daß wir uns bisher in der Faserchemie so wenig an dieses Problem herangewagt haben.

Dr. Riggert: Sie sprachen von der Möglichkeit, niedermolekulare Polyester (aus Bernsteinsäure und Butandiol) mit Epoxiden zu verlängern. In welcher Verfahrensstufe bei der Faserherstellung führen Sie diese Verlängerung durch?

Prof. Batzer: Das ist eine vollkommen getrennte Verfahrensstufe. Wir führten zunächst eine normale Kondensation von Bernsteinsäure mit Butandiol durch. Dabei wählten wir den Überschuß an Bernsteinsäure so, daß man ein Molekulargewicht von 1800 sowie freie Carboxylendgruppen erhielt. Diese Polyester haben wir isoliert und als sequenztragende Substanz betrachtet. Wir setzten diese Polymeren mit einem Erweichungspunkt über 100 °C in einer separaten Stufe mit flüssigem Epoxidharz (aus Diphenylolpropan und Epichlorhydrin) im Verhältnis 1:1,3 Val um. Als vernetzende Komponente verwendeten wir Hexahydrophthalsäureanhydrid, da ja ein Überschuß an Epoxid vorhanden ist. Die Carboxylgruppen des Polyesters reagierten mit den Epoxidgruppen und ergaben dadurch eine Molekulargewichtserhöhung. Durch den Zusatz von Anhydrid erfolgte eine Vernetzung, denn dieses reagierte zunächst mit den überschüssigen OH-Gruppen. Dabei entstand wiederum eine Carbonsäure, die mit Epoxid reagierte. Sie bekommen also ein relativ weitmaschiges Netzwerk.

Dies wurde experimentell in einem Extruder während der Formgebung durchgeführt, wobei wir aber nicht so feine Düsen wie beim Faserspinnen hatten. Wir ließen zuerst vorreagieren und formten

dann in dem Moment, wo eine Verlängerung bereits stattgefunden hatte. Die Vernetzung erfolgte also während der Formgebung.

Dr. Riggert: Es ist fraglich, ob man eine derart vernetzte Substanz sofort nach dem Spinnen verstrecken kann. Üblicherweise arbeitet man mit einem Spinnverhältnis von etwa 1:50, wie es für die technische Anwendung notwendig ist.

Prof. Batzer: Ob das auch beim Verspinnen technisch möglich ist, weiß ich nicht. Wenn die Extruderöffnung in der Dimension von Millimetern liegt, dann ist ein Recken möglich; das haben wir experimentell untersucht.

Dr. Albrecht: Ich möchte auf ein Thema aufmerksam machen, das in der Zellulosechemie schon lange diskutiert wird. Dazu wurde eine Arbeit aus dem Institut in Teltow-Seehof in der Zeitschrift „Faserforschung und Textiltechnik“ publiziert. Danach wird angenommen, daß Formaldehyd tatsächlich vernetzend auf Zellulose wirkt, die dann auch noch gereckt werden kann. Warum sollte man diese Ergebnisse nicht auch übertragen können?

Dr. A. Gröbe: Sie haben die Unterschiede im strukturellen Aufbau von Elastin- und Kollagenfasern erläutert und den Einfluß der Gerbung dargelegt. Als Nachweis für diese strukturellen Änderungen benutzten Sie die Doppelbrechung. Anscheinend tritt bei der Gerbung eine Schrumpfung ein, da man sah, daß der Durchmesser der gegerbten Fasern kleiner wurde.

Prof. Batzer: Eine Schrumpfung der Länge nach haben wir dadurch vermieden, daß wir die gereckte Faser zuerst an beiden Enden fixiert und dann erst gegerbt haben. Dadurch war die gegerbte Faser trotz des Reckens isotrop. Sie wurde aber nach dem Entgerben - wie jeder elastische Stoff - wieder anisotrop.

Dr. A. Gröbe: Das heißt also, daß die Schrumpfungsvorgänge, die von der Doppelbrechung angezeigt werden, von Ihnen ausgeschlossen worden sind.

Dr. Laub: Ich möchte auf ein Dilemma hinweisen, in dem wir uns immer befinden, wenn wir uns mit dem Zusammenhang der Fasereigenschaften mit den Aufbauprinzipien der Kunststoffe auseinandersetzen. Was wäre zum Beispiel beim Auftauchen der Polyester auf Grund ihrer physikalischen Meßdaten über ihre Zukunft und ihre Entwicklungsmöglichkeiten vorherzusagen gewesen? Diese Prognose wäre längst nicht so günstig ausgefallen, wie die Entwicklung dann tatsächlich verlief.

Eine andere Frage: Welche Existenzberechtigung haben Nylon 6, Nylon 6,6 und Polyester nebeneinander, und welche Unterschiede haben sich empirisch - also nicht durch gezielte Forschung - herausgestellt? Welches Material eignet sich besser für Reifenkord? Niemand hätte voraussagen können, daß der Nachteil des Nylon 6 darin besteht, daß man eine Kaltwasserbehandlung anwenden muß, die die Produktionskapazität verringert.

Ich weiß nicht, ob vorausgesagt wurde, daß die Polyestergewebewege ihrer außerordentlich hohen Knitterfestigkeit so erfolgreich sein würden. Ist vielleicht schon geklärt, inwieweit die Knitterfestigkeit mit dem Aufbau der Moleküle zusammenhängt? Und wodurch unterscheidet sich gekräuselt Garn, das nach verschiedenen Verfahren texturiert wurde, in der Verarbeitung?

Zusammenfassend möchte ich sagen: Im Bereich der reinen Wissenschaft ist es ziemlich leicht, zu diskutieren; auch im Bereich der reinen Empirie. Der Brückenschlag zwischen beiden verursacht dagegen große Schwierigkeiten. Dieser kann nur dann erfolgen, wenn man mit strenger Systematik zuerst folgendes zu klären versucht:

1. Welche Eigenschaften sind überhaupt im Hinblick auf die Verarbeitung der Faser erwünscht?
2. Wie sind diese aus dem Hausfrauenjargon in naturwissenschaftliche Forderungen umzuformen?
3. Wie sind diese durch geeigneten Aufbau des Polymeren sowie durch geeignete Spinn- und Streckverfahren zu verwirklichen?

Prof. Batzer: Ich habe an den Anfang meines Vortrags einen Katalog jener Eigenschaften gestellt, die notwendig und wünschbar sind. Da-

bei habe ich sicher nicht alle Feinheiten angeführt. Es ist außerordentlich begrüßenswert, diese Eigenschaften durch exakte Meßdaten zu katalogisieren. Natürlich fangen die Probleme erst dann an, wenn man vom Labor zu einem größeren Maßstab übergeht.

Als erstes sollten wir diesen Katalog der gewünschten Eigenschaften besitzen. Das wäre eine lohnende Aufgabe für irgendein Gremium oder für die Hochschulen. Erst dann können wir von der theoretischen Seite her an die Syntheseprobleme herangehen, die auch sehr vielschichtig sind. Die dritte Stufe wäre dann die Verifizierung dieser Erkenntnisse für die praktische Auswertung.

Dr. Albrecht: Zum Konstruieren brauchen wir folgende Voraussetzungen:

Zuerst müssen wir messen und dann die Konstruktionselemente zusammenstellen. Das müssen wir im textilen Bereich genauso tun wie in der Metallurgie oder im Maschinenbau.

Dr. Daimler: Herr Professor Batzer, Sie benutzten das Wort „*Querfestigkeit*“, das auch in der Chemiefaserindustrie verwendet wird, aber nicht sehr genau definiert ist. Wir meinen damit zum Beispiel, daß ein geknoteter Faden gegenüber einem linearen einiges an Festigkeit verliert. Es gibt aber noch eine Reihe anderer Methoden, um diese Eigenschaft zu prüfen und zu definieren. Was versteht man bei den Kunststoffen unter der Querfestigkeit?

Machen Sie überhohe Kristallinität oder zu weit getriebene Vernetzung für schlechte Querfestigkeit verantwortlich?

Prof. Batzer: Die Querfestigkeit ist allerdings ein noch wenig definierter Begriff. Im Rahmen meines Referats ist darunter folgendes zu verstehen: Wenn Sie die Makromoleküle einer Belastung in einer einzigen Richtung aussetzen (wie z.B. beim Reckprozeß), dann werden diese aneinander abgleiten, bis ein Schwellenwert erreicht ist. Die Enthalpiekräfte verhindern dann ein weiteres Abgleiten, und die Festigkeit erreicht ein Maximum. Das wäre also die Querfestigkeit im molekularen, aber nicht im übermolekularen Bereich. Allgemein gesehen ist dieser Begriff aber nicht so definiert. Er ist nur als Demonstration von mir gedacht gewesen.

Die Querfestigkeit hat große Bedeutung. Man kann sie durch die Enthalpiekräfte oder durch die Vernetzung erreichen. Auf dem Kunststoffsektor verstehen wir darunter generell die Verschiebung der Festigkeiten in den einzelnen Dimensionen. Bei Fasern liegt die Festigkeit nur in einer Richtung. Wir Kunststoffchemiker streben jedoch gleiche physikalische wie elektrische Eigenschaften in allen drei Dimensionen an. Das ist für die technische Anwendung der Kunststoffe unbedingt notwendig.

Ihre zweite Frage bezog sich auf die Vernetzungsdichte. Bei den Thermoplasten, meinem Fachgebiet, müssen wir uns täglich damit beschäftigen. Mit zunehmender Vernetzungsdichte geht die Zerreißfestigkeit zurück. Darum verstärken Sie ja auch hochvernetzte Stoffe mit Fasern. Hiedurch erhöhen Sie die Festigkeit in einer Dimension und fügen die Querfestigkeit durch die Vernetzung der Kunststoffmatrix hinzu.

Dr. Barthel: Hatten Sie in Tabelle 4 die Absicht, mit der Erwähnung von anorganischen Fasern das Textilgebiet anzusprechen?

Prof. Batzer: Ich zeigte eine Tabelle mit „*exotischen*“ Fasern, die heute insbesondere in nichttextilen Gebieten Anwendung finden. Ich wollte nur demonstrieren, welche Strukturmerkmale wir bei Karbonfasern bzw. Whiskers heute schon kennen und welche Konsequenzen man daraus zieht. Bei der Übertragung auf den textilen Sektor müßte man eine ganze Reihe von Folgerungen ziehen, die zum Teil gegen meine als *advocatus diaboli* vorgebrachten Hypothesen sprechen, andererseits aber die konventionellen Ansichten über die Voraussetzungen der Faserbildung durchaus begünstigen.

Dr. Barthel: Aber man rechnet doch auch die Glasfäden, die Sie in Ihrer Tabelle anführten, zum textilen Bereich. Die rein textile Anwendung der Glasfäden ist heute ja schon beachtlich.

Prof. Batzer: Übrigens habe ich zwei verschiedene Arten von Glasfasern durch den Young-Modul charakterisiert. Fasern mit dem angelegenen Young-Modul verwenden Sie nicht im Textilsektor, son-

dern besser die normalen Glasfasern mit nicht so großer Steifigkeit. Dann habe ich die keramischen Fasern sowie die Carbon- und Boronfasern (die ja aus Seele und Hülle bestehen) angeführt.

Dr. Kaufmann: Ich möchte eine kleine Ergänzung bringen: Sie erwähnten den Unterschied zwischen nieder- und hochmolekularer Chemie. Als Beispiel für erstere brachten Sie die Farbstoffe. Diese werden durch eine bestimmte reaktive Gruppe charakterisiert, wogegen man bei den Makromolekülen eine Überstruktur findet. Die organischen Pigmente sind nun Substanzen, die zwar vom Molekül her aus der niedermolekularen Chemie stammen, die aber in ihrem Verhalten zur makromolekularen Chemie überleiten, insofern als die Dispergier- sowie Beeinflussbarkeit der Kristallisationsgeschwindigkeit organischer Polymerer durch diese Substanzen nicht mehr durch die Betrachtung des Moleküls allein, sondern nur durch eine Einbeziehung der Überstruktur dieser Verbindungen erklärt werden kann.

Prof. Batzer: Typische „primäre“ Eigenschaften, wie sie beispielsweise die Farbe eines Pigments oder die Heilwirkung eines Medikaments, sind nicht an die Molekülgröße geknüpft, sondern an eine spezielle Gruppe. „Sekundäre“ Eigenschaften aber, wie Diffusionsgeschwindigkeit, niedriger Dampfdruck etc., werden durch die Überstruktur bedingt.

Dr. Sierig: Sehen Sie eine Möglichkeit, die phantastischen Eigenschaften der Carbonfasern auf die Kunststofftechnik zu übertragen?

Prof. Batzer: Die Carbonfaser spielt im Kunststoffsektor bereits eine gewisse Rolle, und zwar als verstärkendes Material für hochempfindliche Teile im Auto- und im Flugzeugbau. Sie wird mit den verschiedensten vernetzenden Kunststoffen verarbeitet. Die zweite Anwendung beruht auf ihrer verstärkenden Wirkung zusammen mit Metallen. Der derzeitige Einsatz ist nur wegen des hohen Preises beschränkt. Die Carbonfaser kostet heute immer noch 1000 bis 2000 DM pro Kilogramm im versponnenen Zustand. Vielleicht wird sie um eine Größenordnung billiger, aber kaum um mehr, wenn man an die komplizierte Herstellung denkt. Sie wird daher kein großer Rohstoffabnehmer für Polyacrylnitrilfasern werden, aus denen sie heute überwiegend hergestellt wird. Der Verbrauch wird zunächst höchstens einige hundert Tonnen betragen.

Dr. Sierig: Kann die bei Carbonfasern erzielte Festigkeit auch bei Massivkunststoffen erreicht werden?

Prof. Batzer: Das ist ausgeschlossen, und das kann ich auch theoretisch begründen. Bei den Whiskers wirkt sich nämlich die Atombindungsenergie am stärksten aus.

Fasereigenschaften und Fertigprodukte

Dr. Hugo L. Röder

Zentrales Forschungsinstitut der AKU und der verbundenen Unternehmen, Arnhem, Niederlande

Im ersten Kapitel wird eine Übersicht über die zur Charakterisierung eines Fasermaterials dienenden Größen angegeben. Ohne auf Einzelheiten der Labormethoden zur Bestimmung dieser Größen näher einzugehen, wird festgestellt, daß die Charakterisierung eines Fasermaterials heute keine Probleme mehr darstellt.

Für die Fertigprodukte verhält sich die Sache allerdings anders. Hier sind die Anforderungen für jedes Produkt verschieden und außerdem fehlen dazu im allgemeinen genaue und/oder quantitative Angaben.

Im dritten Kapitel wird der Weg beschrieben, den die Faser über eine Reihe von Produktionsstadien bis zum fertigen Artikel zurücklegt, der über ein oder mehrere Distributionselemente führt, eine Situation, die für ein und dasselbe Erzeugnis auf verschiedenen Märkten, in verschiedenen Ländern sehr variabel sein kann. Die Erfahrung lehrt, daß die Entwicklung einer neuen Faser von sämtlichen Elementen der Marktstruktur bestimmt wird und gegebenenfalls negativ beeinflußt werden kann.

In Kapitel 4 werden zur Illustration dieser Lage einige Beispiele als "case histories" gegeben.

Im fünften Kapitel folgt dann ein Ausblick auf künftige Entwicklungen. Der Vortragende richtet sein Augenmerk auf die Zusammenhänge zwischen der technologischen Forschung, der Entwicklung und dem Marketing und auf die Notwendigkeit, bei der Erarbeitung neuer Polymeren und/oder Fasern diese Elemente zu integrieren.

In the first paragraph of this paper a survey is presented of the parameters which characterize a fibre; leaving aside the details of the laboratory techniques for determining these parameters the conclusion is drawn that the characterisation of fibres presents no problems.

For the enduses the situation is different: here the requirements vary for each article and quantitative data and/or well formulated requirements are seldom available.

As to the road which leads from the fibre to the enduse through various textile processing stages and distribution channels it is demonstrated that the development of new products can be seriously affected by any of these elements.

In the following section four case histories taken from practice illustrate this situation. In section 5 an excursion is made into future developments. The paper illustrates the interrelation of technical research, development and marketing activities in the creation of new products and emphasises the necessity of taking into consideration all the relevant elements instead of just creating new polymers and/or fibres and then letting things happen.

Der starke Zuwachs an neuen Chemiefaserarten und -typen in den letzten 25 Jahren hat für die Textilindustrie ein neues Problem geschaffen, und zwar:

Welche Faser muß man für ein bestimmtes Fertigprodukt benutzen? - oder aber:

Welche Fertigprodukte können aus einer gewissen Faserart hergestellt werden?

Die erste Frage ist die der Textilindustrie, die zweite Frage ist in erster Linie die der Faserhersteller.

Wir werden uns in diesem Vortrag zuerst mit der Charakterisierung der Faser, sodann mit der Charakterisierung der Fertigprodukte und schließlich mit dem Weg, der von der Faser zum Fertigprodukt führt, befassen. Im vierten Kapitel werden wir die gesammelten Erfahrungen an Hand einiger Beispiele erläutern und in Kapitel 5 den Blick auf die Zukunft richten.

1. Die Fasereigenschaften

Bevor wir uns mit den Eigenschaften der Fasern beschäftigen, wird es nützlich sein, festzustellen, von welchen Fasern wir sprechen. Aus den großen Mengen der Faserstoffe, die in den letzten 25 Jahren auf den Markt gebracht worden sind, treten zwei Kategorien hervor:

- a) *die synthetischen Fasern* und
- b) *die modifizierten Zellulosefasern.*

Die zweite Kategorie ist zwar die ältere, sie soll aber dennoch im Rahmen dieses Vortrags erst an zweiter Stelle kommen.

Zur ersten Kategorie gehören die drei wichtigsten synthetischen Faserarten, nämlich

Polyester,
Polyamid,
Polyacrylnitril, außerdem die
Polyolefine und die
Polyvinyl-derivate.

Alles weitere ist quantitativ nicht interessant.

Von der zweiten Kategorie, den modifizierten Zellulosefasern, läßt sich sagen, daß die Fasern dieser Gruppe, die man gleichsam als Übungsmaterial für die ganze Chemiefasertechnik und -anwendung gebraucht hat, von historischer Bedeutung gewesen sind. Quantitativ ist diese Gruppe noch heute wichtig, qualitativ wurde sie von den synthetischen Fasern vollständig überholt.

Welches sind nun die Eigenschaften, die zur Beschreibung eines Chemiefasertyps angeführt werden könnten?

Wir glauben, daß für eine allgemeine Charakterisierung der Anwendungsmöglichkeiten eines Fasermaterials zehn Faktoren wesentlich sind (Tab. 1).

Tabelle 1: Die zehn wichtigsten Eigenschaften von Fasern

1. Verhalten in bezug auf Kräfte in Längsrichtung der Faser:
 - a) Kraft-Dehnungsdiagramm
 - b) Spezifische Bruchfestigkeit und Dehnung
 - c) Modul

2. Verhalten in bezug auf Kräfte in Querrichtung der Faser:
 - a) Knotenfestigkeit
 - b) Biegefestigkeit
 - c) Torsionsmodul
 - d) Bruchtorsionswinkel
3. Verhalten in bezug auf Knittern und Kompression
4. Scheuerwiderstand
5. Verhalten in bezug auf Temperatur:
 - a) Schmelzpunkt
 - b) Glasübergangspunkt
 - c) Hitzeschrumpf
6. Verhalten in bezug auf Licht:
 - a) im Freien
 - b) hinter Glas
7. Aufnahme von Wasser aus der Dampfphase (regain):
 - a) Adsorption
 - b) Desorption
8. Verhalten in bezug auf wässrige Lösungen und Chemikalien, insbesondere Säuren, Alkalien, Seifen, Chlor und Trockenreinigungsflüssigkeiten:
 - a) Festigkeitsbeeinflussung
 - b) Schrumpferscheinungen
9. Aufnahme von Farbstoffen
10. Spezifisches Gewicht

Wünscht man eine noch genauere Charakterisierung, so können die Eigenschaften 11 bis 20 von Tabelle 2 bestimmt werden:

Tabelle 2: Zehn weitere Eigenschaften von Fasern

11. Farbe
12. Verhalten in bezug auf Oxydation und/oder Vergilbung
13. Verhalten in bezug auf Pilling
14. Verhalten in bezug auf Verschmutzung
15. Verhalten in bezug auf elektrostatische Aufladung
16. Verhalten in bezug auf Brennbarkeit
17. Verhalten in bezug auf Angriff durch Bakterien
18. Verhalten in bezug auf Ermüdung (Zyklen mit wiederholter Kompression und Verlängerung)
19. Verhalten in bezug auf Verlängerung (speziell bei höherer Temperatur)
20. Verhalten in bezug auf Schlagfestigkeit (Kräfte bei hohen Geschwindigkeiten)

Wenn noch weitere Wünsche und/oder Möglichkeiten zur Prüfung vorliegen, dann können von jeder Faserart ohne Schwierigkeiten zehn bis zwanzig weitere Eigenschaften im Labor bestimmt werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Charakterisierung im Labor keine Probleme mit sich bringt. Man braucht nur die verschiedenen Bücher oder Tabellensammlungen zu Rate ziehen, um für jede beliebige Faserart die entsprechenden Größen zu finden.

Fragt man sich, welche wesentlichen neuen Eigenschaften der Chemiefasern, insbesondere der synthetischen Fasern, zur Entwicklung der Fertigprodukte in der Textilindustrie beigetragen haben, dann ist die Antwort:

1. Der *Formfaktor*, der charakteristisch ist für die Endlosgarne; diese besitzen nämlich einerseits einen sehr kompakten Bau, der sich für die industriellen Anwendungen als sehr nützlich gezeigt hat, und andererseits *Volumen*, weil sie texturiert werden können.
2. Die *Hydrophobie* in Verbindung mit der *hohen Knitterfestigkeit* hat uns die pflegeleichten Kleider gebracht.
3. Die *hohe Festigkeit* in Kombination mit der *hohen Verschleißfestigkeit* hat die Herstellung von dünneren, leichteren Stoffen ermöglicht.

Noch gibt es negative Eigenschaften bei den Synthetics, wie statische Aufladung, Pilling und eine etwas schwierige Farbstoffaufnahme aus den üblichen wäßrigen Lösungen, aber im großen und ganzen schlägt die Waage stark zugunsten der Synthetics aus. Es ist hinzuzufügen, daß in der Vergangenheit die Chemiefasern auf den damals existierenden Maschinen der Textilindustrie verarbeitet werden mußten. Das heißt, daß öfters nicht unter optimalen Umständen produziert wurde, weil die Maschinen für die Naturfasergarne entwickelt worden waren.

Wir sind jetzt in eine Periode eingetreten, in der immer mehr neue, speziell für Synthetics zu verwendende Apparaturen zur Verfügung stehen. Ich erinnere nur an

- Konverters (Pacific, Rieter, Seidel) für Kabelverarbeitung;
- feinere Kett- bzw. Rundstühle für Endlosgarne;
- sämtliche Hochtemperaturapparate der Färberei für Polyester;
- Falschzwirnmachines zur Herstellung texturierter Garne;
- Tufting-Machines zur Herstellung von Teppichen usw.

2. Fertigprodukte

Produkte, die aus Fasern hergestellt werden, lassen sich in vier Gruppen einteilen, und zwar:

- a) Kleidung
- b) Heimtextilien (Dekorstoffe, Teppiche etc.)
- c) Haushaltsartikel (Trockentücher, Handtücher, Bettwäsche etc.)
- d) Industrielle Anwendungen (Filtertücher, Planen, Reifen, Fischernetze, Sicherheitsgürtel, Förderbänder, Kabel etc.)

Das sind vier Gruppen mit ganz verschiedenen Anforderungen. Diese Situation macht es verständlich, daß es zweckmäßig ist, die Eigenschaften der Faserarten auf die Anwendungen abzustimmen. Folgende Tendenz konnte man in den letzten zehn bis zwanzig Jahren wahrnehmen: Auf der Basis der existierenden Polymeren erfolgte die Entwicklung spezieller Typen für spezielle Anwendungen.

Die Frage erhebt sich, inwieweit überhaupt die Anforderungen, die an ein Fertigprodukt gestellt werden, genau bekannt sind. Gibt es genaue Angaben über die wesentlichen Anforderungen, die beispielsweise an einen Blusenstoff, einen Schirmüberzug, einen Vorhang, einen Teppich, ein

Bettuch oder an ein Fischernetz gestellt werden? Die Antwort lautet: Immer, wenn bisher ein Artikel aus einem bestimmten Material (bis vor kurzem noch stets aus Naturfasern) angefertigt wurde, dann waren ganz automatisch schon dadurch die Anwendungsmöglichkeiten begrenzt; man verfügte über Wolle, Baumwolle und Leinen und wählte sämtliche durch die Garn- bzw. Stoffherstellung gegebenen Variablen derart, daß ein optimales Fertigprodukt entstand.

Dennoch ist die Lage, in der wir uns befinden, so, daß wir die gewünschten Eigenschaften eines Fertigproduktes ganz klar kennen möchten. Als Faserhersteller sind wir gezwungen, diese Eigenschaften entweder selber zu bestimmen oder (und sogar lieber) sie in Zusammenarbeit mit den Erzeugern der Fertigprodukte (unseren Abnehmern) zu ermitteln. Im allgemeinen müssen wir leider feststellen, daß uns Daten über die Anforderungen, die jeweils an das künftige Fertigprodukt gestellt werden sollen, bisher nicht in genügendem Maße zur Verfügung stehen.

3. Der Verbindungsweg

Die Faser durchläuft mehrere Behandlungen, bevor das Fertigprodukt zustandekommt. Deren Anzahl hängt von letzterem ab und kann zwischen *einer* Behandlung (z.B. bei Damenstrümpfen) und *vier* Behandlungen (z.B. bei einem Damenkleid) variieren. Dazu kommen dann Distributionselemente, und zwar entweder der Einzelhandel oder der Groß- und Einzelhandel, hinzu. Drittens besteht die Möglichkeit einer zusätzlichen Konverteraktivität.

Jede dieser Zwischenstufen auf dem Weg vom Faserlieferanten zum Konsumenten hat auf die Einführung eines neuen Produkts sowie auf die Entwicklung einer Neuerung Einfluß. Sehen wir uns dies einmal kurz anhand des Marktstrukturdiagramms an (Abb. 1).

a) Garnherstellung

Bei der Umwandlung von Fasern in gesponnenes Garn übt der technische Prozeß einen bedeutenden Einfluß aus. Denken Sie zum Beispiel an die Unterschiede zwischen einem aus ein und derselben Faserart hergestellten Dreizylindergarn, einem Streichgarn und einem Kammgarn. Sie erkennen dann sofort den großen Einfluß des Titers, der Schnittlänge und des Einzelfadenprofils. Die Zwirnhöhe ist ebenfalls von Bedeutung.

b) Tuchherstellung

Abhängig von Garnnummer, Fadenzahl und Bindungsdichte besitzt das Gewebe verschiedene Eigenschaften. Außerdem erhält man aus ein und demselben Garn unterschiedliche Produkte, je nachdem, ob man es auf einer Web- oder auf einer Wirkmaschine verarbeitet.

c) Veredlung

Auf dem Weg vom Rohgewebe bzw. Rohgewirke bis zum gefärbt bzw. bedruckt ausgerüsteten Stoff können dessen Eigenschaften beträchtlich beeinflußt werden. Nicht nur die Auswahl von Dessin und Farben ist außerordentlich

wichtig, es kann auch die Oberfläche selbst (z.B. durch Rauhen) verändert werden. Ebenso kann man auch die Steifheit bzw. die Schlaffheit modifizieren, usw.

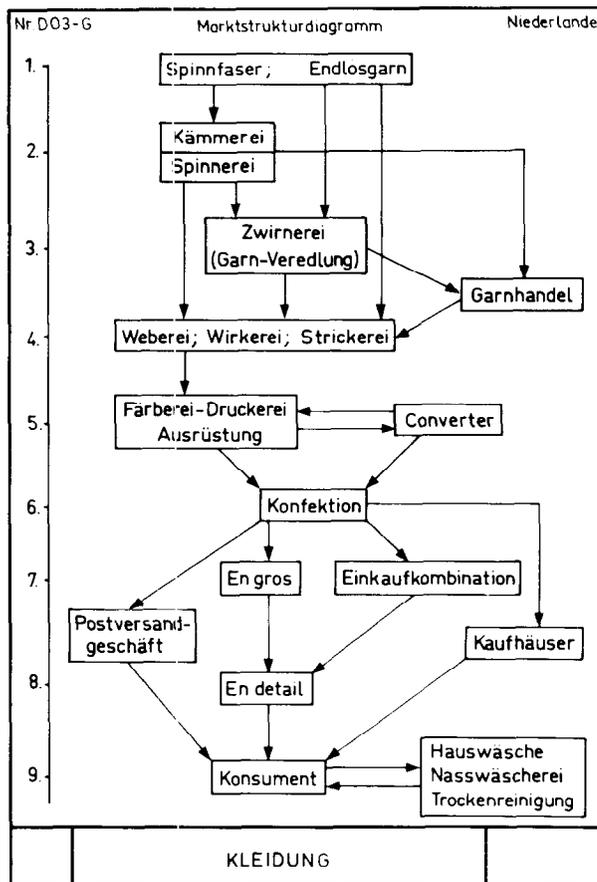


Abb. 1: Kleidung

d) Herstellungsverfahren für Kleider

Wenn es sich um Kleider handelt, haben der Schnitt und das Modell einen wesentlichen Einfluß auf das Fertigprodukt.

e) Pflege

Hier tritt ein wesentliches Element hervor, nämlich die Frage, wie sich ein Textilprodukt hinsichtlich seiner Pflege (d.h. bei Naß- bzw. Trockenreinigung) verhält.

Faltenloses Aussehen nach dem Trocknen nach einer Naßbehandlung (Wäsche) kann heutzutage als ein notwendiges Erfordernis betrachtet werden. Dasselbe trifft auch für das Trockenreinigen zu, obgleich ich hinzufügen möchte, daß eine konsequente Anwendung hydrophober Fasern in Zukunft dazu führen kann, daß ein chemisches Reinigen nicht länger notwendig sein wird.

f) Distributionselemente

Auf dem Verbindungsweg zwischen Faser und Fertigprodukt befinden sich - wie bereits erwähnt - auch Distributionselemente. An verschiedenen Stellen im Marktstrukturdiagramm ist die Lage derart, daß der Artikel vom Hersteller nicht direkt zum nächsten Verarbeiter

geht. Man kann sich dies so vorstellen, als ob sich auf diesem Verbindungsweg eine Drehscheibe befände, die die Produkte auf Seitenwegen in eine andere Richtung führt. Diese Funktion kann vom Grossisten, einer Einkaufsgesellschaft oder von einem Postversandgeschäft erfüllt werden.

Für Rohgewebe kommt die spezialisierte Tätigkeit des Konverters hinzu. Diese umfaßt den Einkauf des Rohstoffs, die Auswahl von Farbe und/oder Druckdessin sowie die Weiterleitung des Materials an die Kleiderindustrie bzw. an die Meterwarenverkaufsstelle. Besonders in England sowie in den Vereinigten Staaten spielt (spielte) der "Master-Converter" in der Textilindustrie eine wichtige Rolle.

Einige Beispiele für weitere Marktstrukturdiagramme sind in Abbildung 2 für Strümpfe (ein sehr kurzer Verbindungsweg), in Abbildung 3 für Reifen (als Exempel für eine industrielle Anwendung) und in Abbildung 4 für Dekorstoffe gezeigt. Der Anlaß zu dieser Erörterung ist lediglich, Ihnen klar vor Augen zu führen, daß auch die Morphologie des Verbindungsweges aller Arbeitsstufen vom Fasermaterial bis zum fertigen Konsumartikel ausschlaggebend ist. Dabei spielen sowohl Produktions- als auch Distributionselemente eine wesentliche Rolle.

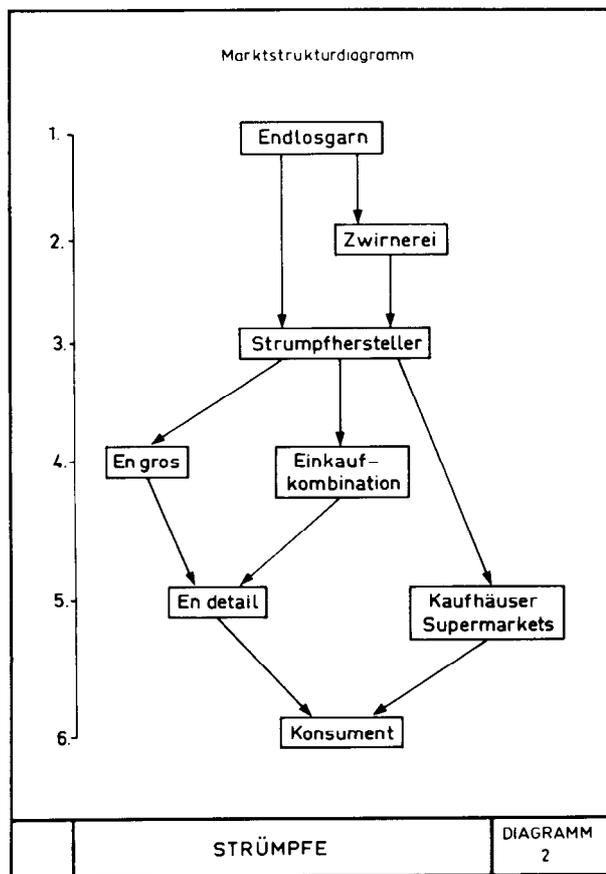


Abb. 2: Strümpfe

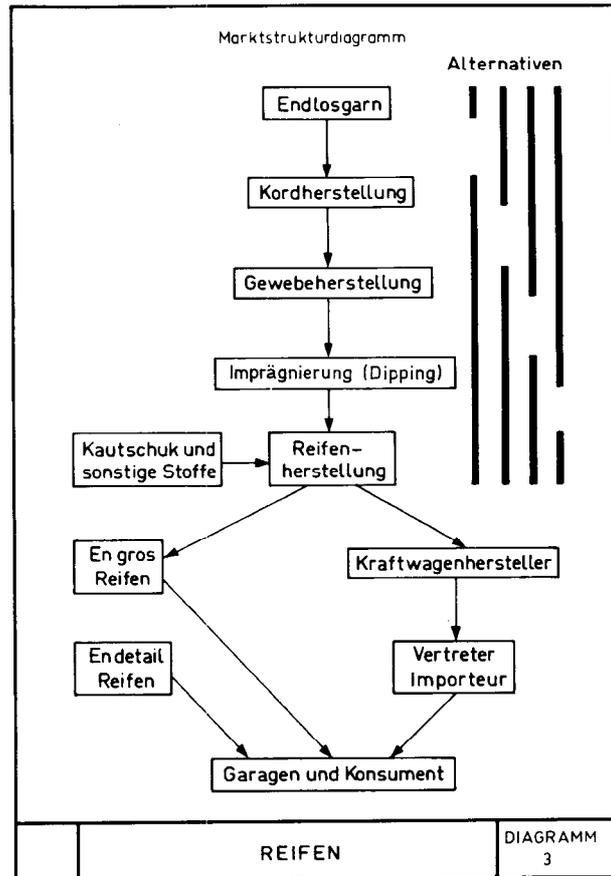


Abb. 3: Reifen

4. Beispiele

Ich möchte Ihnen jetzt an Hand einer Reihe von Beispielen demonstrieren, wie das „Entwicklungsgelände“ in der Praxis aussieht. Dazu betrachten wir zuerst eine Anzahl von Fällen, in der ein neues Fasermaterial ein „stabiles“ Anwendungsgebiet erreicht hat.

Erstes Beispiel: der Damenstrumpf

Eines der ersten Fertigprodukte, das den Übergang von Natur- zu Chemiefasern durchmachte, war der Damenstrumpf. In den Jahren 1910 bis 1920 hatten immer noch die Seide oder die Baumwolle als Rohmaterial hierfür gedient, danach verwendete man Kunstseide aus regenerierter Zellulose. Um 1940 kam der zweite Übergang, und zwar zu glatten Polyamidgarnen. Anfangs wurden Garne mit verhältnismäßig hohem Titer (etwa 60 bis 70 dtex), bald darauf aber glatte Monofilgarne mit 33, 22 oder 17 dtex hergestellt. Die Entwicklung schritt aber weiter: etwa 1952 bis 1954 wurden die Torsionsgarne eingeführt; dann - gegen Ende der Fünfzigerjahre - die elastischen (Falschzwirn-) Garne und in der heutigen Periode verschiedenartige texturierte Garne.

Auffallend ist der Trend, von den glatten zu texturierten Garnen überzugehen. Hier laufen zwei Tendenzen parallel: einerseits das Streben nach Elastizität im Strumpf (wegen

des Tragkomforts), andererseits das nach Herabsetzung der Anzahl der Strumpfgrößen, das heißt statt der Größen 8 1/2 bis 11 (also etwa sechs bis sieben Größen) nur zwei Größen, nämlich "Large" und "Small" und eventuell noch "Medium". Außerdem kommen noch zwei Tendenzen hinzu, die sich

- a) auf die Ästhetik, und zwar auf den Wunsch nach Durchsichtigkeit (*sheerness*) beziehen; eine neue Entwicklung in dieser Richtung ist der Ministrumpf, das heißt der "un-boarded" Strumpf, der im Gegensatz zum früheren, sorgfältig geformten Strumpf fast keine Form aufweist, aber so elastisch ist, daß er sich mühelos an Fuß und Bein anschließt, und
- b) auf die Strumpfhose (eine Folge der Minimode), die auf dem Wege ist, eine avancierte Lösung für das Beinbekleidungsproblem zu bieten und den bisher üblichen Damenstrumpf zu ersetzen.

Wenn ich dann noch erwähne, daß etwa zwischen 1948 und 1968 die Cottonmaschine zur Herstellung von Strümpfen zur Gänze von der vollautomatischen Rundstrickmaschine überholt wurde, und daß diese Maschine von einer zwei- zu einer vier- und weiter zu einer sechs-, acht- und zwölf-systemigen Maschine entwickelt wurde, dann ersehen Sie aus diesem Beispiel die ganze Problematik des Textilfertigprodukts:

- Änderung der Art der Garne (Polymere),
- Änderung der Garnarten,
- Änderung des Fertigprodukts an sich,
- Änderung der Maschinen zur Herstellung des Produkts
- und schließlich die Distribution.

Vor zwanzig Jahren war der Strumpf ein Spezialprodukt in einem Spezialgeschäft; heute ist er ein Artikel, den man in der Drogerie, im Supermarkt und vielleicht sogar im Bahnhofsautomaten findet. Immerhin ist es aber ein Artikel, der pro Kopf (pro Dame) im Mittel in einer Anzahl von 20 bis 25 Paar pro Jahr konsumiert wird.

Dazu läßt sich noch erwähnen, daß sich auch die Marktstruktur für Strümpfe in den verschiedenen Ländern stark geändert hat. Während es vor 25 Jahren sehr viele kleine Strumpfwirkereien gab, sind heute in den meisten der westeuropäischen Länder nur drei bis fünf sehr große Hersteller übriggeblieben.

Im Rahmen der EWG findet man in der Deutschen Bundesrepublik neben einigen sehr großen und fünf mittelgroßen Betrieben, die insgesamt etwa 90 bis 95 Prozent des ganzen Konsums produzieren, noch etwa sechzig kleine Betriebe, die die übrigen etwa 5 Prozent liefern. Nur in Italien existieren neben drei größeren Betrieben noch Hunderte von kleineren Geschäften, die insgesamt 60 Prozent des Marktes absorbieren. Die Lage in Italien unterscheidet sich auf diesem Gebiet jedoch scharf von den übrigen Ländern der EWG sowie von der in Großbritannien oder in den Vereinigten Staaten.

Nun kommen wir wieder zu unserem eigentlichen Thema Fasereigenschaften und Fertigprodukte.

Ist es möglich, auf irgendeine Weise einen klaren und einfachen Zusammenhang zwischen Festigkeit, Knitterbeständigkeit, Wasseraufnahmevermögen (und den sonstigen zehn Eigenschaften, denen wir in Kapitel 1 begegnet sind) und den jetzigen Damenstrümpfen zu ermitteln?

Rekapitulieren wir deshalb noch einmal kurz die Änderungen, die in den letzten 25 Jahren stattgefunden haben:

Viele Einzelheiten, die der Strumpfsachverständige noch hinzufügen könnte, wurden nicht erwähnt. Dennoch können wir feststellen, daß sich seit etwa 25 Jahren die Polyamidgarne als Material für die Strumpfindustrie behauptet haben, daß aber viele Male modifizierte Garnarten entwickelt werden mußten, um optimale Eigenschaften im Endprodukt zu erreichen. Weiters kann man sagen, daß Polyamidgarne an sich ein zweckmäßiges Rohmaterial für die Herstellung von Damenstrümpfen bilden, wobei die Kombination von hoher Festigkeit und hoher Dehnung neben hoher Verschleißfestigkeit und guten färberischen Eigenschaften als wesentliche Beiträge dazu betrachtet werden müssen.

Zweites Beispiel: Oberhemden aus Kettstuhlwirkware aus Polyamidgarnen

Etwa 1962 bis 1963 wurde von Skandinavien aus das Wirkwarenoberhemd auf den europäischen Markt gebracht. Die Idee war zwar damals schon etwa fünf bis zehn Jahre alt,

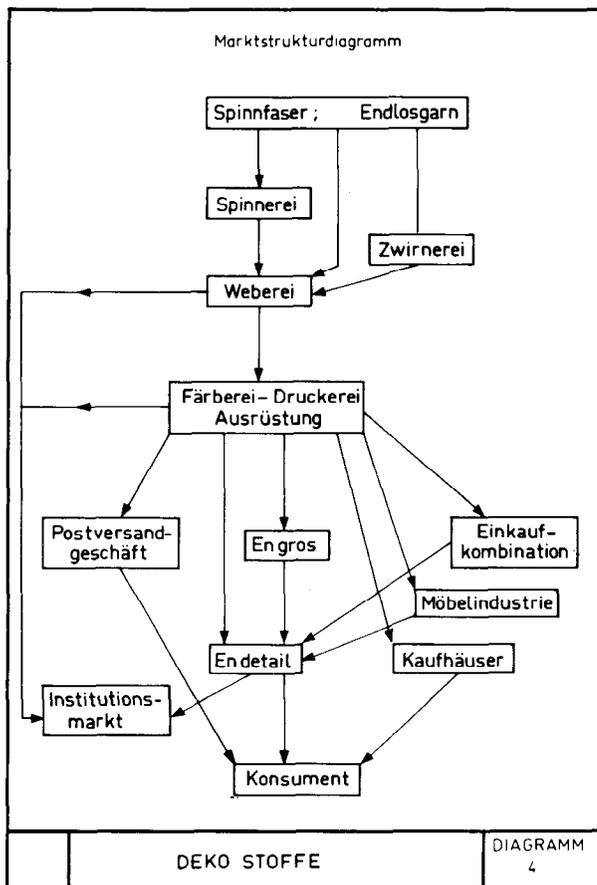


Abb. 4: Dekorstoffe

Jahr	Garn (Polymere)	Beingarn Titer dtex	Zwirn T/m	Paket	Maschine	Stabilisieren/Färben	Produkt
bis 1938	Reyon	133 f 6	1000	Cone	Cottonmaschine	Färben in Netz	Strumpf
~ 1948	Nylon Perlon	33 f 6 44 f 8	800 geschlichtet	Pineapplespule	Cottonmaschine, <u>nass</u> verarbeitet	Pre-boarding	Strumpf
~ 1956	Perlon	22 f 1	20	Cops	Cottonmaschine, <u>trocken</u> verarbeitet	Pre-boarding	Strumpf
~ 1959	Perlon elastisch oder Torsion	17 f 1	20	Cops	Automatische Rundstrickmaschine	Postboarding Pre-boarding	Strumpf
~ 1960	Perlon	auch: 22 f 2 22 f 3	20	Cops	Micro mesh Pneumatische Ablieferung	Dye-boarding	Strumpf
~ 1966	Perlon texturiert	..	20	Cone/Cops	..	Dye-boarding	Strumpf
~ 1967	.. ..	..	20	..	..	Dye-boarding	Strumpfhose
~ 1968	.. ..	..	20	..	ohne Fersen	Unboarded	Strumpf und Strumpfhose
SCHEMATISCHE ÜBERSICHT DER ÄNDERUNGEN BEI DER HERSTELLUNG VON STRUMPFEN IN DEN LETZTEN 40 JAREN							TABELLE 3

Tabelle 3: Schematische Übersicht über die Änderungen bei der Herstellung von Strümpfen in den letzten 40 Jahren

aber es dauerte ziemlich lange, bis die Bekleidungsindustrie das Problem der Konfektionierung, insbesondere der Kragen, gelöst hatte. Dies erfolgte durch die Entwicklung von Polyesterkettstuhlware, worauf bald Nylonkettstuhlware folgte. Wesentlich war auch die sogenannte „stabilisierte Bindung“, die es ermöglichte, eine gute Kettstuhlware herzustellen. Das Hemd erlebte einen formidablen Aufschwung. In den Jahren 1964 bis 1965 bestand der Oberhemdenmarkt zu etwa 60 bis 70 Prozent aus diesem Artikel. In den Jahren 1966 und 1967 trat dann ein Rückgang auf, und 1968 war dieses Oberhemd zu einem Warenhausartikel mit einem Verkaufswert von etwa 5 DM geworden. Auch quantitativ wurde es völlig überholt.

Im Vereinigten Königreich dagegen stieg der Prozentsatz an gewirkten Oberhemden im Jahre 1968 von etwa 45 auf 50 Prozent!

1964	1965	1966	1967	1968
26 %	35 %	43 %	45 %	50 %

Im vergangenen Jahr wurden dort über 40 Millionen Oberhemden aus Nylonkettstuhltrikot zum Preis zwischen 20,- und 50,- Shilling (etwa 10 bis 20 DM) pro Stück hergestellt.

Aus diesem Beispiel geht deutlich hervor, daß sich ein und derselbe Artikel auf zwei verschiedenen Märkten völlig verschieden verhalten kann. Wie läßt sich ein derartiger Fall erklären? Die Antwort liegt darin, daß sich die Situation ver-

schiedenartig entwickelt hat. In Europa wurde das gewirkte Oberhemd einer starken Preiserosion ausgesetzt. Die Garne wurden billiger und dadurch auch die Stoffe, die Konstruktion litt darunter, die Hemden wurden daher noch billiger, und schließlich war der Detaillist nicht mehr daran interessiert, diese Hemden überhaupt zu verkaufen.

In England dagegen wurden die Anforderungen an die Stoffe hoch gehalten. Es wurden sogar feinere Stoffe (auf 32 gg-Wirkmaschinen) entwickelt und viele dessinierte Stofftypen neben dem einfachen weißen oder dem gestreiften Tuch auf den Markt gebracht. Dadurch blieb das Hemd auch für den Detaillisten attraktiv.

Es ist sehr bemerkenswert, daß sich das Nylontrikothemd in England durchgesetzt hat, während es in Westeuropa momentan nicht gefragt ist und in den Vereinigten Staaten nie richtig Erfolg gehabt hat. Nur in Kanada wird es noch getragen.

Wäre es möglich, hier einen Zusammenhang zwischen Garn-eigenschaften und Fertigartikel zu ermitteln?

Immerhin sollte man sich daran erinnern, daß das Polyamidtrikothemd ein außerordentlich zweckmäßiger Artikel ist. Es ist pflegeleicht, es ist sehr dauerhaft, es läßt sich ohne die geringste Mühe in der Maschine waschen, und es trocknet überaus schnell. Am besten erklärt man die Sachlage damit, daß eine starke Popularisierung, die mit einem kräftigen Preisabbau verbunden ist, für einen Artikel wegen der Reak-

tion des Detaillisten einfach tödlich sein kann. Aus diesem merkwürdigen Beispiel kann man sehen, wie sehr *sämtliche* Elemente im Marktstrukturdiagramm einen Beitrag zum Erfolg oder zum Nichterfolg eines Fertigprodukts liefern.

Drittes Beispiel: Dekorationsstoffe

Die Dekorstoffe bilden ein Beispiel dafür, welchen Einfluß der Engroshandel auf die Wahl des Webers ausüben kann (Holland) und wie diese Situation auf einem anderen Markt (Frankreich) wesentlich verschieden sein kann. Wir betrachten dazu wieder ein Marktstrukturdiagramm, in dem zusätzlich Zahlen eingeschrieben sind (Abb. 5).

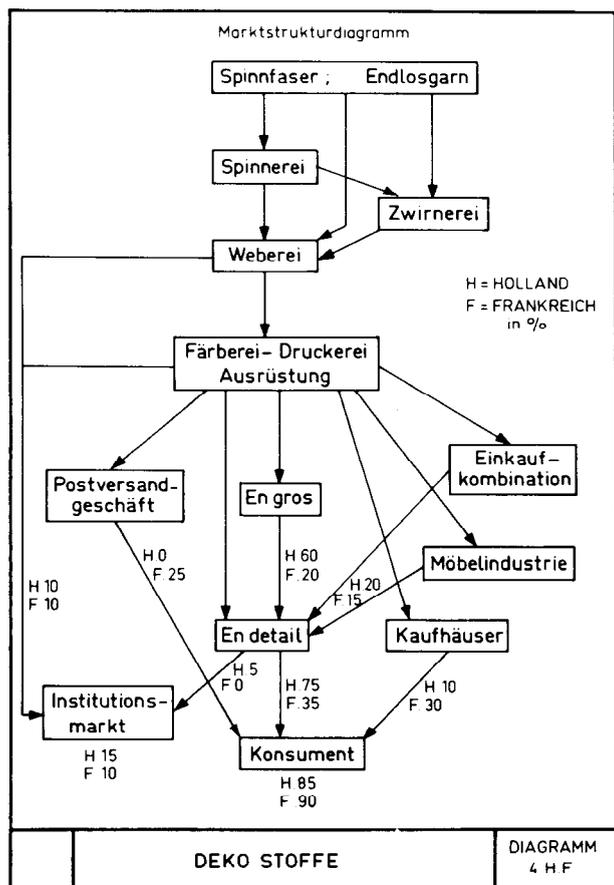


Abb. 5: Dekorstoffe

Daraus geht hervor, daß in Holland 75 Prozent des benötigten Quantums von der Hausfrau im Detailgeschäft gekauft werden. Der Grossist ist dabei derjenige, der bestimmt, welche Stoffe erhältlich sein sollen. Wenn er für ein bestimmtes Jahr den Charakter und das Material der Stoffe festgelegt hat, dann werden ihm von den Fabrikanten auch nur solche Stoffe geliefert. So hat jede Periode gewissermaßen ihre Favoriten, zum Beispiel Baumwolle, Acryl, Polyester usw. Heutzutage werden beispielsweise „rustikale“ Stoffe bevorzugt. Auch Eigenschaften wie die Pflegeleichtigkeit und dergleichen spielen bei der Wahl des Großhändlers eine Rolle. Zusammenfassend kann man aber sagen, daß die Auswahl

des Konsumenten durch das Angebot des Großhändlers gelenkt wird.

Wesentlich anders ist die Situation in Frankreich, wo das Kaufhaus und das Postversandgeschäft zusammen 55 Prozent des ganzen Konsums bestreiten, während das Detailgeschäft nur 35 Prozent hinzufügt. Hier sind es vielmehr die individuellen Weber, die bestimmen, welche Stoffe in einem bestimmten Jahr präsentiert werden sollen. Hier gelten bei der Auswahl von Garnen und Stofftypen im Dekorsektor durchaus andere Argumente als in Holland. Das Beispiel zeigt, wie der Großhändler den Erfolg eines bestimmten Fasermaterials beeinflussen kann.

Sie können einwenden, daß es sich hier vielleicht nur um zeitweilige Hemmungen handeln könnte und daß sich der Artikel mit den besseren Eigenschaften auf die Dauer doch durchsetzen würde. Die Erfahrung lehrt jedoch, daß derartige Restriktionen tatsächlich über den Erfolg oder den Mißerfolg eines Artikels entscheiden können.

Viertes Beispiel: Bettücher aus Polyamid-Kettstuhlwirkware

Im Jahre 1968 wurden in Großbritannien etwa 4,2 Millionen Paar Bettücher verkauft, das sind etwa 4000 Tonnen Garn. Diesen Erfolg muß man gegen den Hintergrund eines etwa 15 Jahre dauernden mühsamen Fortschritts auf diesem Gebiet betrachten. Ursprünglich stieß die Einführung dieser Art Bettücher auf die Abneigung der Großhändler. Sie meinten, das Tuch wiche zu stark vom üblichen baumwollenen Bettuch ab und würde von den Fachleuten einfach nicht akzeptiert werden. Es gab aber doch einen Produzenten, der sich nicht aus der Fassung bringen ließ und der beschloß, seine gewirkten Bettücher durch eine Postversandabteilung dem Publikum anzubieten. So bot er also etwa 1954 die Bettücher zu 69,- Shilling pro Paar in seinen Inseraten an.

Eine kleine, aber ermutigende Reaktion veranlaßte den Mann, sein Angebot im nächsten Jahr fortzusetzen und die Bettücher um 59,- Shilling pro Paar zu offerieren. Viele Kunden bestellten nochmals, und neue Kunden kamen hinzu. Dieses Spiel wiederholte sich noch einige Male, bis es schließlich den Durchbruch brachte. Jetzt kann man zwei Bettücher bereits zu 19,6 Shilling bestellen, und der Marktanteil ist, wie oben angegeben, recht erheblich. Es hat sich gezeigt, daß diese Bettücher anfangs besonders von Caravan-Besitzern - und deren gibt es viele in England - gekauft wurden.

Die Pflegeleichtigkeit und das schnelle Trocknen sind wichtige Vorteile für diese Kategorie. Später kamen auch noch andere Verbraucher hinzu, im allgemeinen aber doch ausschließlich Privatpersonen. Weder Hotels noch Krankenhäuser wollten diese Bettücher verwenden, denn überall, wo man sie zum Reinigen in Wäschereien senden mußte, fiel ja der Vorteil der Pflegeleichtigkeit weg. Für die Hausfrau jedoch war dieser Vorteil nicht zu bezweifeln. Durch die Zusammenarbeit von Wirkerei, Ausrüstung und Konfektion, besonders aber auch durch die systematische Planung des Versands von Katalogen, kann ein solches Geschäft derart

aufgebaut werden, daß es auch wirtschaftlich erfolgreich wird.

Heute werden diese Tücher bereits in fünf Farben angeboten. Es wurden neue Bindungen entwickelt, und es handelt sich ausschließlich um "fitted sheets". Obgleich das Nylontrikotbettuch auch schon in anderen Ländern erzeugt und verkauft wird, ist dessen Erfolg in England mengenmäßig unübertroffen. Mit diesem Beispiel habe ich versucht, Ihnen klarzumachen, wie eine Änderung im Distributionsmodell für die Lebensfähigkeit eines Fertigprodukts entscheidend sein kann.

Zusammenfassend kann man diesen vier Beispielen entnehmen, welche verschiedenen Faktoren den Erfolg eines Fertigprodukts bestimmen können, und zwar

bei Strümpfen:	eine Reihe von Faktoren,
bei Oberhemden:	das Aufrechterhalten der "specifications" für das Tuch,
bei Dekorstoffen:	das Einschalten des Großhändlers,
bei Bettüchern:	das Ausschalten des Großhändlers.

5. Wohin führt uns der Weg weiter?

In den vorigen Kapiteln habe ich Ihnen gezeigt, daß - abgesehen von den Fasereigenschaften - eine ganze Reihe von Faktoren ihren Einfluß ausüben muß, um einen Fertigartikel zu erhalten. Die wesentlichen Beiträge der Chemiefasern lassen sich auf den Fingern einer Hand abzählen. Es sind:

1. Festigkeit - dünnere Stoffe
2. Hydrophobie - Pflegeleichtigkeit
3. Knitterbeständigkeit - bessere Trageigenschaften
4. Günstiger Modul - Anwendungsmöglichkeit in der Kleiderindustrie
5. Texturierte Filamentgame - Vereinfachung in der Herstellung

Die erste Periode von 25 Jahren (1920 bis 1945) war die Zelluloseperiode, also die Kindheit der Chemiefasern. In den darauffolgenden 25 Jahren (1945 bis 1970) erfolgte der Durchbruch der Synthetics. Es ist die Periode der organischen Chemiker, der Herstellung von Monomeren und Polymeren und anschließend der textilen Verarbeitung und Anwendung, das Gebiet, auf dem die Textiltechniker mit wachsender Unterstützung von seiten der Physiker arbeiten.

Um die zweite Periode überblicken zu können, brauchen wir das Marktstrukturdiagramm, das uns zeigt, daß sowohl die Textilproduktionstechniken als auch die Distributions-elemente eine Rolle spielen, um zum Fertigartikel zu kommen. Im zweiten Zeitabschnitt haben die Chemiker die größte Rolle gespielt; jetzt sind die weiteren systematischen Arbeiten von den Universitäten übernommen worden. In der Industrie handelt es sich um eine Optimierung der Produkte und um eine Erniedrigung der Gestehungskosten. Die ganze Aufmerksamkeit wird jetzt dem Fertigartikel gewidmet. Hier liegt für die Chemiefaserindustrie der Schwerpunkt für die nächsten zehn bis zwanzig Jahre.

Monomere und Polymere kennen wir: das ist ein bekanntes Gebiet. Die Fertigartikel sind für uns aber ein noch unbekanntes Gebiet. Natürlich kann man noch sehr viel weitere

Einzelheiten von Fasern, Garnen oder Textilverarbeitungstechniken studieren, die Hauptfrage ist aber stets, wie man den Fertigartikel für den Konsumenten charakterisieren kann und welche Beziehungen es in bezug auf die Elemente im Marktstrukturdiagramm gibt. Erst dann, wenn wir uns auf diesem Weg Einsicht in die *Funktion des Fertigartikels* erobert haben, werden wir dessen Zusammenhang mit den Faser- und Polymereigenschaften klar erkennen können. Das wird in etwa zehn bis zwanzig Jahren der Fall sein. Ich kenne also die Antwort heute noch ebensowenig wie Sie. Ich kann Ihnen vielleicht nur für den Weg, der vor uns liegt, einige Hinweise geben.

In der *Funktion der Fertigartikel* kommen alle Änderungen, die in der Gesellschaft stattfinden, zum Ausdruck, und zwar spielen hier sowohl technische als auch soziale Evolutionen eine Rolle. Ich möchte zur Erläuterung Ihren Blick auf die Funktion des Kleidungsartikels richten und feststellen, daß man drei Phasen unterscheiden kann.

In der ersten Phase, sagen wir bis 1920 etwa, war zum Erhalten eines Kleidungsstückes eine Investition erforderlich. Außerdem brauchte der Artikel eine normale Pflege: er wurde gewaschen, gebügelt und immer wieder repariert, und eine lange Lebensdauer war sein primäres Element. Die Kosten für die Pflege waren unwesentlich im Vergleich zu seinem Anschaffungspreis. Die Kleidung diente zuerst den Eltern, dann den Kindern, oder sie ging von den Eltern zum Personal. Es war auch ein Artikel, wofür es einen großen Zweithandmarkt gab. Der wöchentliche Washtag wie der Bügeltag gehörten zum Rhythmus der Hausfrau, und das Statussymbol war der Leinenschrank. Das Ende dieser Phase begann in den Zwanziger- und Dreißigerjahren. Man kann sagen, daß der knitterfest ausgerüstete Zellwollartikel den Beginn einer neuen Periode einleitete. Nach dem Zweiten Weltkrieg begann dann ganz deutlich die zweite Phase mit dem pflegeleichten Artikel.

Jetzt ist die Kleidung bereits zum Konsumartikel geworden. Die gerade modischen Farben, Dessins usw. sind beim Ankauf ausschlaggebend. Sehr wichtig ist auch, daß ein Waschen in der automatischen Waschmaschine genügt, um den Artikel ohne Bügeln wieder gebrauchsfertig zu machen. Eine Reparatur lohnt sich kaum mehr, und der Zweithandmarkt existiert nicht mehr. Mit dem Schwinden des Hauspersonals hat auch für diese Gruppe die benutzte Kleidung keinerlei Bedeutung mehr - nach einiger Zeit wird sie einfach weggeworfen. Das ist die heutige Situation.

Aber schon spürt man die dritte Phase, den Artikel, der überhaupt keine Pflege mehr braucht, den Artikel für den einmaligen Gebrauch, der getragen und danach weggeworfen wird. Ich glaube, daß sich diese Kleidungsstücke aus folgenden Gründen einen Platz erobern werden:

- a) weil auch das Waschen im Automaten bzw. im Wäschereisalon in Kürze als zu zeitraubend empfunden werden wird;
- b) weil das Waschen wegen der steigenden Kosten für die Abwasserreinigung allmählich sehr teuer werden wird;
- c) weil modische Variationen immer häufiger und schneller

einander ablösen werden, wodurch der psychologische Verschleiß immer mehr zunimmt;

d) weil es technisch bald möglich sein wird, Stoffe unter Ausschluß der Fadenherstellung sowie der Web- oder der Wirktechnik zu erzeugen: die Vliesstoffe (*non-wovens*). Besonders die Anwendung von Filamentgarnen, die direkt im Spinnprozeß zu zweidimensionalen Flächen abgelegt werden und nachher vielleicht nur noch eine Ausrüstungsbehandlung erfordern, wird diese Möglichkeit bald herbeiführen.

Der weitere Durchbruch der Non-woven-Artikel wird noch viel Entwicklungsarbeit erfordern; besonders für die Anwendung in der Bekleidungsindustrie werden die heute sehr arbeitsintensiven Methoden durch billigere Techniken ersetzt werden müssen. Weiters ist es sehr wahrscheinlich, daß

die "*non-wovens*" für geeignete Artikel Anwendung finden werden, wie zum Beispiel für Handtücher, Taschentücher u.ä. Auf diesem Gebiet haben papierartige Produkte schon Eingang gefunden.

Wir glauben, daß in bezug auf die künftigen Anwendungen unsere ganze Aufmerksamkeit dem Fertigmateriale zugewendet werden muß, das heißt, daß die *Funktion des Fertigprodukts* der Anfangspunkt für unsere künftigen Studien sein muß.

- Die Polymere kennen wir.
- Die Garne kennen wir.
- Gewebe und Gewirke kennen wir.
- Die Ausrüstungsverfahren kennen wir.

Was uns fehlt, ist die Einsicht in das Fertigprodukt.


 LANDESFREMDENV ERKEHRS- VERBAND OBERÖSTERREICH
OBERÖSTERREICHISCHES LANDESREISEBÜRO

LANDESSTELLE
DES ÖSTERREICHISCHEN VERKEHRSBÜROS

**OBERÖSTERREICHS
FÜHRENDES BAHNFAHRKARTEN- UND FLUGREISEBÜRO**

Linz, Hauptplatz 9 (Kurzparkzone)
Bahnabteilung Telefon 23 344
Flug und Schiff Telefon 28 810
Touristik Telefon 28 863

Fahrkarten im Vorverkauf
Schlaf- und Liegewagenkarten
Platzkarten
Visabesorgung
Schiffs- und Flugpassagen
Vermittlung von Pauschalauftalten
und Hotelzimmern
Veranstaltung von Gesellschaftsreisen
in In- und Ausland
AVIS-Autovermietung

ZWEIGSTELLEN:

L i n z , Passage-Kaufhaus
Landstraße 17-25, Telefon 20 250
W e l s , Kaiser Josefs-Platz 46, Telefon 7028 und 6167
B r a u n a u , Stadtplatz 33, Telefon 2718

Diskussion

Prof. Köb: Folgende Konsequenz trat bei diesem Vortrag ganz deutlich hervor: Die Funktion des Fertigprodukts muß der Ansatzpunkt für unsere künftigen Studien sein. Wir müssen feststellen: Welche Produkte haben wir heute, welche werden wir morgen haben? Nur der Blick auf die Lebensverhältnisse von heute und auf die von morgen kann die Linie für die zukünftige Entwicklung geben.

Dr. Studt: Ich möchte Ihre umfassende Liste mit zwei weiteren Eigenschaften ergänzen, und zwar mit

- der *Haftung* bei Autoreifen, Beschichtungen und Verstärkungen von Kunststoffen und mit
- der *Naßlängung*, die speziell für alle Artikel wichtig ist, die aus beschichteten Geweben hergestellt werden (wie Container, Boote, Structofors im Straßenbau u.a.).

Weiters eine Ergänzung zum Thema „*Bettwäsche*“. Wir wundern uns immer darüber, wie die Engländer mit der gewirkten Bettwäsche aus Polyamidfasern zurechtkommen. Sie können diese auch in Deutschland kaufen. Der springende Punkt ist jedoch die Rutschgefahr, denn Wirkware ist viel glatter als ein Gewebe aus Baumwolle mit oder ohne Polyesterzusatz.

Dr. Röder: Zur Haftung möchte ich bemerken, daß diese nur zum Teil ein Problem des Polymeren bzw. des Garns ist. Das Garn besitzt oft gar keine Affinität zum Kautschuk oder zum Bitumen. Man muß daher ein Verbindungsmittel („*dip*“) wählen, das sowohl am Fasermaterial als auch am Kautschuk haftet. Eigentlich fällt das unter Punkt 8 der Tabelle 1 (Verhalten gegen Chemikalien).

Die Naßlängung gehört zur Kategorie „Verhalten gegenüber Wasser“. Ich habe in diesem speziellen Fall die Festigkeit und die Schrumpfung angeführt (eine negative Schrumpfung entspricht ja einer Verlängerung).

Bezüglich der Betttücher habe ich die Situation so geschildert, wie sie tatsächlich ist. Es faszinierte uns, daß man auf dem Markt in England eine so andersartige Reaktion als in Westeuropa feststellte. Die Rutscherscheinung sollte doch wohl auf beiden Seiten der Nordsee gleich sein. Die Caravans sind in England sehr verbreitet und dienen als ständige Ferienhäuser. Vielleicht stört in ihnen das Rutschen weniger.

Wir haben auch die Absatzchancen von beispielsweise Bettdecken studiert. In Deutschland sind sie ein allgemein verbreiteter Artikel, den man aber in anderen Ländern (in der dort üblichen Form von Steppdecken) fast nicht findet. Sie sehen also, kleine Differenzen im Gebrauch und in den Lebensgewohnheiten können oft bestimmend für den Erfolg eines Artikels sein. Ich möchte das Rutschphänomen nicht wegdiskutieren, aber in England werden dennoch 4 Millionen Kilogramm Fasern für dieses Produkt verbraucht.

Dr. Thater: Darf ich einiges zum Thema Bettwäsche in Westeuropa sagen? Zur Erhöhung der Rutschfestigkeit wird die Oberfläche der Betttücher durchgehend velourisiert. In England wird dazu weitgehend echte Velourslegung benutzt, in Deutschland werden blockierte Maschen einer bestimmten Velourstechnik unterworfen. Diese Bettwäschestoffe werden sowohl für Spannbetttücher als auch für Kissen- und Deckenbezüge verwendet. Bei unseren Entwicklungen, die zusammen mit einem Faserhersteller durchgeführt wurden, konnten wir sogar die psychologisch wichtige Kochbarkeit der Perlonbettwäsche erreichen. Vielleicht bringt das den Durchbruch? Bei uns erfolgt die Distribution weitgehend durch Versandfirmen.

Dr. Röder: Auch in England gab es vorerst nur glatte Betttücher,

später rauhte man sie plüschartig auf. Jetzt hat man eine Spezialbindung mit kleinen Schlingen (sogenannte „*overfeeds*“) eingeführt, die die Oberfläche rauher machen.

Dr. Satlow: Wozu sollen wir die Fasern überhaupt noch prüfen, wenn die Situation im wesentlichen durch den Markt und die Distribution beeinflusst wird? Die von Ihnen beschriebenen Untersuchungsmethoden sind alle eher konservativ. Ich hatte eigentlich gehofft, etwas über neuartige Verfahren, wie beispielsweise dynamische Prüfungen, zu hören. Sie haben sie als Punkt 18 in Tabelle 2 unter den Ermüdungserscheinungen angeführt. Sie sind aber doch sehr wichtig gegenüber den statischen Prüfungen. Zum Beispiel wird seit fünfzig Jahren der Scheuerwiderstand geprüft. Wenn dieser schlecht ist, ist eben auch die Faser oder das Produkt schlecht. Jeder weiß zwar, daß das unsinnig und unreal ist, aber jeder prüft auf diese Weise.

Sie haben zuerst festgestellt, daß es überaus wichtig ist zu wissen, welche Eigenschaften das Fertigprodukt haben soll. Ich für meinen Teil könnte Ihnen beispielsweise für den Sektor Teppichforschung sehr genau sagen, wie die Faser beschaffen sein sollte, die wir brauchen: sie soll widerstandsfähig, sehr elastisch und außerdem sehr weich sein.

Dr. Röder: 1959 habe ich in Brüssel zum ersten Mal einen Vortrag über dieses Thema gehalten. Dabei habe ich ausführlich die verschiedenen Faserprüftechniken behandelt und zwischen *direkten* und *Imitationsprüfungen* unterschieden. Mit einer ganzen Reihe von Apparaten wurde dabei versucht, die Verhältnisse, wie sie sich in der Praxis ergeben, nachzuahmen. Ich erwähne als Beispiel Geräte zur Messung des Verschleißwiderstandes oder die Apparatur, die den Einfluß eines Stuhlbeins auf einen Teppich nachahmt und bestimmt, oder Apparate, die die Beschmutzung von Teppichen simulieren, oder schließlich solche, die die Beanspruchungen, denen ein Autoreifen in seinem Inneren ausgesetzt ist, wiedergeben und messen.

Es gibt also eine ganze Reihe von Methoden, die eine Brücke zwischen den exakt feststellbaren Eigenschaften (wie Festigkeit, Lichtechtheit etc.) und den viel komplizierteren Beanspruchungen in der Praxis schlagen sollen.

Bei der Entwicklung einer neuen Faser - und wir haben viele Kinder in der Kinderstube der Synthesefaserproduzenten gesehen - liegen die Schwierigkeiten nicht so sehr in der Feststellung der Eigenschaften als in den großen Unterschieden der für sie geplanten Absatzmärkte. Für einen bestimmten Artikel kann es auf dem einen Markt zu unüberwindlichen Verkaufshemmungen kommen, auf einem anderen dagegen zu einem vollen Erfolg.

Wir werden in Zukunft daher zu den vielen Laboruntersuchungen, die bereits immer raffinierter werden, da wir dank der Elektronik optisch wie mechanisch schon viel feiner messen können, zusätzlich noch weitere Elemente in Betracht ziehen müssen.

Dr. Linnemann: Ich möchte noch hinzufügen, daß innerhalb der EWG, wo die Märkte immer mehr zusammenwachsen, der heutige Export der Länder untereinander im Wert von 2 Mrd. DM in einer Reihe von Jahren auf 10 Mrd. DM ansteigen wird. Der Prozentsatz der aus Chemiefasern hergestellten Artikel ist im Rahmen der Exporte innerhalb der einzelnen EWG-Länder größer als ihr entsprechender Anteil an der gesamten Produktion. Das heißt also, daß beim grenzüberschreitenden Verkehr innerhalb der EWG prozentmäßig mehr Chemiefaserartikel hin und her exportiert werden, als der Prozentsatz der Gesamtproduktion beträgt. Der Hauptgrund dafür ist, daß bei den Exporten in größerem Umfang, als dies bei den Verkäufen innerhalb der einzelnen Länder der Fall ist, auf die Funktionalitätsgerechtigkeit der einzelnen Artikel Wert gelegt wird.

Strukturuntersuchungen an Zellulose regeneratfasern

Dr. Anneliese Gröbe, Dr. Dieter Paul, Dr. Hans-Joachim Purz, Dr. Dieter Bartsch, Dipl.-Chem. Heinz-Jürgen Gensrich, Dipl.-Chem. Hans-Georg Hicke, Dipl.-Chem. Jürgen Ludwig, Dipl.-Chem. Heinz Buschatz

Institut für Faserstoff-Forschung der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Teltow-Seehof (DDR)

Zur Aufklärung der Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften von Zellulose regeneratfasern*) wurde die Ausbildung ihrer Oberfläche und inneren Struktur während des Herstellungsprozesses untersucht. Weiterhin wird anhand von Modellversuchen die Umwandlung des Polymersols in ein Gel beschrieben.

Zur Untersuchung der Faserstruktur dienen Licht-, Raster- und Elektronenmikroskopie, Ultradünnschnitt- und Replikatechnik, Gefrierätzung und Quecksilberporosimetrie.

Relationships between structure and properties of rayon fibres have been established by investigating the formation of superficial and internal structure elements in the spinning process. Model experiments allowed the description of the sol-gel transformation of regenerated cellulose.

The fibre structure was determined by optical, scanning and electron microscopy using ultrathin sectioning, replication and freeze-etching as preparation techniques as well as Hg-porosimetry.

1. Einführung

Bei der Diskussion über Probleme der Verarbeitung von Chemiefasern müssen die vielfältigen Zusammenhänge zwischen Faserstruktur und Fasereigenschaften berücksichtigt werden, denn Struktur und Eigenschaften der Fasern bestimmen weitgehend die technologischen Möglichkeiten ihrer Verarbeitung. Die Aufklärung der Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften bei Chemiefasern kann nur dann erfolgreich sein, wenn es gelingt, die Ausbildung der Struktur bereits während des Verformungsvorgangs der Polymerlösung zu erfassen. Dabei interessiert besonders der strukturelle Aufbau der Fasern, wie er in den einzelnen Produktionsstufen beim Spinprozess der Zellulose regenerat-

*) Anmerkung des Autors: Zur Vereinheitlichung wurden die untersuchten Objekte in jedem Fall als „Fasern“ bezeichnet, obwohl es sich nicht nur um Stapelfasern, sondern auch um Endlosfäden handelt.

fasern auftritt, wobei der Quellungszustand der Objekte gewahrt werden soll. Wichtig und schwierig ist es, hierbei Methoden zu finden, mit denen derartige Untersuchungen durchgeführt werden können. Wir haben für diese Aufgabenstellung Präparationsverfahren der Ultrastrukturforschung modifiziert, die eine morphologische Veränderung der Faserproben während der Präparation für die elektronenmikroskopische Auswertung weitgehend ausschließen¹⁻⁵⁾.

Im folgenden soll über die Anwendung dieser Verfahren zur Untersuchung der Oberfläche und des inneren Aufbaus von Zellulose regeneratfasern in Abhängigkeit von verschiedenen Stadien des Spinnvorgangs einzelner Spinntechnologien berichtet werden.

Abschließend werden Versuche zur Charakterisierung der für die Eigenschaften der Fasern so bedeutsamen Reaktion des Verformungsvorgangs, die Bildung des Polymersols aus dem Polymersole erörtert.

2. Untersuchung der Oberflächenstruktur

Zur Darstellung der Oberfläche einer Faser ist die Replikatechnik und die Betrachtung des Abdruckes im Elektronenmikroskop geeignet²⁾.

In Abbildung 1 ist die Oberfläche eines kommerziellen Fer-

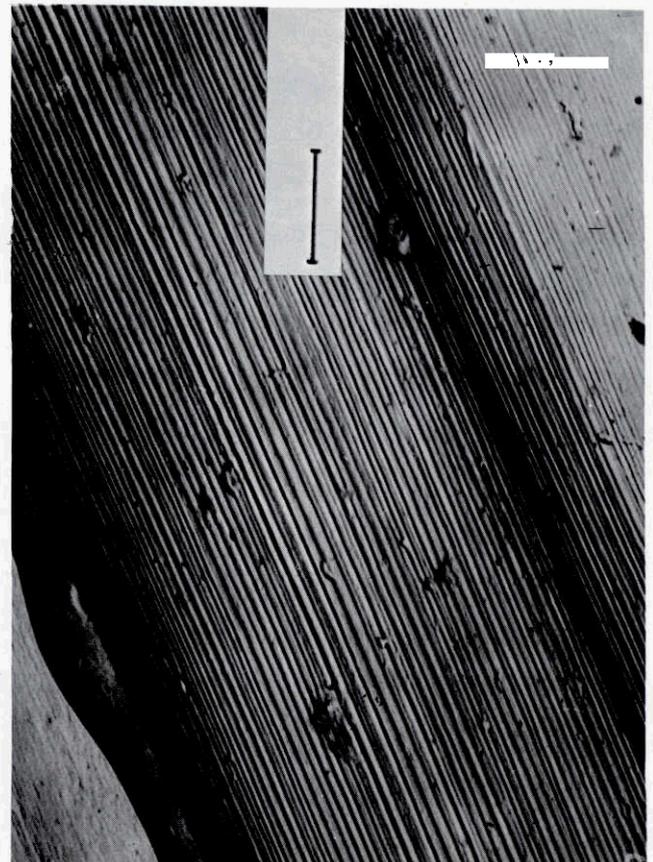


Abb. 1: Oberfläche der Lenzinger Faser Hochmodul 333 (elektronenmikroskopische Aufnahme, Präparationsverfahren: Abdrucktechnik)

tigprodukts, so wie sie die Faser Hochmodul 333 bietet, dargestellt. Es ist deutlich erkennbar, daß die Faseroberfläche von Strukturelementen bedeckt ist, die in Faserlängsrichtung angeordnet sind. Diese Elemente verlaufen geradlinig und sind in ihrer Anordnung sehr regelmäßig^{6, 7)}.

Wie sieht nun die Oberfläche einer Faser aus, wenn man sie dem Spinnbad in unmittelbarer Düsenähe entnimmt? Hier sei ein Beispiel aus der Untersuchung eines Superkordspinnprozesses, der jedoch ohne Modifikatorzusatz zur Viskose erfolgte, angeführt werden^{8, 9)}.

Die Aufnahme der Oberfläche mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops^{*)} vermittelt einen räumlichen Eindruck der Objektbeschaffenheit (Abb. 2). Die Faseroberfläche ist mit kugelförmigen Ablagerungen aus Zinksulfid bedeckt, wie durch Elektronenbeugung nachgewiesen werden konnte^{10, 11)}.

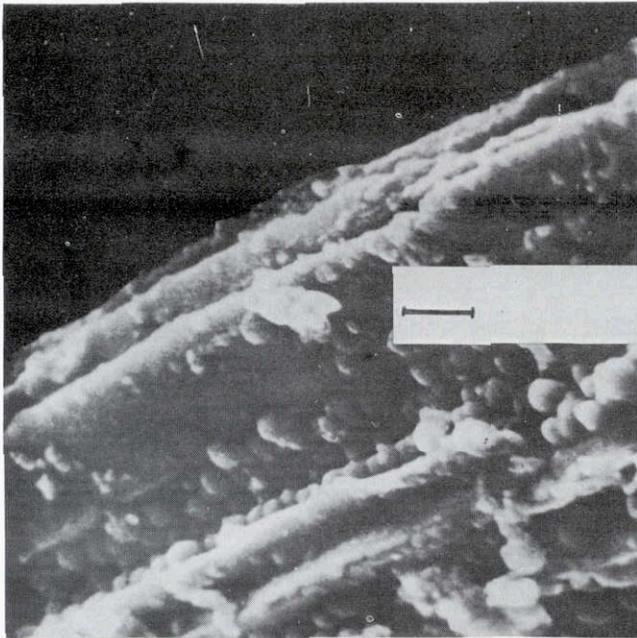


Abb. 2: Oberfläche einer Faser in Düsenähe, ersponnen unter Superkordbedingungen, jedoch ohne Modifikatorzusatz zur Viskose (rasterelektronenmikroskopische Aufnahme, Präparationsverfahren: Gefrietrocknung)

Unter diesen Ablagerungen werden im Verlauf des Spinnvorgangs die zelluloseischen Strukturen ausgebildet. Als Ursache für die kugelförmigen Gebilde sind aus dem Innern des Fadens austretende gasförmige Zersetzungsprodukte des Zelluloseanthogenats zu diskutieren. Um eine solche Ablagerung auf den Fasern zu erhalten, genügt ein sehr geringer Gehalt

*) Für die rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen danken wir Herrn Dr. F. Zimmer, Technische Universität Dresden.

an Zinksulfat im Spinnbad⁷⁾, selbst bei einem Reynospinnverfahren lassen sich Schichten von Zinksulfid auf den Fasern nachweisen¹²⁾.

Werden bei einem Superkordverfahren oder einer HWM-Technologie der Viskose Modifikatoren zugesetzt, so wird die Morphologie der Deckschicht in Abhängigkeit von der Art des Modifikators verändert. Setzt man Polyglykol als Modifikator der Viskose zu, so hat die Deckschicht an der Faseroberfläche eine andere Gestalt als im Falle von Polyaminen oder Mischungen aus Polyaminen und Polyglykolen^{13, 14)}.

Außerdem beeinflussen die Modifikatoren die Beständigkeit der Deckschicht gegenüber dem Angriff des Spinnbades. So gibt es Polyamine, die statt der Kugeln eine zusammenhängende, korkige Schicht auf der Faseroberfläche aufbauen (Abb. 3). Diese Ablagerung verlangsamt das Diffusionsgeschehen so sehr, daß Koagulation und Zersetzung beträchtlich verzögert werden und Fasern mit schlechten textilphysikalischen Eigenschaften entstehen^{13, 15)}.

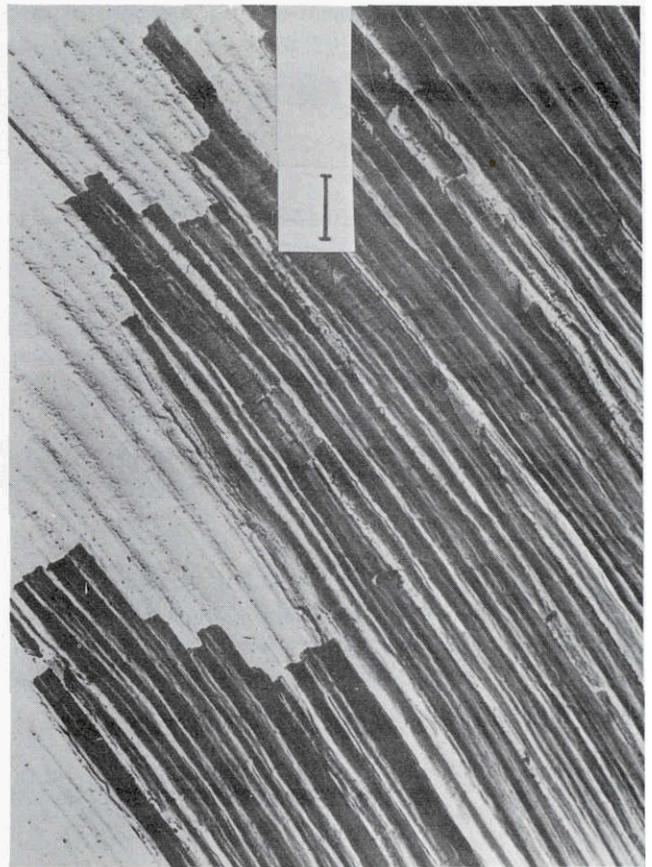


Abb. 3: Oberfläche einer Faser in Düsenähe, ersponnen unter Superkordbedingungen mit Modifikatorzusatz zur Viskose (elektronenmikroskopische Aufnahme, Präparationsverfahren: Feuchtabdruck)

Bei der Untersuchung technologischer Prozessstufen wurde festgestellt, daß diese Schichten aus Zinksulfid hartnäckig auf der Faseroberfläche haften. So waren beim Superkordverfahren die Fasern noch nach Verlassen des dritten Bades mit Resten solcher Schichten bedeckt. Eine Beeinflussung der Thermostabilität war die unerwünschte Folge¹²⁾.

Auch beim Reyonverfahren waren die Fasern vor dem Einlaufen in die Zentrifuge mit einer Deckschicht belegt, die eine Verschlechterung der Anfärbbarkeit verursachte und zu der gefürchteten Streifigkeit bei aus Reyon hergestellten Futterstoffen führte⁷⁾.

Fasern, nach dem Formaldehydspinnprozeß, einem Polynosicverfahren, werden als Endlosfäden, das heißt dehnungsarme Kordseiden für Gürtelreifen, und als Stapelfasern hergestellt. Vorzugsweise wird der Formaldehyd dem Spinnbad zugesetzt. Diese Technologien sind wegen der starken Geruchsbelastigung durch den Formaldehyd sowie wegen der Reaktionen des Formaldehyds mit Schwefelwasserstoff im Spinn-

bad problematisch. Dabei bilden sich ring- oder kettenförmige Polymere des Thioformaldehyds mit niedrigen Polymerisationsgraden^{16, 17)}.

Diese Polythioformaldehyde sind im Spinnbad unlöslich und bilden zusammen mit Schwefelausfällungen schwer filtrierbare, schleimige Niederschläge. Es ist nun zu prüfen, ob diese Niederschläge, in Analogie zum Superkordverfahren, sich auf den Fasern ablageren. Entnimmt man beim Formaldehydverfahren eine Probe an der ersten Galette und betrachtet die Faseroberfläche, so zeigen sich die vermutete Deckschicht als griesige Ablagerung und große, in die Oberfläche eingelagerte Krater (Abb. 4a).

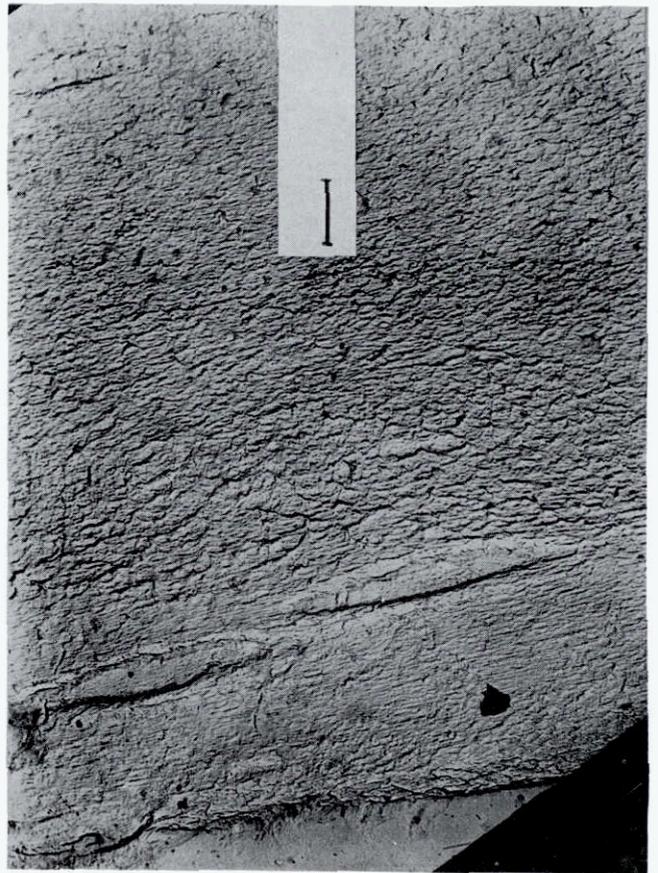


Abb. 4b: Veränderungen an der Oberfläche einer Polynosicfaser während des Herstellungsprozesses. Die Probenahme erfolgte nach dem Verstrecken. (Elektronenmikroskopische Aufnahme; Präparationsverfahren: Feuchtabdruck)

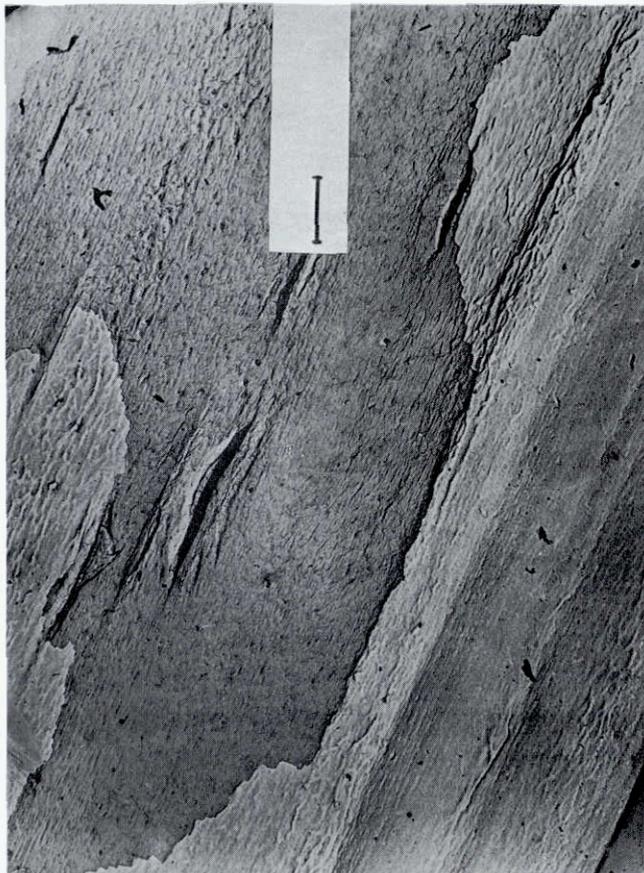


Abb. 4a: Veränderungen an der Oberfläche einer Polynosicfaser während des Herstellungsprozesses. Die Probenahme erfolgte an der ersten Galette. (Elektronenmikroskopische Aufnahme; Präparationsverfahren: Feuchtabdruck)

Die Krater scheinen ihre Ursache in austretend gasförmigen Reaktionsprodukten zu haben. Wird die Faser um 600 bis 800 Prozent verstreckt¹⁷⁾, so werden die Krater ellipsenförmig in Richtung der Faserachse deformiert (Abb. 4b).

Auch **nach** der **Waschwalze** sind **noch** Reste der Deckschicht auf der Faseroberfläche vorhanden, wie die Abbildung 4c ausweist. Zur weiteren Verbesserung der Fasereigenschaften muß man sich bei diesem Verfahren **also** notwendigerweise mit den Fragen der Nachbehandlung beschäftigen.

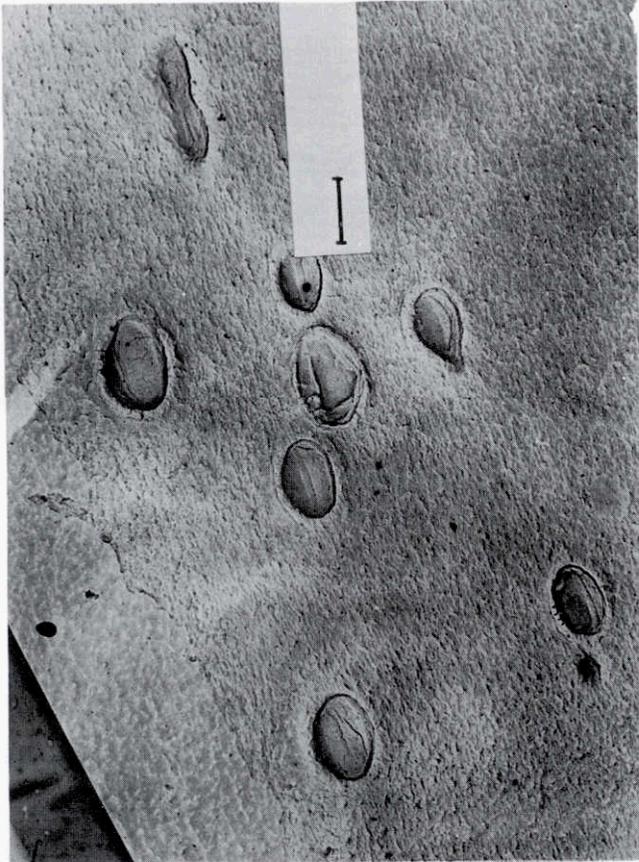


Abb. 4c: Veränderungen an der Oberfläche einer Polynosicfaser während des Herstellungsprozesses. Die Probenahme erfolgte nach der Waschwalze. (Elektronenmikroskopische Aufnahme; Präparationsverfahren: Feuchtabdruck)

Die **morphologischen** Veränderungen auf der Faseroberfläche in Abhängigkeit von den Spinnverfahren faßt die Tabelle 1 zusammen. Für die angeführten Technologien zur Erspinnung von Zellulose regeneratfasern gilt damit grundsätzlich, daß sich in Düsen­nähe auf den Fasern eine Deckschicht ausbildet. Zur Schaffung von Fasern mit optimalen Eigenschaften **müssen** diese Schichten durch geeignete Führung des technologischen Prozesses weitestgehend abgebaut werden.

Tabelle 1: Morphologische Veränderungen an Oberflächen von Zellulose regeneratfasern in Abhängigkeit vom Spinnverfahren

Morphologie der Faser­oberfläche	Spinnverfahren, Stadium des Spinnprozesses, bis zu dem Deckschichten beobachtet wurden
Deckschichten aus ZnS und ZnCS ₃ mit kugelförmigen Ablagerungen	Reyon, bis zum Einlauf in die Zentrifuge
Deckschichten aus ZnS und ZnCS ₃ , deren Struktur durch den Modifikator bestimmt wird	Superkord, nach Verlassen des dritten Bades
Deckschichten aus ZnS und ZnCS ₃ , deren Struktur durch den Modifikator bestimmt wird	HWM. nach dem ersten Nachbehandlungsbad
Deckschichten aus Polythioformaldehyd und/oder Schwefel mit kraterförmigen Einbuchtungen	EHM. nach der Waschwalze
Deckschichten aus Polythioformaldehyd und/oder Schwefel mit kraterförmigen Einbuchtungen	Polynosic, nach dem ersten Nachbehandlungsbad

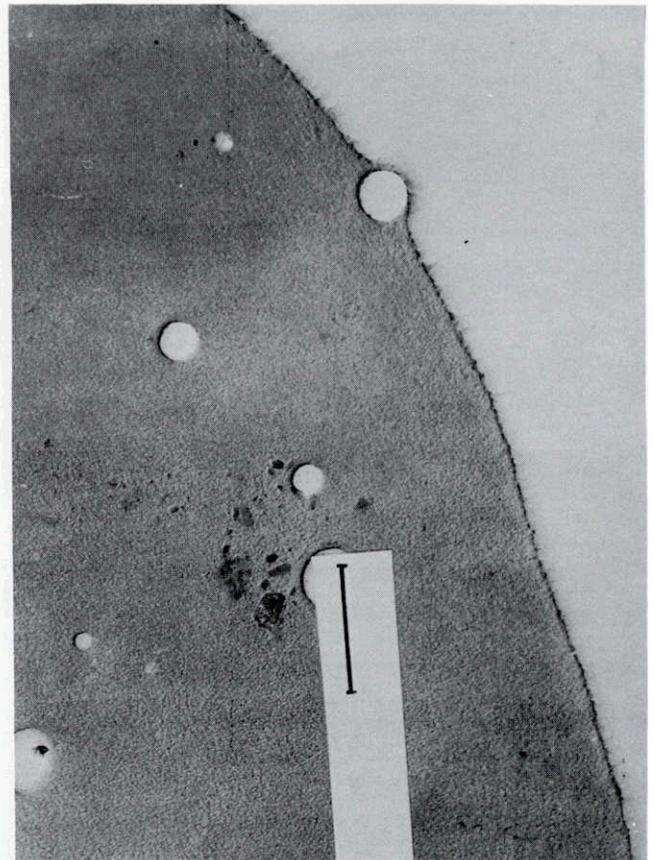


Abb. 5a: Ausbildung der inneren Struktur einer Polynosicfaser, Wanderung einer Gasblase im Faserinnern. Die Probenahme erfolgte an der ersten Wette. (Ausschnitt aus der elektronenmikroskopischen Aufnahme eines Ultradünnschnittes; Präparationsverfahren: Lösungsmittelaustausch, Ultradünnschnitttechnik)

3. Untersuchung der inneren Struktur

Die innere Struktur der Fasern läßt sich nach Einbettung und Herstellung von Ultradünnschnitten im Elektronenmikroskop sichtbar machen^{4, 5}). Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß der ursprüngliche Quellungszustand der Fasern während der Präparation bewahrt werden muß.

Einen Eindruck von der Dynamik der Vorgänge, wie sie in Fasern, die nach dem Formaldehydverfahren ersponnen wurden, bei Probenahme an der ersten Galette ablaufen, vermittelt Abbildung 5.

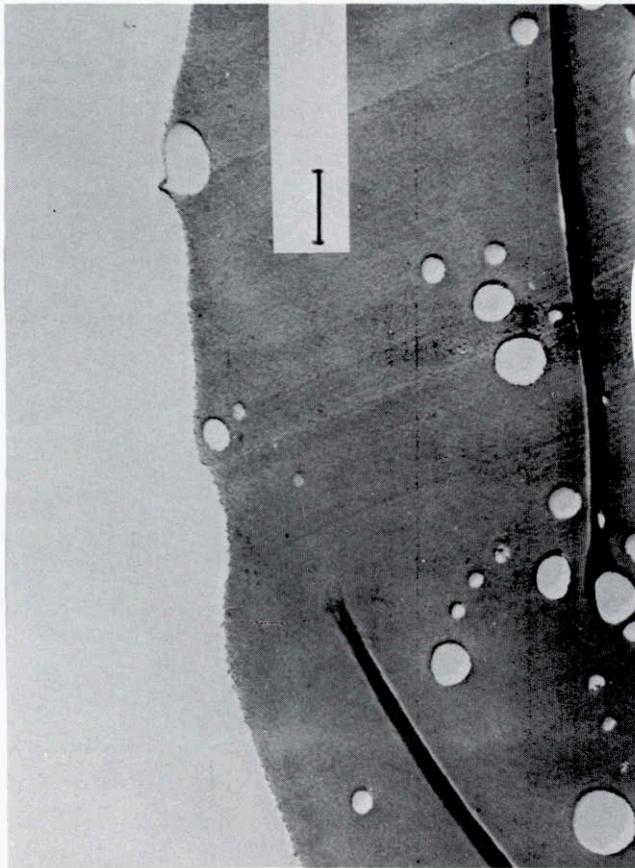


Abb. 5b: Ausbildung der inneren Struktur einer Polynosicfaser, Wanderung einer Gasblase aus dem Faserinnern zum Faserand. Die Probenahme erfolgte an der ersten Galette. (Ausschnitt aus der elektronenmikroskopischen Aufnahme eines Ultradünnschnittes; Präparationsverfahren: Lösungsmittelaustausch, Ultradünnschnitttechnik)

In dem dargestellten Ausschnitt aus einem ultradünnen Querschnitt kann die Bewegung einer Gasblase zum Faserand hin gut verfolgt werden. Der geringe Druck in der Gasblase reicht nicht aus, Faseroberfläche und Deckschicht zu zerstören. Eine Zone von ca. 200 Å Breite bleibt stehen (Abb. 5a). Diese Zone kann sogar wieder auf die Faserober-

fläche zurücksinken (Abb. 5b). Erst bei höherem Druck durchbricht die Gasblase die Oberfläche, wobei diese gleichzeitig zerstört wird, an diesen Stellen zurücksinkt und Krater bildet (Abb. 5c).

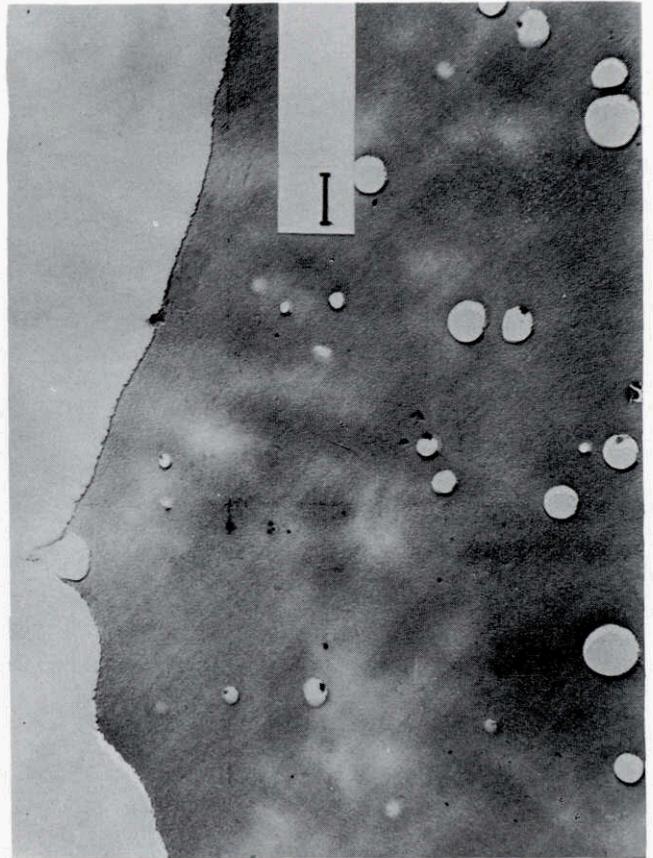


Abb. 5c: Ausbildung der inneren Struktur einer Polynosicfaser, Zerstörung der Faseroberfläche durch die austretenden Gasblasen. Die Probenahme erfolgte an der ersten Galette. (Ausschnitt aus der elektronenmikroskopischen Aufnahme eines Ultradünnschnittes; Präparationsverfahren: Lösungsmittelaustausch, Ultradünnschnitttechnik)

Man kann sich leicht vorstellen, daß solche Krater Schäden an der Oberfläche darstellen und die Eigenschaften der Faser beeinflussen. Der Spinnprozeß muß deshalb so geleitet werden, daß möglichst kleine Gasblasen bei der Zersetzung des Zellulosexanthogenats entstehen und große Hohlräume im Faserinnern vermieden werden¹⁸).

Das in der Abbildung erkennbare feine Mikrohohlraumsystem mit Hohlräumen von ca. 100 bis 3000 Å Durchmesser wird von den beschriebenen Vorgängen nicht berührt und ist auf Vorgänge während der Koagulation des Viskosesols zurückzuführen. Die Größe und die Vertei-

lung der Makrohohlräume ist weitgehend von der Art des eingesetzten Zellstoffes abhängig. So wurde von Heuer¹⁹⁾ gezeigt, daß bei der Anwendung von Buchenzellstoff besonders große Hohlräume entstehen, die sich auf die Verarbeitungseigenschaften der Fasern ungünstig auswirken.

Die Temperatur des Spinnbades hat einen großen Einfluß auf die Ausbildung der inneren Struktur von Rayonfasern.

Die untersuchten Proben werden vor dem Einiaufen in die Zentrifuge dem Spinnprozeß entnommen. Eine Spinnbadtemperatur von 48°C läßt eine gleichmäßige und homogene Struktur entstehen, die sich bei stärkerer Vergrößerung als ein Mikrohohlraumssystem erweist (Abb. 6a). Wird die Spinnbadtemperatur auf 20°C gesenkt, so erhält man eine völlig andere Struktur im Faserinnern (Abb. 6b).

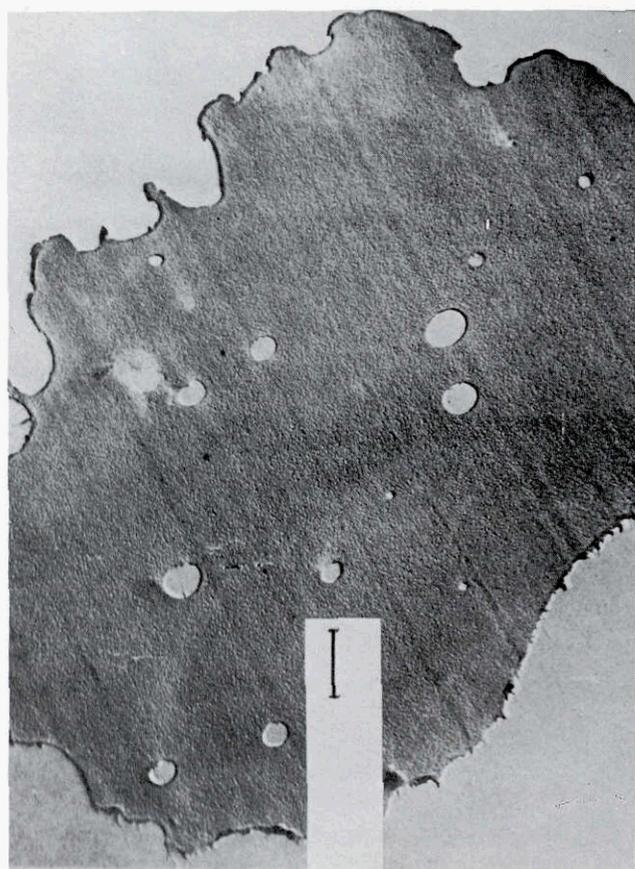


Abb. 6a: Einfluß der Spinnbadtemperatur auf die Ausbildung der inneren Struktur einer Rayonfaser; Badtemperatur 48°C. (Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Ultradünnschnittes; Präparationsverfahren: Lösungsmittelaustausch und Ultradünnschnitttechnik)

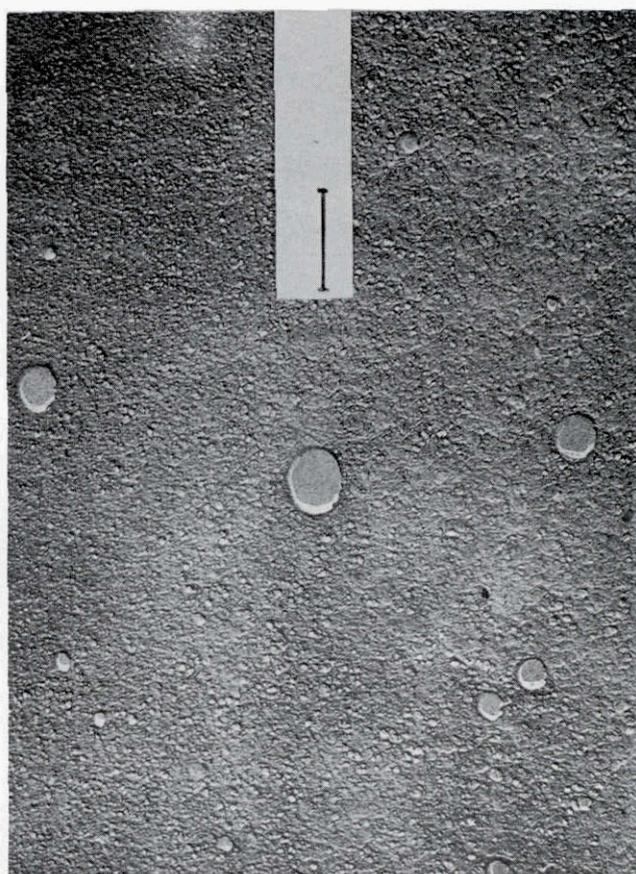


Abb. 6a': Vergrößerter Ausschnitt aus Abbildung 6a

Am Faserrand befindet sich ein Bereich sehr dichter Struktur, in dem bisher keine Mikrohohlräume nachgewiesen werden konnten. In den inneren Bezirken ist jedoch ein sehr lockeres Netzwerk mit Zellulosestruktureinheiten von zum Teil kleiner als 100 Å Breite aufgebaut^{5, 20)}. Die im Ultradünnschnitt beobachteten Strukturen von Zellulose regeneratfasern sind in Tabelle 2 in Abhängigkeit von den jeweiligen Spinnverfahren und -bedingungen aufgeführt.

Die beobachteten Strukturen reichen von Bereichen großer Dichte bis zum lockeren Netzwerk. Die Strukturelemente des lockeren Netzwerkes mit einer Breite von ca. 100 bis 1000 Å schließen ein System von Mikrohohlräumen ein. Dieses Mikrohohlraumssystem ist auf Entmischungsvorgänge während der Koagulation des Viskosesols zurückzuführen.

Aus der elektronenmikroskopischen Betrachtung der Faserultradünnschnitte haben wir bisher qualitative Schlüsse über

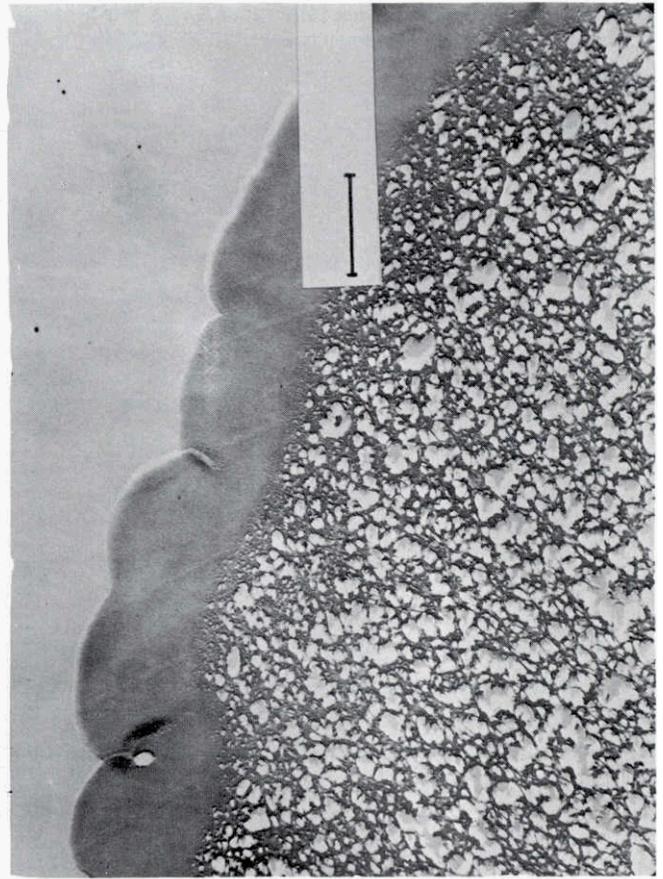
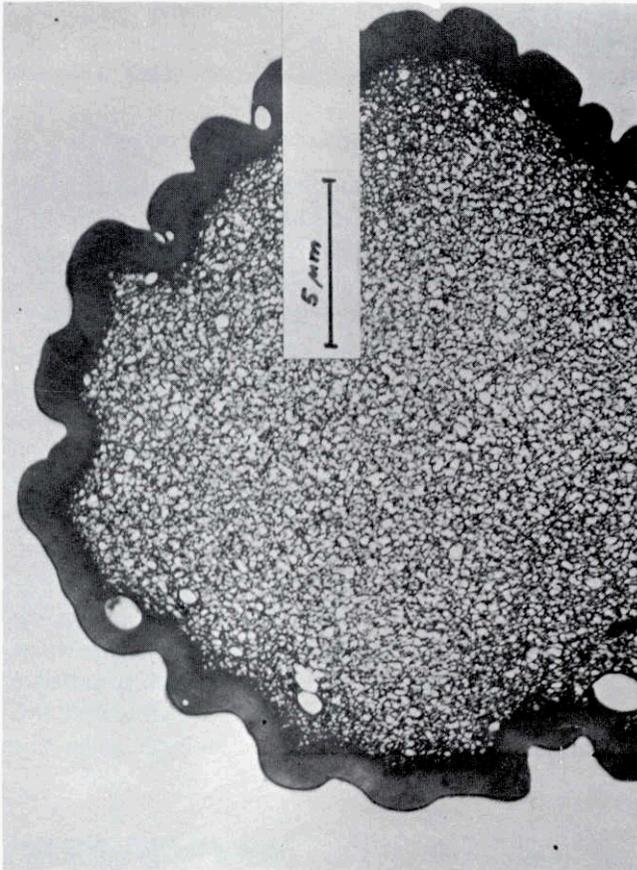


Abb. 6b: Einfluß der Spinnbadtemperatur auf die Ausbildung der inneren Struktur einer Rayonfaser; Badtemperatur 20°C. (Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Ultradünnschnittes; Präparationsverfahren: Lösungsmittelaustausch und Ultradünnschnitttechnik)

Abb. 6b': Vergrößerter Ausschnitt aus Abbildung 6b

Tabelle 2: Morphologischer Aufbau in Zelluloseregeneratfasern in Abhängigkeit von den Herstellungsbedingungen

Im Ultradünnschnitt beobachtete Strukturen und Hohlräume

Zone dichter Struktur, im Elektronenmikroskop nicht weiter auflösbar

Zone dichter Struktur, im Elektronenmikroskop noch auflösbar

Strukturen in Form eines Netzwerks, Strukturelemente: $\leq 100 \text{ \AA}$ bis ca. 1000 \AA

Mikrohohlräume: $\leq 100 \text{ \AA}$ bis ca. 3000 \AA

Makrohohlräume: \geq ca. 400 \AA

Spinnverfahren und Ursachen für die Strukturausbildung

Superkordverfahren, ZnSO_4 im Spinnbad, Modifikator in der Viskose

Rayonverfahren, ZnSO_4 im Spinnbad, Polynosicverfahren

bei allen Spinnverfahren möglich, Temperatur des Spinnbad.. beeinflusst Entmischungsvorgänge

bei allen Spinnverfahren möglich, Entmischungsvorgänge während der Koagulation des Viskosesols

bei allen Spinnverfahren möglich, Zersetzungsprodukte des Zellulose-xanthogenats, beeinflusst durch Temperatur und H_2SO_4 -Konzentration der Spinnbäder

die Größe und die Verteilung der Hohlräume gezogen. Die Quecksilberporosimetrie gestattet es jedoch, das Hohlraum-System quantitativ zu erfassen^{21, 22, 23}). Diese Methode beruht darauf, daß das Quecksilber unter Druck in die Hohlräume der Fasern hineingepreßt und die Veränderung des Volumens gemessen wird. Dieser aufgewandte Druck muß umso höher sein, je kleiner die Eingangsquerschnitte der auszufüllenden Hohlräume sind.

In Tabelle 3 sind für verschiedene Fasertypen die porosimetrisch gemessenen Volumina für den Durchmesserbereich der Hohlräume von ca. 150 bis $11\ 000 \text{ \AA}$ gegenübergestellt. Das Beispiel einer Modellfaser zeigt dabei, daß das im Gelzustand vorhandene und durch Gefriertrocknung konservierte Hohlraumssystem durch Lufttrocknung weitgehend zusammenbricht⁵).

Das geringe Hohlraumvolumen von Superkordfasern wird durch das Bild der Ultradünnschnitte (siehe auch Tabelle 2) bestätigt. Das Hohlraumvolumen des EHM-Kords liegt in der gleichen Größenordnung wie das der HWM-Fasern. Fasern, die nach der HWM-Technologie ersponnen wurden, zeigen

Tabelle 3 Gegenüberstellung von Hohlraumvolumina verschiedener Fasern; Hohlraumdurchmesser ca. 150 bis 11 000 Å

Fasermaterial	Hohlraumvolumen in cm ³ /g
Modellfaser (Gefriertrocknung)	1,18
Modellfaser (Lufttrocken)	0,131
EHM-Kord. Versuchsfaser	0,081
Superkord 111, Versuchsfaser	0,029
Superkord 111, techn.	0,030
Superkord II, techn.	0,031
Reyon, techn.	0,073
Hochmodul 333	0,073
HWM II, Versuchsfaser	0,079
HWM I, Versuchsfaser	0,072
HWM I, Versuchsfaser (Galette R 3)	0,076
HWM I, Versuchsfaser (Galette R 1)	0,068

bei Probenahme an der ersten Galette (R 1) ein kleineres Hohlraumvolumen als Fasern, die das Verstreckbad passiert haben (Probenahme an der Galette R 3). Mit Hilfe der konventionellen Quellwertmessungen konnte dieser Befund be

stätigt werden^{24, 25, 26}). Prinzipiell kann das beschriebene Hohlraumsystem in den Fasern zur Verbesserung der Eigenschaften und der Verarbeitbarkeit nutzbar gemacht werden.

4. Umwandlung des Polymersols in ein Polymergel

Um die Ursachen für die Ausbildung der spezifischen inneren Strukturen von Fasern kennenzulernen, ist es erforderlich, die Umwandlung des Polymersols in den Gelzustand zu studieren. Dieser Koagulationsvorgang korreliert mit dem morphologischen Aufbau der Struktur und den daraus resultierenden Eigenschaften der Fasern^{27, 28, 29}).

Der Koagulationsvorgang der Viskose beim technischen Spinnprozeß wird durch die Diffusion der Spinnbadbestandteile in der Regel ein Dreikomponentensystem, bestehend aus Schwefelsäure, Zinksulfat und Natriumsulfat, ausgelöst. Diese Diffusion erfolgt allseitig radial in den sich bildenden Fäden.

Da die Koagulation des Viskosesols selbst nicht während des Spinnprozesses am entstehenden Faden untersucht werden konnte, mußte auf Modellversuche zurückgegriffen werden. Um die Vorgänge der Gelbildung übersichtlich zu gestalten, wurde als Sol eine ein- bis zweiprozentige Natriumzellulose-xanthogenatlösung vom pH 9 bis 11 an Stelle technischer

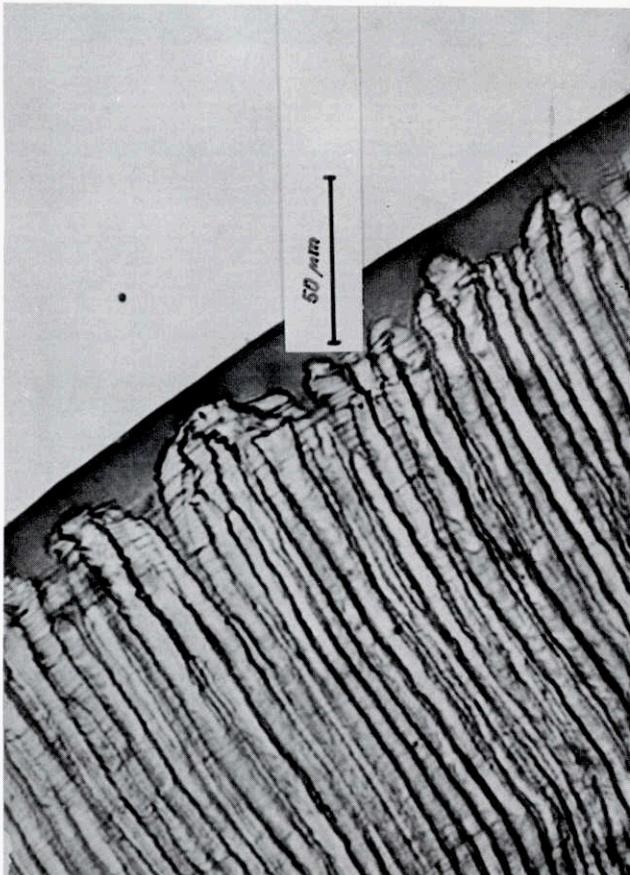


Abb. 7a: Längsschnitt durch ein Zinkzellulosexanthogenatgel (lichtmikroskopische Aufnahme)

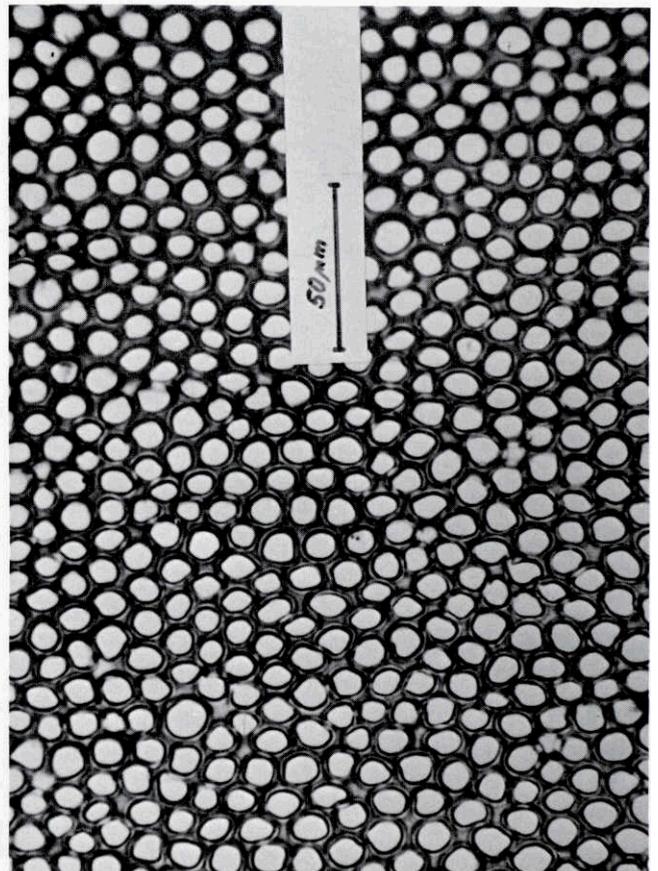


Abb. 7b: Querschnitt durch ein Zinkzellulosexanthogenatgel (lichtmikroskopische Aufnahme)

Viskose verwendet. Auch die Bestandteile des Spinnbades wurden vorerst **einzel**n geprüft. Die **Versuchs**anordnung lehnte sich weitgehend an den Fadenbildungsvorgang an, der Elektrolyt diffundiert unter definierten Bedingungen in das Sol ein und führte so zur Gelbildung. Befand sich das Sol in einer geeigneten Küvette und wurde es mit dem Elektrolyten überschichtet, so diffundierten die Ionen flächenförmig frontal in das Sol, und nach einer bestimmten Reaktionszeit entstand das Gel in Form einer Scheibe^{30, 32}.

Das Bild der Struktur einer solchen Gelscheibe vermittelt die Abbildung 7a. Der Längsschnitt - betrachtet im Lichtmikroskop - zeigt den Aufbau eines Kapillargels, das durch die Diffusion von Zinknitrat in ein Zellulosexanthogenatsol entstanden ist. An der Kontaktstelle zwischen Elektrolyt und Sol bildete sich zunächst eine Membrane, von der dann das Wachstum der röhrenförmigen, sehr regelmäßig verlaufenden kapillaren Hohlräume ausging.

Abbildung 7b gibt einen Querschnitt durch dieses Kapillargel wieder. Auch hier tritt eine regelmäßige Anordnung der Kapillaren bezüglich ihres Durchmessers deutlich in Erscheinung.

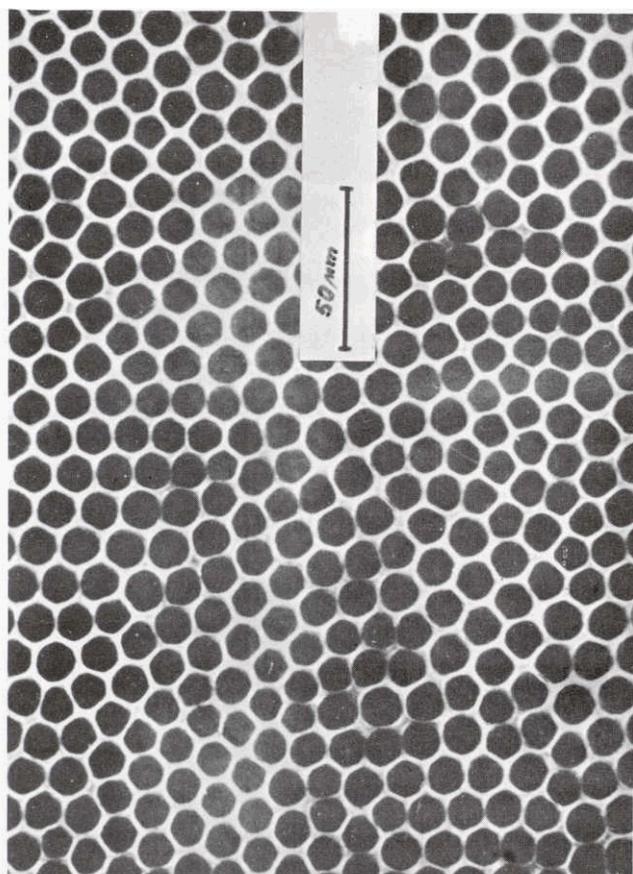


Abb. 8: Querschnitt eines Zinkzellulosexanthogenatgels im polarisierten Licht bei gekreuzten Polars (lichtmikroskopische Aufnahme)

Bei Betrachtung im polarisierten Licht bei gekreuzten Polars (Abb. 8) weist die Aufhellung in den Kapillarwänden auf eine Vorzugsorientierung der Strukturelemente hin.

Die Untersuchung des strukturellen Aufbaues der Kapillarwände im Elektronenmikroskop, präpariert nach der Methode der Gefrierätzung, macht eine raumnetzartige Anordnung der Zellulosestruktureinheiten in den Kapillarwandungen sichtbar (Abb. 9a).

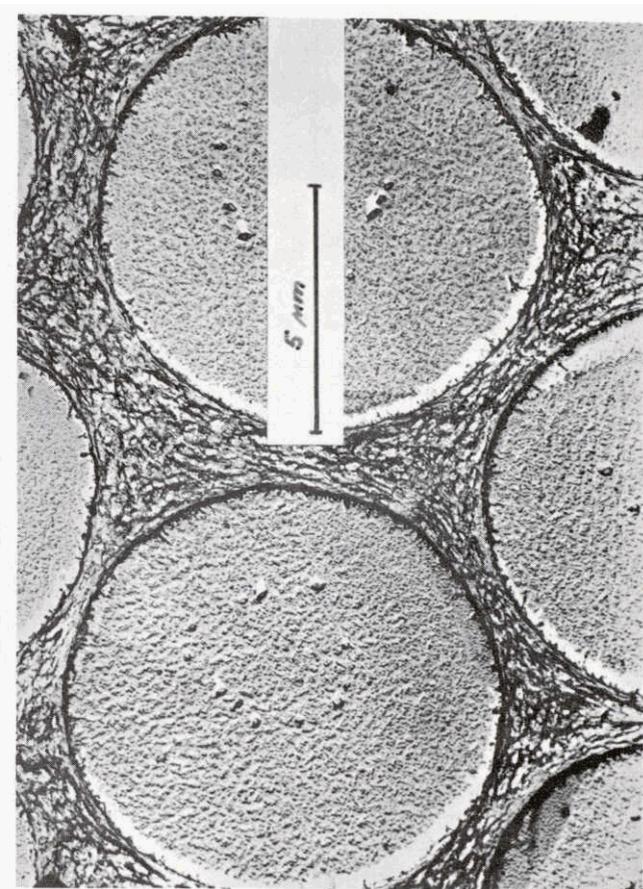


Abb. 9a: Querschnitt durch ein Zinkzellulosexanthogenatgel (elektronenmikroskopische Aufnahme; Präparationsverfahren: Gefrierätzung)

Diese Strukturelemente besitzen eine Größenordnung von 100 bis 1000 Å. In dem abgebildeten Kapillargel diffundierte der Elektrolyt senkrecht zur Bildebene in das Sol ein. Die punktförmigen Strukturen im Innern der kapillaren Hohlräume sind auf amorphes Eis zurückzuführen. Besonders gut sind bei höherer Vergrößerung die orientierte Anordnung der Zellulosebauelemente in Form eines kohärenten Raumnetzes um die Kapillaren zu erkennen. Diese Orientierung ist die Ursache für die in der lichtoptischen Aufnahme (siehe Abb. 8) auftretende Doppelbrechung.

Auch in einem nach der Methode der Gefrierätzung präparierten Längsschnitt (Abb. 9b) sind in den Wänden der Ka-

pillaren Bereiche zu erkennen, die deutlich eine zum Ionenstrom senkrechte Anordnung der Strukturelemente des Raumnetzes aufweisen.

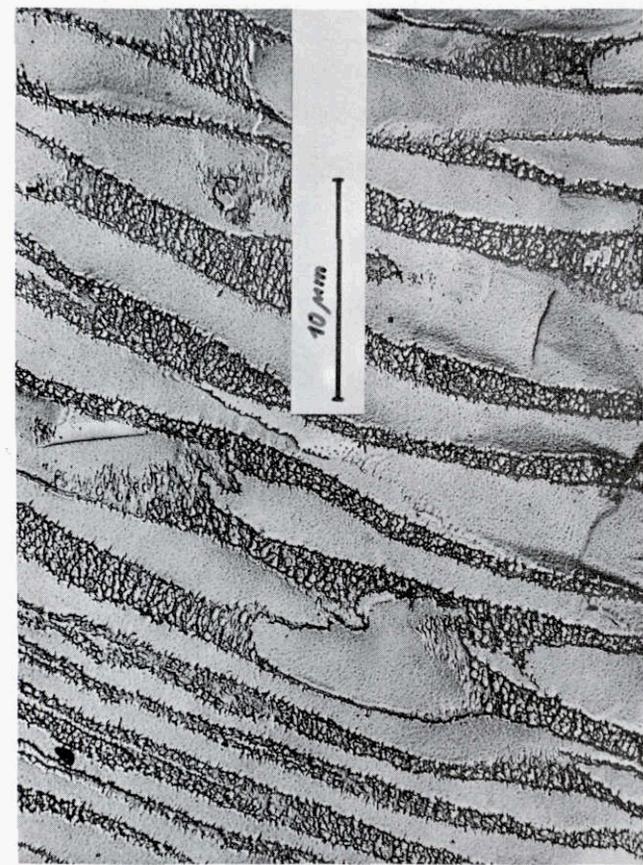


Abb. 9b: Längsschnitt durch ein Zinkzellulosexanthogenatgel (elektronenmikroskopische Aufnahme; Präparationsverfahren: Gefrierätzung)

Im Gebiet des Kapillarstarts ist das Raumnetz viel dichter, besonders zur Membrane hin (Abb. 10). An den Wandungen der hier beginnenden Kapillaren sind Strukturen zu sehen, die in die Kapillaren hineinragen.

Diese elektronenmikroskopisch und lichtmikroskopisch nachgewiesenen Strukturen in der im Modellversuch erhaltenen Gelscheibe sowie andere symmetrisch angeordnete Elemente in den Kapillarwänden waren der Anlaß, mit dem Rasterelektronenmikroskop weitere Informationen über den Aufbau des Innenraumes der Kapillaren zu sammeln. Bei diesen Experimenten wurde die große Regelmäßigkeit der Kapillaren bezüglich ihres Bauprinzips sichtbar (Abb. 11a).

Solche regelmäßigen Strukturen sind in der Natur beim Aufbau von natürlichen Polymeren bzw. bei ionotropen Gelen zu finden. Blickt man von oben in die Kapillaren (Abb. 11b), so ist erkennbar, daß die Kapillarwände nicht glatt sind, sondern daß die Zellulose auch innerhalb der Wände in

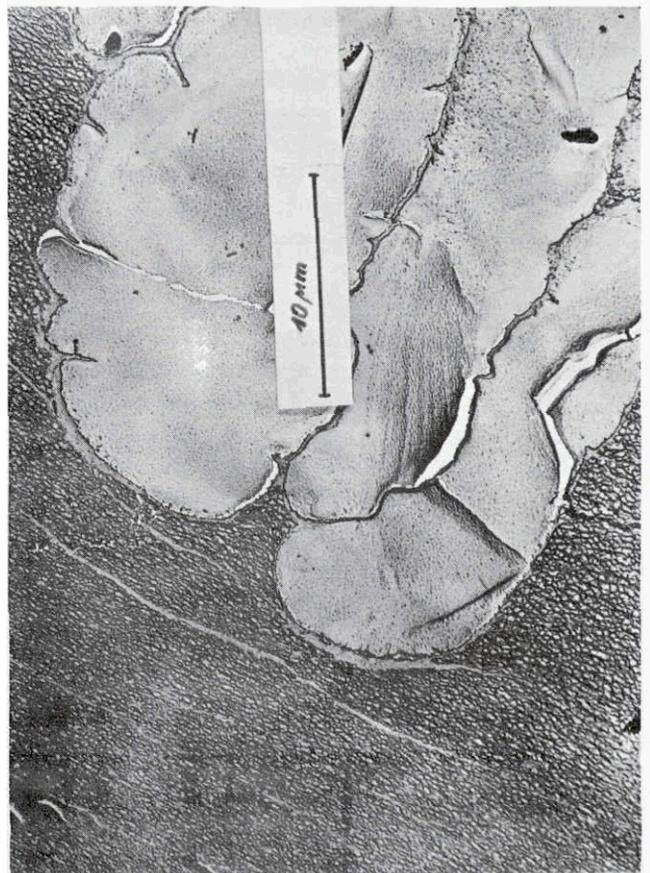


Abb. 10: Kapillarstart in einem Zinkzellulosexanthogenatgel (elektronenmikroskopische Aufnahme; Präparationsverfahren: Gefrierätzung)

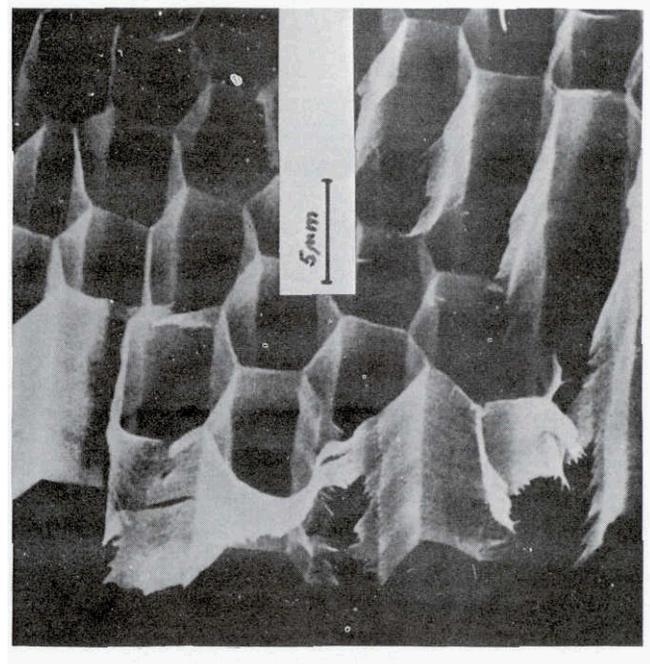
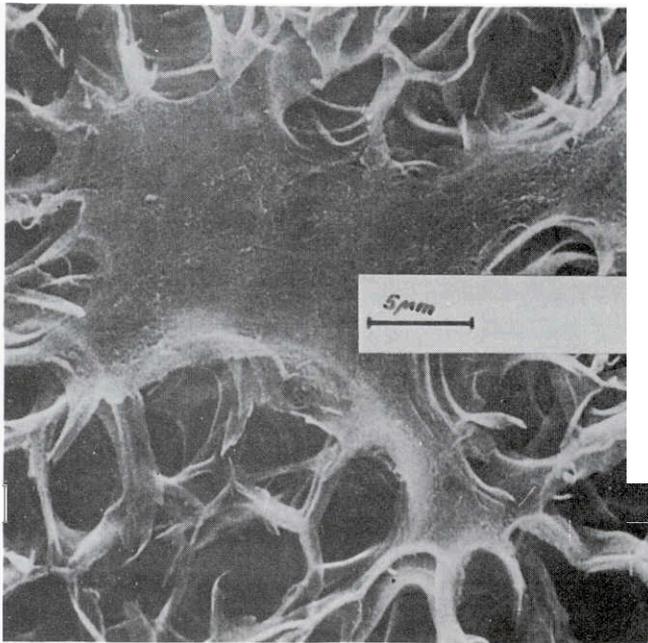


Abb. 11a: Seitenansicht eines Zinkzellulosexanthogenatgels (rasterelektronenmikroskopische Aufnahme; Präparationsverfahren: Gefriertrocknung)

Form feiner Lamellen abgeschieden wird. Es werden also bei der **Diffusion** von bestimmten Elektrolyten in das Sol des Polyelektrolyten Natriumzellulosexanthogenat geordnete Gelstrukturen aufgebaut.



Wie verläuft nun die Ausbildung dieser Strukturen?

Zunächst entsteht an der Berührungsfäche zwischen Elektrolyt und Sol eine Gelmembran, die infolge teilweiser Dehydratation das Bestreben hat, zu schrumpfen. Durch diese Kontraktion steigt ihr Feststoffgehalt, und das abgegebene Dehydratationswasser erscheint in feinsten Tröpfchen zwischen den fixierten Makromolekülen im entstehenden Gel.

Bei dieser Phasentrennung in Form einer tropfigen Entmischung wird das Gel mikroheterogen. Bei Zellulosexanthogenatfasern äußert sich dies in der Ausbildung des bereits bei der Untersuchung der Ultradünnschnitte beschriebenen **Mikrohohlraumsystems**^{5, 20}. Vom eindiffundierenden Elektrolyten hängt es ab, wie **groß** das Bestreben der Membran zur Entquellung ist und ob sich die bildenden Wassertröpfchen teilweise, auch örtlich begrenzt, zu größeren Tropfen vereinigen.

Diese Tropfen werden vor der Diffusionsfront in das wachsende **Gel** geschoben und prägen der Gelzone in Richtung der Diffusion die Struktur von kapillaren Röhren auf, wobei sich in der Gel-Sol-Grenze die **ausgestoßenen** Tröpfchen nicht mit dem Sol vereinigen. Während dieser Vorgänge er-

folgt eine Orientierung der Fadenmoleküle des Natriumzellulosexanthogenats senkrecht zum Ionenstrom. Da nun die bis an die Gelvorzone reichenden Kapillaren ihrerseits **jeweils** radiale **Diffusionszentren** darstellen, werden die **Makromoleküle** in der Ebene der **senkrechten** Anordnung zum Ionenstrom tangential um die Kapillaren angeordnet. Diese Vorstellungen wurden von **Thiele**³³ entwickelt und durch unsere Untersuchungen am Elektronenmikroskop bestätigt.

Die hier vorgelegten Ergebnisse über den räumlichen Aufbau der Gele lassen sich nicht nur auf ionische **Zellulosederivate** anwenden, sondern **dürften** auch für synthetische **Polyelektrolyte** gelten. Es lassen sich auf dieser Grundlage Spezialprodukte für verschiedene Anwendungsgebiete herstellen, so für Filtration und **Ultrafiltration**³⁴ oder **Gelchromatographie**^{35, 36}. Auch auf **medizinischen** und biologischen Gebieten werden bereits Versuche unternommen, solche Systeme einzusetzen^{33, 37}. Heute **liegen** schon **technologische Lösungen** für die Herstellung und den Einsatz von Membranen vor^{38, 39, 40, 41}. Nach neueren Ergebnissen von **Thiele und Mitarbeitern**⁴² ist es durchaus gegeben, geordnete **Struktursysteme** herzustellen, deren **Einsatz** in Brennstoffzellen möglich ist.

Die Resultate der Untersuchung der geordneten Struktur- und ihr Einfluß auf die morphologische Beschaffenheit von Raumkörpern und Fasern ergeben Überlegungen, diese Effekte auszunützen, um die Eigenschaften und die Verarbeitbarkeit von Zellulosexanthogenatfasern noch weiter zu verbessern.

Für die angewandten Untersuchungsmethoden standen folgende Geräte zur Verfügung:

- Ultramikrotom Om U 2 (Fa. Reichert, Wien),
- Hochvakuumbdampfungsanlage HBA 2 (VEB Carl Zeiss, Jena),
- Elektronenmikroskop SEM 3-2 (VEB-Werk für Fernsehelektronik, Berlin),
- Rasterelektronenmikroskop JSM Scanning EM (Japan Electron Optics Lab., Tokyo),
- Gefrierätzungseinrichtung BA 510 M (Balzan AG., Liechtenstein),
- Porosimeter 5-7121 B (Aminco, Silver Spring).

Allen unseren Mitarbeitern bei der Durchführung der Experimente wollen wir an dieser Stelle nochmals herzlich danken.

- 1) H. Klare, A. Gröbe, R. Maron, H. Jost, H.-J. Purz, H.-J. Gensrich und D. Paul: „Möglichkeiten der Struktur- und Faserbildung von Cellulosexanthogenatfasern“; Abh. d. DAW-Berlin, Kl. f. Chemie, Geologie und Biologie 1965, Nr. 3, S. 133-140
- 2) A. Gröbe, R. Maron und K.P. Rose: „Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Oberflächen von Cellulosexanthogenatfasern“; Teil I: „Eine Methode zur Herstellung von Oberflächenrepliken ungetrockneter Fasern“; Faserforsch. u. Textiltechnik 19 (6), 253-258 (1968)

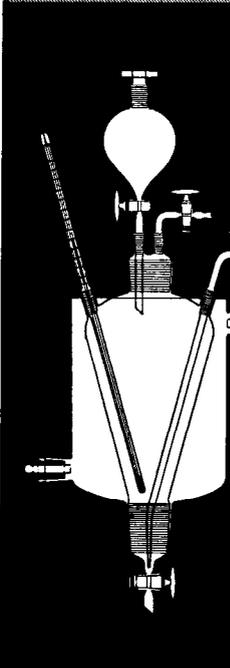
- 3) A. Gröbe, H.-J. Gensrich und R. Maron: „Methodische Versuche zur Ultramikrotomie von Cellulose regeneratfasern“; Vortrag von H.-J. Gensrich auf der Arbeitstagung für Elektronenmikroskopie der Physikalischen Gesellschaft in der DDR, 2.-5. Nov. 1966 in Erfurt
- 4) A. Gröbe und H.-J. Gensrich: „Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Ultradünnschnitten von Cellulose regeneratfäden“; Teil I: „Präparationsmethoden“; *Faserforsch. u. Textiltechnik* **20** (3), 118-124, (1969)
- 5) H.-J. Gensrich und A. Gröbe: „Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Ultradünnschnitten von Cellulose regeneratfäden“; Teil II: „Die Struktur von Gelfäden, koaguliert in Ammoniumsulfatlösungen“; *Faserforsch. u. Textiltechnik* **20** (9), 425-433 (1969)
- 6) R. Maron, A. Gröbe und H. Klare: „Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Spinnentechnologie und Struktur von Cellulose regeneratfäden“; *Melliand Textilberichte* **46**, 1067-1070 (1965)
- 7) A. Gröbe: „Electron Microscopic Investigations of Experimental Viscose Rayon Filaments“; *Svensk Papperstidn.* **71** (18), 636-645 (1968)
- 8) A. Gröbe, R. Maron und K.P. Rose: „Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Oberflächen von Cellulose regeneratfäden“; Teil V: „Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse“; *Faserforsch. u. Textiltechn.* **19** (12), 553-558 (1968)
- 9) R. Maron, A. Gröbe und K.P. Rose: „Eine Feuchtabdruckmethode zur elektronenmikroskopischen Untersuchung ungetrockneter Fäden“; *Mikroskopie (Wien)* **23**, 155-161 (1968)
- 10) R. Maron, K.P. Rose und A. Gröbe: „Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Oberflächen von Cellulose regeneratfäden“; Teil II: „Nachweis und Charakterisierung von Deckschichten auf den Fadenoberflächen“; *Faserforsch. u. Textiltechn.* **19** (7), 319-324 (1968)
- 11) A. Gröbe, R. Maron und K.P. Rose: „Experimentelle Beiträge zur Wirkungsweise von Viskosemodifikatoren“; *Pure and Appl. Chem.* **14**, 353-362 (1967)
- 12) A. Gröbe: „Study of the Relations between Structure and Properties of High Performance Rayon Fibres in Several Stages of the Spinning Process by Electron Microscopy“; Vortrag auf der 2nd International Dissolving Pulps Conference am 3.6.1968 in New Orleans (USA)
- 13) K.P. Rose, R. Maron und A. Gröbe: „Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Oberflächen von Cellulose regeneratfäden“; Teil IV: „Wirkung von Viskosemodifikatoren auf die Deckschichtbildung - elektronenmikroskopischer Nachweis“; *Faserforsch. u. Textiltechnik* **19** (11), 499-504 (1968)
- 14) H. Klare, A. Gröbe, V. Gröbe, B. Philipp, G. Reinisch, Chr. Ruscher und Fr. Winkler: „Über das Zusammenwirken von Grundlagenforschung und angewandter Forschung, Technik und Ökonomie in der Chemiefaserindustrie der DDR“; Vortrag auf dem 3. Wissenschaftlichen Kongreß, Leipziger Frühjahrsmesse 1967
- 15) K.P. Rose, A. Gröbe und R. Maron: „Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Oberflächen von Cellulose regeneratfäden“; Teil III: „Wirkung von Viskosemodifikatoren auf die Deckschichtbildung - analytischer und lichtmikroskopischer Nachweis“; *Faserforsch. u. Textiltechnik* **19** (8), 358-362 (1968)
- 16) E.J. Alvarez, J.H. Bethune und D.M. MacDonald: „Formaldehyde Substitutes During High-Wet-Modulus Spinning“; Vortrag auf der 2nd International Dissolving Pulps Conference, Juni 1968, New Orleans
E.J. Alvarez, J.H. Bethune und D.M. MacDonald: „Methylol Dimethylamine in High-Wet-Modulus Spinning“; *Tappi* **52** (4), 704-708 (1969)
J. Dyer: „A Kinetic Study of the Acid Hydrolysis of Sodium Trithiocarbonate and its Reaction with Formaldehyde“; *Tappi* **49** (10), 447-452 (1966)
M. Kozler: „Über die physikalische Modifizierung von Viskosefaserstoffen zwecks Erzielung einer fibrillären Faserstruktur“; *Chem. Vlakna, Svit (Chem. Fasern)* **18** (3/5), 54-60 (1968)
G.C. Daul und T.E. Muller: „Effect of Orientation and Trace Crosslinking on the Properties of High-Wet-Modulus Rayon“; *J. Appl. Polymer Sci.* **12** (3), 487-507 (1968)
- 17) siehe u.a. Niederländisches Patent Nr. 640 3353
- 18) „Electron Microscopic Studies on the Fine Structure of Rayon: Voids in Tire Yarn“; Basic Research Report Nr. 28 vom 12. Juni 1964; International Cellulose Research, Ltd. Hawkesbury, Ontario, Canada
W.M. Kaepfner: „Voids in Viscose Rayon Tire Yarn“; *Textile Res. J.* **38**, 662-667 (1968)
- 19) K. Hucur: „Über Herstellungsverfahren und Eigenschaften von Hochmodulfasern“; Vortrag anlässlich des JUPAC-Symposiums über Kunstfaserzellestoffe 1966 in Helsinki; *Pure and Appl. Chem.* **14**, 353-362 (1967)
- 20) A. Gröbe und H.-J. Gensrich: „Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Ultradünnschnitten von Cellulose regeneratfäden“; Teil III: „Die Struktur von Gelfäden unter variierten Fäll- und Spinnbedingungen“; *Faserforsch. u. Textiltechnik* **21** (1969) im Druck
- 21) R.G. Quynn: „Inneres Volumen in Fasern“; *Textile Res. J.* **33**, 21-34 (1933)
- 22) E.F. Wagner: „Porosimetrie - eine Methode zur Charakterisierung von Faseroberflächen“; *Z.d.ges.Text.Ind.* **68** (6), 417-424 (1966)
- 23) Kubota, Katsumi und Koi, Tsuneske: „Pore Volume of Regenerated Cellulose Fibers“; *Sen-i Gakkaishi* **22** (8), 356-360 (1966)
- 24) H. Schmiedeknecht und H. Klare: „Technologische Beiträge zur Erzeugung hochfester Cellulose regeneratfasern“; *Faserforsch. u. Textiltechnik* **14**, 219-227 (1963)
- 25) H. Klare und A. Gröbe: „Untersuchungen über den Bildungsmechanismus von Viskosefäden in Abwesenheit und in Gegenwart von Modifikatoren“; *Österr. Chemikerzeitung* **65**, 218-230 (1964)
- 26) H. Klare: „Neue Ergebnisse der Viskoseforschung“; Plenarvortrag auf der Chemie-Dozententagung der Chemischen Gesellschaft in der DDR, Magdeburg 1966
- 27) P.H. Hermans: „Physics and Chemistry of Cellulose Fibres“; New York-Amsterdam-London-Brussels, Elsevier Publishing Comp. 1949
- 28) Nakai, Akiyoshi: „Einige Betrachtungen zur Kristallisation von Viskosefasern“; *J.Soc. Textile Cellulose Ind., Japan* **14**, 905-908 (1958)
Nakai, Akiyoshi: „Über das Verhalten der Modellfasern bei der Gelierung und Rückbildung in Beziehung zu den Strukturen ihrer primären Cellulosexanthate“;
„Über die Bestimmung der Kristallinität von Cellulosefasern, deren Bindungsstrukturen sich noch

- nicht im stabilen Zustand befinden"; J. Soc. Textile Cellulose Ind., Japan **15**, 9-12 u. 13-15 (1959)
- Nakai, Akiyoshi: „Der Einfluß der Koagulation für die Strukturausbildung von regenerierter Cellulose"; Teil I: „Studien an Modellcellulosegelen, koaguliert durch Zweibadbehandlung aus Viskose"; S. 90-94
Teil II: „Untersuchungen an Modellcellulosegelen, die durch Einbadbehandlung koagulierten"; S. 166-170
Teil III: „Über die Bildungsmechanismen der α - und β -Struktur"; S. 170-174
J.Soc. Text. Cell. Ind., Japan **15** (1959)
- 29) G. Mann, A. Gröbe: „Koagulationsstudien an verdünnten Natriumcellulosexanthogenatlösungen"; Faserforsch. u. Textiltechnik **13** (8), 347-352 (1962)
- 30) A. Gröbe, H.-J. Purz und R. Maron: „Ordnungsvorgänge bei der Gelbildung aus Cellulosexanthogenatsolen"; J. Polymer Sci. **C**, Polymer Symposia **16**, 3047-3057 (1967)
- 31) H.-J. Purz, A. Gröbe: „Mikroskopische Untersuchungen zur Struktur von Cellulosexanthogenatgelen"; Teil I: „Geordnete Gelbildung durch zentrifugale Diffusion von Elektrolyten"; Faserforsch. u. Textiltechnik **19** (10), 460-467 (1968)
- 32) H.-J. Purz, A. Gröbe: „Mikroskopische Untersuchungen zur Struktur von Cellulosexanthogenatgelen"; Teil II: „Gelstruktur durch zentrifugale Diffusion von Elektrolyten"; Faserforsch. u. Textiltechnik **20** (5), 219-224 (1969)
- 33) H. Thiele: „Histolyse und Histogene - Gewebe und ionotrope Gele - Prinzip einer Strukturbildung"; Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt a. Main 1967
- 34) H. Thiele, H. Hallich: „Ionotrope Gele mit Kapillarstruktur"; Z. Naturforsch. **13b**, 580-588 (1958)
- 35) H. Determann, H. Rehner, T. Wieland, N. Meyer, F. Wente: „Ein perlförmiges Cellulosegel für die Chromatographie"; Makromol. Chemie **114**, 263-274 (1968)
- 36) H. Determann: „Gelchromatographie"; Berlin-Heidelberg-New York, Springer-Verlag, 1967
- 37) H.W. Schütt: „Membranen aus Protein-Symplexen"; Dissertation, Kiel 1967
- 38) A. Gröbe, H.-J. Purz: „Verfahren zur Herstellung von Gelen und Membranen mit Kapillarstruktur aus Regeneratcellulose"; DWP 40 626 vom 24.10.1964
- 39) Kodak-Pathé (Frankreich): „Verfahren zur Herstellung einer anisotropen Membran mit Kapillarstruktur, nach diesen Verfahren hergestellte Membran und ihre Anwendung"; Franz. P. 1 421 584, G 03 c - G 03 f; veröffentlicht im Bulletin officiel de la Propriété industrielle Nr. 5 (1965)
- 40) D. Schyma, H. Gärtner, G. Moll: „Elektronenmikroskopische Darstellung der Feinstruktur eines neuartigen Ultrafilters aus Al-Alginat"; Zbl. Bakteriologie **181** (1), 22-28 (1961)
- 41) Firmenschrift der Firma Kalle AG., Farbwerke Hoechst AG., 1968
- 42) E. Hornig: „Ionenaustausch ionotroper Membranen aus Polyacrylat"; Dissertation, Kiel 1966

Wir liefern für alle Industriezweige



**THERMOMETER
ARÄOMETER
LABORGERÄTE**



Spezialität:
KONTAKTHERMOMETER
RELAIS

**GLAS-TRIEBEL
MANNHEIM-KÄFERTAL**

Diskussion

Dir. Krässig: Ich möchte meine Bewunderung für die von Ihnen gezeigten Bilder ausdrücken, die den Nachweis für die Bildung solcher Deckschichten erbringen, über die wir schon lange spekuliert haben. Neu ist dabei - und daran möchte ich meine erste Frage knüpfen - der Beweis, daß sie aus Zinksulfid bestehen und daß kein Modifier daran beteiligt ist. Bei anderer Gelegenheit sagten Sie, daß Sie Elektronenbeugungsdaten hätten, die eindeutig Zinksulfid nachwiesen.

Dr. A. Gröbe: Auf der Fadenoberfläche konnte bisher sicher Zinksulfid durch Elektronenbeugung nachgewiesen werden, welches im Spinnbad aus einer Mischung von Zinksulfid und Zinktrithiocarbonat gebildet wird. Auf diesem Wege sind andere Verbindungen nicht nachweisbar gewesen.

Dir. Krässig: Dies trifft sicherlich nur für das von Ihnen untersuchte System zu. Es gibt einige Modifier, für die bekannt ist, daß sie mit Schwefelverbindungen und Zink unlösliche Verbindungen eingehen, die wahrscheinlich gleichfalls solche Deckschichten bilden können.

Es sei hier bemerkt, daß es natürlich neben der Ausbildung diffusionshemmender Deckschichten noch andere Alternativen der Wirksamkeit des Modifiers gibt. Diese sollte man in einer Diskussion wie dieser nicht unerwähnt lassen. Hier ist einmal die Bildung von Komplexen aus Zink, Modifiern und Verbindungen mit Xanthogenatgruppen zu nennen, wie sie aus Modellversuchen an niedermolekularen Xanthaten bekannt sind, die wegen ihrer Hydrolysenbeständigkeit die Regenerierung und damit die Ausbildung kristallisationsfähiger Sequenzen verhindern. Als weitere Möglichkeit wurde in der Vergangenheit auch die Wirkung der Modifier durch Inklusion und durch die rein physikalische Verhinderung der Kristallisation diskutiert.

Außerdem möchte ich Sie noch fragen: Haben Sie eine Erklärung für den Einfluß der Temperatur? Sie finden ja bei 48°C Spinnbadtemperatur eine viel feinere Hohlraumstruktur als bei 20°C.

Dr. A. Gröbe: Bei 48°C geht der Entmischungsvorgang wesentlich schneller vor sich, bei 20°C erfolgt die Koagulation bedeutend langsamer. Dabei hat das System Zeit, sich in Form eines Netzes abzuschneiden. - Da man beim Reyonverfahren nur sehr wenig Zinksulfat einsetzt, findet man nur eine äußere Strukturzone. Nur dort erfolgt eine starke Entquellung; innen bildet sich das schöne Zellulosenetz.

Dr. Albrecht: Ist bei 20°C und bei 48°C mit gleichen Bädern gearbeitet worden? Und wurde mit Röntgenstrukturuntersuchungen überprüft, ob die Orientierung grundsätzlich verschieden ist?

Dr. A. Gröbe: Es handelt sich um gleiche Bäder. Eine Verbindung von Elektronenmikroskopie und Röntgenstrukturuntersuchung steht noch aus, wir werden aber demnächst damit beginnen.

Dir. Krässig: Eine Alternative wäre, daß bei der höheren Spinnbadtemperatur, wo sich kleinere Hohlräume bilden, plötzlich Gase entstehen, die entweichen können. Dadurch kollabiert das System zu einer feineren Struktur. Bei niedriger Temperatur, wenn Koagulation und Regeneration langsamer verlaufen, können dagegen nie genug große und druckreiche Blasen entstehen, die entweichen können.

Noch eine Frage zu den Koagulations- und Diffusionsversuchen: Haben Sie je entlang dieser Kapillaren oder Hohlräume Fibrillenstrukturen gesehen?

Dr. A. Gröbe: Wir haben Fibrillen immer nur senkrecht zur Diffusionsrichtung festgestellt. Das verlangt auch die Theorie. Die Breite dieser Strukturelemente liegt unter 100 Å. Es gibt auch größere Anordnungen, die 1000 Å breit sein können.

Dir. Krässig: Es sind also nicht jene Elementarstrukturen bzw. -fibrillen, wie man sie üblicherweise zwischen 30 und 60 Å findet?

Dr. A. Gröbe: Wir waren froh, daß wir unter unseren Präparationsbedingungen Elemente unter 100 Å im Elektronenmikroskop sehen konnten.

Dr. Laub: Weiß man, ob die Hohlräume nur manchmal oder ob sie immer miteinander kommunizieren? Im Hinblick auf die Quecksilberporosimetrie wäre das interessant.

Kennt man eine exakte oder zumindest eine grobe Korrelation zwischen den elektronenmikroskopischen Befunden und irgendwelchen makroskopischen textilphysikalischen oder -chemischen Daten?

Dr. A. Gröbe: Die Hohlräume, die als Gasblasen charakterisiert wurden, dürften untereinander nicht direkt, sondern nur über das Mikro-hohlraumsystem des Zellulosenetzes zusammenhängen. Natürlich gibt es solche Zusammenhänge. Wenn zum Beispiel Restformaldehyd beim EHM-Kordverfahren auf den Fäden zurückbleibt und erst auf der Trockenwalze zersetzt wird, dann müssen Sie mit einem Festigkeitsabfall von 30 bis 40 Prozent rechnen. Die Lagerungsbeständigkeit dieser Faser ist geradezu katastrophal.

Dr. Laub: Das würde ich mehr als Verunreinigung bzw. als Störeffekt bezeichnen.

Zeigt eine stark poröse Faser, wie Sie sie bei 20°C ersponnen haben, in irgendeiner Weise abgewandelte Eigenschaften gegenüber sonst gleichen Fasern mit weniger Poren?

Dr. A. Gröbe: Wenn ein solches Netzwerk innerhalb der Faser vorliegt, ergeben sich zunächst keine sehr guten textilphysikalischen Eigenschaften. Diese sind um mindestens 20 Prozent herabgesetzt. Sie können aber sehr leicht zusätzlich eine Ausrüstung anbringen, um sie wieder genügend anzuheben, zum Beispiel für Einsatzgebiete, auf denen Sie nicht unbedingt eine so hohe Festigkeit brauchen.

Dr. Laub: Welches weitere Versuchsprogramm ergibt sich aus diesen Befunden? Soll und kann die Porosität nun vermieden werden oder nicht?

Dr. A. Gröbe: Das Hohlraumsystem, das wir mit der Quecksilberporosimetrie gemessen haben, ist technologisch ausnutzbar. Man muß nur wissen, bei welchem Verfahren es auftritt und bis zu welchem Spinnstadium es ausgenutzt werden kann. Es bleibt Ihnen überlassen, ob Sie eine Flammfest- oder eine Wash-and-wear-Ausrüstung anbringen.

Prof. Köb: Vor zwei Jahren zeigte Herr Professor Klare hier Bilder über die Gefrierätzung, und zwar Längsschnitte von Fasern, bei denen nach außen Kanäle verliefen. Steht das mit Ihren Ausführungen in Zusammenhang und in welchem?

Dr. A. Gröbe: Sie meinen das Sol, von dem ich Strukturaufnahmen gezeigt habe. Das war ein statisches System. Wenn Sie aber das ganze System dynamisch machen, indem Sie das Sol in eine Küvette geben und den Elektrolyten eindiffundieren lassen, es bewegen, das heißt das Sol durch eine Düse spritzen (quasi den Fadenbildungsvorgang imitieren), dann entstehen Kapillaren mit einem Strömungsprofil in Fließrichtung. Das hat Herr Professor Klare damals gezeigt.

Prof. Köb: Das wäre aber parallel zur Faserachse und nicht nach außen austretend.

Dr. A. Gröbe: Der Faden ist ja ein Zylinder, und der Elektrolyt diffundiert radial allseitig hinein. Durch die Strömung während des Ausfließens des Sols aus der Düse werden die zuerst senkrecht zur Fadenoberfläche entstehenden Kapillaren in Fließrichtung abgedrängt. Nur das Profil der Kapillaren im Fadeninnern ist also parallel zur Fadenachse. Der Elektrolyt strömt senkrecht aus diesen Kapillaren in das ihn umgebende Sol, wobei die Strukturelemente wiederum dazu senkrecht ausgebildet werden, also in Fadenlängsrichtung. Es ist ein Unterschied zwischen dem Strömungsprofil der Kapillaren und der Anordnung der Strukturelemente innerhalb der Kapillaren, die immer senkrecht zur Elektrolytströmung stehen, zu machen.

Dr. Swoboda: Ich hätte zwei Fragen zu den färberischen Eigenschaften der bei 20 bzw. 48°C gesponnenen Fasern. Ist die Farbaufnahmegeschwindigkeit verschieden? Differiert der optische Eindruck der Faser bei gleicher Farbstoffbelastung?

Dr. A. Gröbe: Sie können auf eine bei 20°C gesponnene Faser wesentlich mehr Farbstoff aufbringen. Wenn Sie auf beiden Fasern jeweils die gleiche Gewichtsbelastung an Farbstoff aufbringen, dann sieht die bei 20°C gesponnene Faser dunkler aus.

Dir. Krässig: Ich habe noch eine Frage zur Hohlraumbestimmung mit Quecksilber. Die von Ihnen angegebenen Hohlraumvolumina stimmen in der Größenordnung sehr genau mit jenen überein, die

wir aus der Messung von Fibrillendurchmessern unter der Annahme eines Zwischenraums von 10 Å erhalten haben. Wir haben solche Werte im Zusammenhang mit der Bestimmung von Kristalldimensionen durch Röntgenbeugung errechnet. Auf Grund der lockeren Strukturen (mit Hohlräumen von 100 Å und mehr) müßte eigentlich auch ein größeres Hohlraumvolumen gefunden werden. Wenn man aber derart kleine Hohlraumvolumina findet, müßte man doch annehmen, daß die ursprünglich größeren Hohlräume infolge des Druckes, mit dem Sie das Quecksilber in die Hohlräume pressen, verkleinert werden. Haben Sie diese Frage geprüft?

Dr. A. Gröbe: Das ist eine rein methodische Frage. Wir haben selbstverständlich geprüft, ob nicht die Struktur des Zellulosenetzes durch den Druck verändert wird. Anschließend haben wir das Quecksilber wieder entfernt, Ultradünnschnitte angefertigt und sodann untersucht, ob sich das System verändert hatte. Es war nicht kollabiert. Das war bei einer Modellfaser; wir wissen jedoch nicht, ob das generell gilt.

Die Versuchsfaser, an der ich den Einfluß der Gefriertrocknung auf das Hohlraumsystem zeigte, besaß eine besonders lockere Netzstruktur. Es ging auch aus der Tabelle hervor, daß sie das größte Hohlraumvolumen besaß, das wir mit der Methode der Quecksilberporosimetrie je messen konnten.

Dr. Bodem: Bei der Quecksilbermethode wäre noch zu bedenken, daß eventuell eingelagerte Zinksulfidreste unter Umständen die Werte verfälschen können.

Dr. A. Gröbe: Wir haben mit der Quecksilberporosimetrie nur Fertigprodukte untersucht. Wir haben noch nicht damit begonnen, die Proben aus den verschiedenen Stadien des Spinnprozesses zu entnehmen. In diesem Falle müßte man ganz besonders auf die sorgfältige Entfernung des Zinksulfids achten.

Dr. Bodem: Diese stark poröse Faser mit kompaktem Mantel und lockerer innerer Struktur lädt aber geradezu ein, verschiedene Operationen selektiv vorzunehmen. Beispielsweise könnte man den inneren Teil mit einem geeignet gewählten Quellmittel herauslösen. Haben Sie in dieser Richtung schon Versuche gemacht?

Dr. A. Gröbe: Nein, wir haben noch keine unternommen, aber sie wären durchaus möglich, wenn Sie zum Beispiel an die verschiedenen Zelluloselösungsmittel denken. Es gibt sogar schon ein sowjetisches Patent für ein Spinnverfahren mit Cadoxen. Man würde dann Schlauchfasern erhalten.

Dr. Albrecht: Sie haben sauberlich zwischen EHM- und Polynosicfäden unterschieden und haben beide Male erwähnt, daß Formaldehyd angewandt wurde. Warum haben Sie so exakt diesen Unterschied gemacht?

Dr. A. Gröbe: Ich wollte damit zum Ausdruck bringen, daß wir in einem Fall nur über Endlosgarne, im anderen Fall nur über Stapelfasern sprechen werden.

Dr. Albrecht: Hängt die Bildung der Oberflächenschicht auf den Superkordfäden nicht auch mit der hohen Zinksulfatkonzentration im Spinnbad zusammen? Wirkt sich da nicht auch das Zusammenspiel des Zinksulfats mit dem Modifier und der Viskose aus? Wenn man ein anderes Salz-Modifiziersystem finden könnte, würde sich vielleicht auch die Ablösung der sich bildenden Oberflächenschicht verbessern lassen.

Dr. A. Gröbe: Die Morphologie dieser Deckschicht hängt von der Art des zugesetzten Modifiers ab. Wenn wir ein Polyglykol zusetzen, dann finden wir eine andere Morphologie dieser Deckschicht, als wenn man Polyglykol mit einem Amin mischt.

Dr. Albrecht: Wie unterscheiden Sie zwischen Mikro- und Makrohohlräumen, wenn Sie für die Durchmesser der Mikrohohlräume 100 bis 3000 Å und für die Makrohohlräume über 400 Å angeben?

Dr. A. Gröbe: Ein Makrohohlraum, der ja eine Folge der gasförmigen Zersetzungsprodukte ist, ist innen völlig leer. Sie finden in ihm keinerlei zelluloseartigen Bestandteile. Entstehen aber durch die Koagulation größere Hohlräume - hier als Mikrohohlräume bezeichnet -, so enthalten sie Strukturelemente der Zellulose von 100 Å Breite und kleiner.

WASSERAUFBEREITUNG

FÜR KESSELSPEISUNG
INDUSTRIEBEDARF
TRINKZWECKE

DURCH FILTERUNG
ENTHÄRTUNG
ENTSALZUNG
ENTGASUNG
ENTÖLUNG

BÜHRING & BRUCKNER

WIEN IV., SCHELLEINGASSE 12



Die Verarbeitung von Chemiefasern auf OE-Spinnmaschinen

Direktor Dr.-Ing. Heinz A. Keller
 Maschinenfabrik Rieter AG., Winterthur

Nach einem kurzen Überblick über die Bedeutung der Automatisierung in der Stapelfaserspinnerei und die von diesen Bestrebungen geförderte Entwicklung der OE-Spinnverfahren werden die verschiedenen Methoden des OE-Spinnens kurz skizziert und ihre Verwendbarkeit für die Verarbeitung von Chemiefasern und deren Mischungen mit Naturfasern erläutert. Heute ist die Ausspinnung über die Ringspinnmaschine ein Engpaß, der die Anwendung und die Entwicklung der Chemiestapelfasergarne sowie der Mischgarne - trotz ihrer Vorzüge - beeinträchtigt. Mit Hilfe neuer, leistungsfähigerer Ausspinnverfahren, insbesondere den OE-Spinnverfahren, die in erster Linie für Naturfasern entwickelt wurden, wird deshalb versucht, auch die Produktion der Chemiestapelfasergarne zu steigern.

Bei der Anwendung dieser Verfahren auf Kunst- und Synthesefasern in ihrer ganzen Vielfalt sowie auf deren Mischungen mit Naturfasern müssen die oft anders gearteten, sehr spezifischen Eigenschaften Berücksichtigung finden. Vor allem ist eine geeignete Technik wichtig, das heißt die der Länge und dem Charakter des Materials angepaßte Maschine, deren Wirkungsweise durch die technologischen Merkmale der Faser bedingt ist, andererseits aber auch gewisse Anforderungen an sie stellt. Die erzielbaren Garne werden analysiert und die Resultate, die Qualität, ihre Weiterverarbeitung und Eignung im Hinblick auf das Fertigprodukt besprochen. Diese Ergebnisse lassen mögliche Verwendungsbereiche abschätzen, wobei die Wirtschaftlichkeit ebenfalls zu Worte kommt.

Ist auch erst zu gegebener Zeit eine generelle Anwendung des OE-Spinnverfahrens in der Ausspinnerei der Chemiefasern möglich, so sind die Resultate, insbesondere auf dem Mischgarnsektor, doch so vielversprechend, daß sich alle Anstrengungen der Maschinenbauer mit den Faserherstellern sowie den -verarbeitern, enger als bisher zusammenzuarbeiten, rechtfertigen, um in nützlicher Frist die Einführung dieser interessanten Entwicklung in die Praxis zu ermöglichen.

Following a brief discussion regarding the significance of automation in staple fiber spinning and the development of open-end spinning processes which has been promoted by efforts in this direction, the various methods of open-end spinning are briefly outlined and their usefulness in processing man-made fibers and their blends with natural products pointed out. At this time, spinning on ring spinning frames represents a bottleneck tending to inhibit the development and use of man-made staple yarns and blended yarns in the face of the advantages they offer. Hence attempts are being made at employing new and more efficient spinning processes and, in particular, the open-end spinning methods, which have been developed primarily for use with natural fibers, with a view to promoting the production of man-made fiber yarns.

Application of these processes to the tremendous variety of existing man-made fibers and synthetics and to their blends with natural fibers must take into account their differing and highly specific characteristics. What is needed, above all, is a suitable production technique, i.e. machinery adapted to the length and character of the material, operation of which is determined by the characteristics of

the material while making certain requirements of the latter. An analysis is made of the yarns to be obtained, followed by a discussion of results, quality, further processing, and yarn suitability in relation to the end product. The results listed permit assessment of possible applications in due consideration of the economical angle.

While universal use of the open-end system in spinning man-made fibers is as yet a matter of the future, the results obtained so far, especially in the case of blended yarns, are promising enough to warrant closer cooperation than ever between machine builders and fiber producers and processors with a view to permitting adoption of this interesting process within a reasonable period.

I. Einleitung

Ohne Zweifel konnte in den letzten zwei bis drei Jahren die Automatisierung der Stapelfaserspinnerei einen starken Aufschwung erleben, sodaß heute eine große Anzahl von Spinnereien automatisch betrieben wird, wenn auch nur vom Ballen bis zur Strecke. Allgemein kann man sagen, daß es jetzt für die Automatisierung der Putzerei und Karderie bis und mit Regelstrecke für Stapelfasern technologisch einwandfreie und weitaus in den meisten Fällen auch wirtschaftlich günstige Lösungen gibt. Nach der Regelstrecke ändert sich das Bild vollkommen, solange Flyer und Ringspinn beibehalten werden müssen. Wegen der in diesen Stufen starken Verfeinerung der Produkte kommt ein stetiger Materialfluß - eine Grundbedingung wirtschaftlicher Automatisierung - nicht in Frage.

Eine vollständige Automatisierung¹⁾ der Stapelfaserspinnerei ist daher nur unter Ausschaltung von Flyer und Ringspinnmaschine denkbar. Solche vollständig neuen Spinnverfahren werden daher vor allem ab dem Karden- bzw. dem Streckenband interessant, über deren Hauptvertreter, die sogenannten OE-Spinnverfahren, wir uns heute im Hinblick auf die Chemiefasern unterhalten wollen. Und wenn es mit einem derartigen Spinnverfahren gelingt, bei qualitativ bestem Produkt einen billigeren, leistungsfähigeren und weniger arbeitsintensiven Prozeß zu schaffen als bisher, so vermag sich das Stapelfaserspinnen auch in ferner Zukunft im großen Stil zu behaupten. In der Verarbeitung weisen die Stapelfasern den großen Vorteil der leichten Mischbarkeit und damit unter anderem auch einer Vergleichmäßigung über längere Zeiträume und große Mengen auf, was der Stapelfaserspinnerei zusammen mit der einfachen Nummernregelung eine enorme Flexibilität verleiht, die den Endlosfasern bzw. -garnen völlig abgeht.

II. Stand der Technik des OE-Spinnens

A. Spinnverfahren

Verlockend ist es, direkt nach der Regelstrecke in einem einzigen Schritt zur fertig gereinigten Kreuzspule zu gelangen, also Fortfall der gesamten Vorspinnerei, der Ringspinnmaschinen und Doffer und auch der Kreuzspulmaschine mit automatischem Spulenwechsel. Damit lassen sich alle automationsfeindlichen Stufen eliminieren und eine echte Automatisierung in der Spinnerei einführen. Hiefür muß das Ringspinnprinzip zugunsten „neuer“ Spinnverfahren verlas-

sen werden. Diese schon 1870 vorgeschlagenen Methoden der Garnerzeugung führen die Drehung durch Unterbrechung des Faserstroms am „offenen“ Garnende ein, daher der Name *Offen-End-Spinnverfahren*. Bei diesem Prozeß dient die Rotation des Garnkörpers einzig zur Aufwindung des fertigen Garns. Bei mäßigen Umfangsgeschwindigkeiten können so unbegrenzt große, knotenfreie Garmlängen auf beliebige Garnträger direkt aufgespult werden. Als hauptsächlichliche Verfahren sind das Turbinen-, das Elektro- und das Luftspinnen zu erwähnen²⁾.

1. Das *Turbinenspinnen* ist wohl am weitesten entwickelt und im Prinzip verlockend einfach: Die durch eine Kardierwalze aufgelösten Fasern fliegen in eine Turbine, werden dort niedergeschlagen und als fertiges Garn durch ein zentrales Abzugsrohr herausgeführt. Jeder Drehung der Turbine entspricht eine Garndrehung. Für große Produktionen kommt man somit auf entsprechend hohe Turbinendrehzahlen, was besondere Probleme aufwirft (Abb. 1).

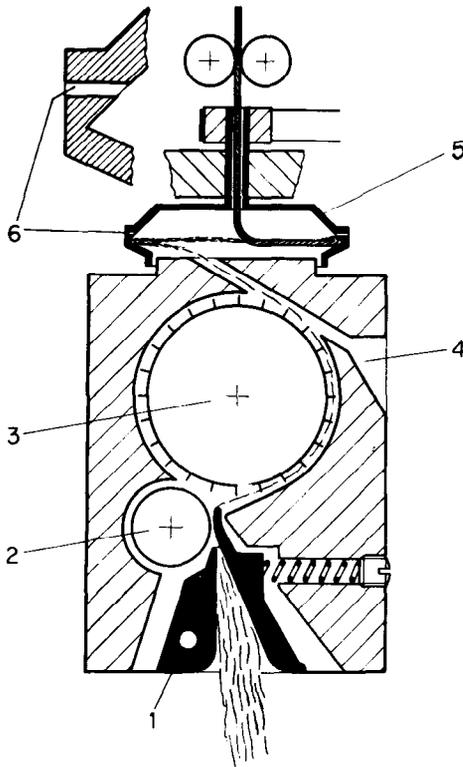


Abb. 1: Turbinenspinnen: Die durch den Kondensator (1) der Kardierauflösung (2, 3) zugeführten Fasern fliegen, unterstützt durch Zusatzluft (4), in die selbstventilierende Turbine (5, 6) und werden von dort als Garn herausgezogen.

2. Beim *Elektrospinnen* werden die aufgelösten Fasern im elektrischen Feld gestreckt und an den Spinnkopf bzw. an das sich drehende Garnende durch die elektrostatischen Kräfte herangeführt. Die Drehung erfolgt mechanisch. Dieses Verfahren ergab schon ganz nette Garnmuster, die Produktion ist jedoch ungenügend; wird sie gesteigert, so befriedigt die Reißkraft nicht mehr. Auch sind die verwendeten Spannungen recht hoch (Abb. 2).

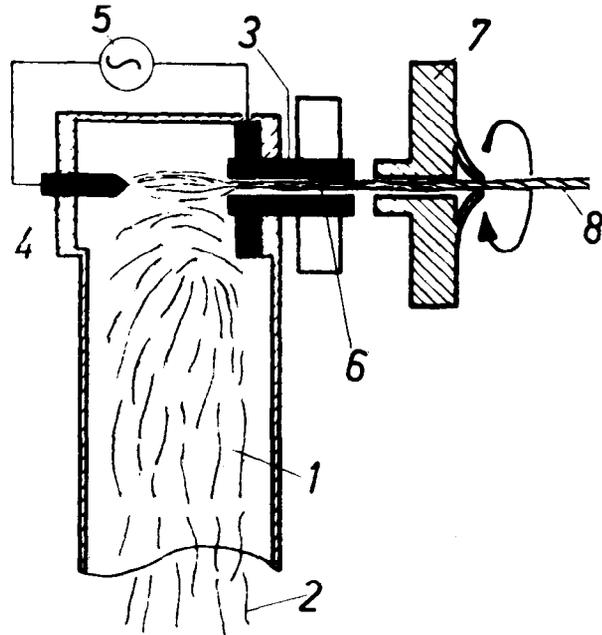


Abb. 2: Elektrospinnen nach Oglesby, 1951: Die in der Spinnkammer (1) in das Hochspannungsfeld zwischen Elektrodenrohr (3) und Gegenelektrode (4) herangeführten Fasern (2) werden durch die elektrostatischen Kräfte parallelisiert und vom Drallgeber (7) in ein echt gedrehtes Garn (8) verwandelt.

3. Beim *Luftspinnen* liefert ein Streckwerk die Fasern möglichst gut aufgelöst tangential in ein Wirbelrohr, wo die

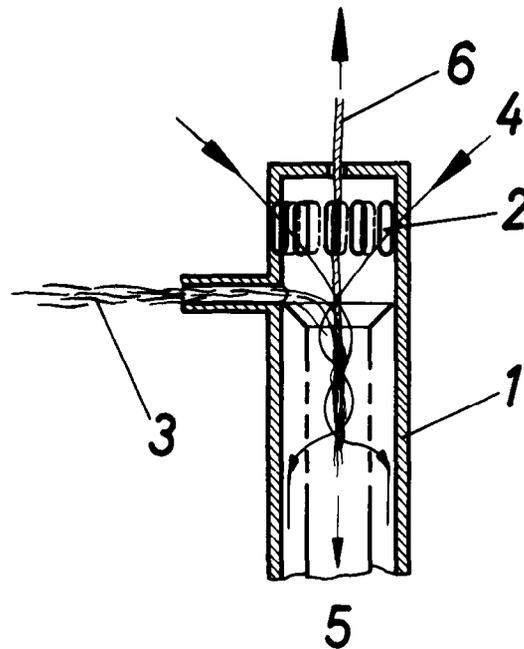


Abb. 3: OE-Luftspinnen: Die in das Drallrohr (1) eingesaugten Fasern (3) werden vom Luftwirbel erfaßt und dadurch am Garnende angesetzt und angedreht. Die Zusatzluft (4) strömt durch die Lufteintrittsschlitze (2) ein und unterstützt die Wirbelbildung. Der Garnabzug (6) ist der Strömungsrichtung und der Absaugrichtung (5) entgegengerichtet.

Einzel Fasern bzw. die Fasergruppen sich drehend um das Garnende schlingen und sich daran ansetzen. Das fertige Garn wird dem Luftstrom entgegen abgezogen. Die Einführung von Zusatzluft verstärkt den Wirbel und gestattet, die Produktion zu steigern. Bis heute wurde mit diesem Verfahren noch kein kommerziell zufriedenstellendes Garn erzeugt. Auch liegt die Produktion zu tief (Abb. 3).

B. Ausführungsformen

Wendet man sich den praktischen Ausführungsformen zu, so ist zu sagen, daß der OE-Fachmann heute fast mit jedem rotierenden Ding ein fadenähnliches Gebilde voller Unregelmäßigkeiten erzeugen kann. Aber von da bis zu einem Qualitätsgarn ist noch ein weiter Weg.

a) Turbinenspinnen

Das derzeit wichtigste OE-Spinnverfahren, das Turbinenspinnen, ist auch am weitesten entwickelt, und die Gesetze der Fadenbildung in der Turbine sind heute bekannt^{3:4, 5}.

Die erste zweiköpfige OE-Maschine wurde von dem deutschen Erfinder Julius Meimberg 1955 in Brüssel gezeigt (Abb. 4). Es war eine Langstapelspinnmaschine mit benadelter Auflösewalze, die die Herstellung von Tuftinggarnen gestattete. 1959 folgte eine Weiterentwicklung mit zehn Spinnstellen, welche in einigen Exemplaren nach Italien kam, die Erwartungen aber nicht erfüllte.

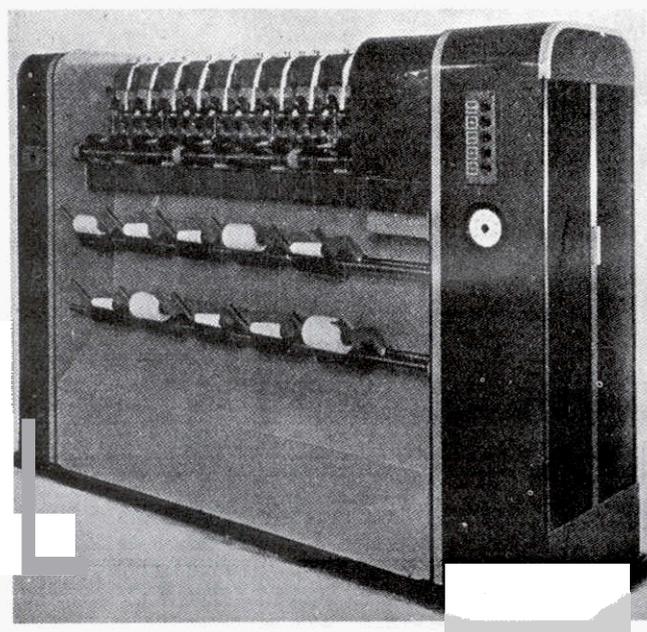


Abb. 4: Erste zehnköpfige OE-Spinnmaschine von Meimberg (1959)

Der eigentliche Durchbruch gelang erst einige Jahre später den Tschechen mit einer OE-Spinnmaschine für Kurzstapel. Und zweifellos hat auf dem Gebiet des Turbinenspinnens die Forschungsequipe der tschechischen Baumwollforschungs-

stelle in Usti nad Orlici hier Pionierarbeit geleistet. Es ist ihr mit einem Großeinsatz gelungen, in wenigen Jahren nicht nur auf einer Laboreinheit ein anständiges Garn zu erzeugen, sondern auch parallel dazu eine 200spindelige industrielle Maschine, das Modell KS 200, zu bauen. Die Maschine gestattet die Verarbeitung von Baumwolle, Zellwolle, Synthetics und deren Mischungen im Stapelbereich von 25 bis 40 mm, also Kurzstapel, entsprechend einem Turbinendurchmesser von 60 mm. Als Materialvorlage dienen Kruse-Doppelbandkreuzwickel. Gesponnen wird von unten nach oben. Die Maschine ist mit einem Vierzylinderdoppelriemen-Hochverzugsstreckwerk mit Einzelkäfigen ausgerüstet, auf dem das Band vor Eintritt in die Turbine verzogen wird. Mittels Nutentrommeln werden zuoberst auf der Maschine zylindrische Kreuzspulen von ungefähr 1 kg Gewicht erzeugt. Das Modell KS 200 wurde erstmals 1965 auf der Brünner Messe gezeigt und schon ein Jahr später durch ein bedeutend verbessertes Modell BD 200⁶ ersetzt (Abb. 5).

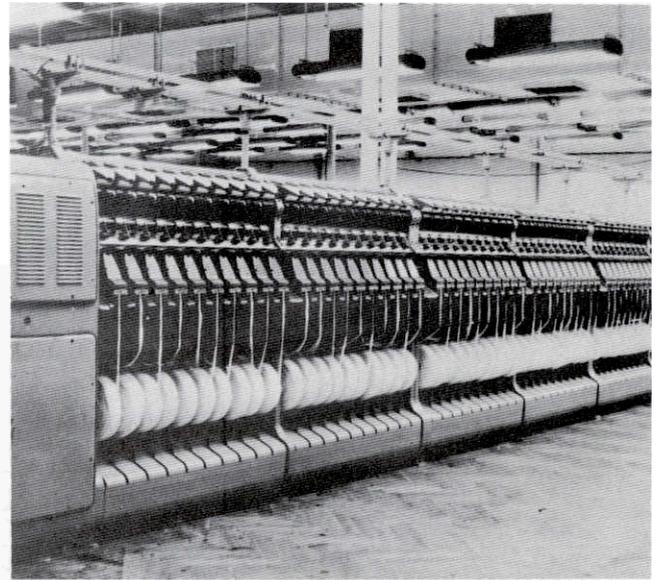


Abb.5: Tschechische OE-Spinnmaschine BD 200 (1966), zweihundert Spinnstellen mit Wickelvorlage

Anlässlich der ITMA 1967 feierte dieses neue Modell seine Premiere in St. Louis. Im Aufbau ist es grundsätzlich gleich geblieben. Der Ersatz des Vierzylinderstreckwerks durch eine Kardierwalzenauflösung und sonstige Änderungen am Spinnkopf ermöglichten es, die Bauhöhe auf 1,64 m zu reduzieren, was die Bedienung erleichtert. Als Materialvorlage dienen ebenfalls etwa 1,3 kg schwere Kruse-Kreuzbandwickel, und die Aufwindung des fertigen Fadens geschieht wieder mit Nutentrommeln auf zylindrische Kreuzspulen von maximal 1,5 kg Gewicht. Wie die KS 200 ist auch das Modell BD 200 für die Verarbeitung von Kurzstapeln bis maximal 40 mm vorgesehen. Bei einer Turbinendrehzahl von 30 000 T/min bewegt sich die Lieferung in den Grenzen

von 17 bis 55 m/min, je nach Garnstärke und Drehung. Die Produktion erreicht damit das Doppelte bis Dreifache der Ringspinnmaschine.

Als Beispiel der Entwicklungsarbeit anderer Spinnmaschinenfabriken auf dem Gebiet des OE-Spinnens sei die von der Firma Rieter AG., Winterthur, zum Zeitpunkt der ITMA 1967 fertiggestellte OE-Maschine, Modell G 5/1, angeführt (Abb. 6). Die doppelseitigkonstruierte Maschine weist vier- und zwanzig Spinnstellen auf. Der Kopf enthält alle Getriebe- sowie die nötigen Steuergeräte, während der Antrieb und die Absaugventilatoren im Maschinenende untergebracht sind. Erstmals dienen als Vorlage Kannen von 12" (310 mm) Durchmesser und 915 mm Höhe mit 7 kg Nettogewicht. Die Spinnereinheiten mit Kardierwalzenauflösung sind auch hier für die Verarbeitung von Kurzstapeln, das heißt für Baumwolle, Zellwolle, Synthetics und deren Mischungen, im Siapelbereich von 25 bis 40 mm, vorgesehen. Gesponnen wird von unten nach oben. Die Aufwindung geschieht mit exzentrisch gesteuertem Fadenführer auf konische Kreuzspulen 4°20', 150 mm Hub, 3 kg Spulengewicht. Die Teilung beträgt 220 mm. Da es sich um eine Versuchsmaschine handelt, wurde dieses Modells noch nirgends öffentlich ausgestellt, aber vom Zeitpunkt der ITMA an schon einigen Interessenten vorgeführt.

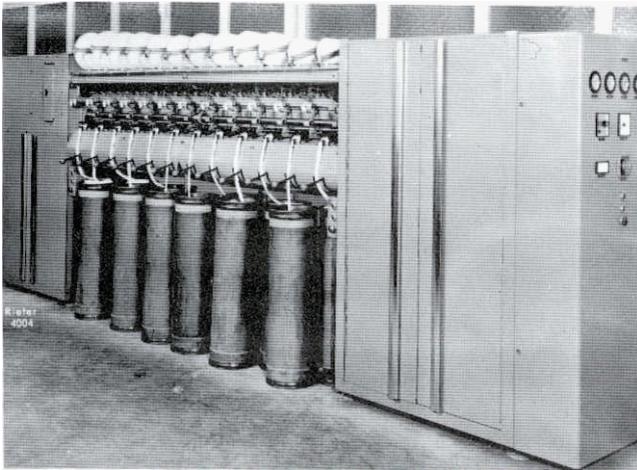


Abb. 6: OE-Versuchsspinnmaschine Modell 1967 von Rieter, Winterthur, 24 Spinnstellen mit Kannenvorlage 315 x 915 mm und 3 kg Spulengewicht

Bekanntlich erteilten die Tschechen 1967 an die japanische Firma Toyoda und an die italienische Firma San Giorgio Lizenzen zur Herstellung und zum Verkauf des Modells BD 200. Die Japaner brachten an diesem Modell verschiedene Verbesserungen an. Vor allem änderten sie die Maschine sofort auf Kannenvorlage ab (Abb. 7). Und schon Ende 1968, also ein Jahr später, hatte Toyoda die Spinnerei Fukui

von Daiwa mit vierzig vollständig in Japan hergestellten Maschinen des Modells BD 200 mit Kannenvorlage ausgerüstet. Toyoda stellt gegenwärtig pro Monat zwanzig solcher Maschinen her, die offenbar vorwiegend in japanischen Spinnereien zur Aufstellung gelangen. Toyoda hat bisher insgesamt 150 Maschinen in Lizenz angefertigt, wovon weit über hundert in Betrieb stehen.



Abb. 7: Spinnerei Fukui von Daiwa, Japan, ausgerüstet mit vierzig, von Toyoda, Japan, 1968 in Lizenz hergestellten BD 200 mit Kannenvorlage 230 x 700 mm und 15 kg Spulengewicht

Anfang 1969 brachte die tschechische Baumwollforschungsstelle in Usti ein neues, verbessertes Modell BD 200 M/69, nun ebenfalls mit Kannenvorlage, heraus (Abb. 8). Im Aufbau ist es, ähnlich wie das Modell BD 200, für das Spinnen von unten nach oben (d.h. Kannen unter den Spinnereinheiten, Spülteil darüber) eingerichtet.

Die Maschine wurde vereinfacht und leichter gebaut. Die Höhe des Spinnkopfes beträgt nur noch rund die Hälfte, und das Öffnen zum Reinigen wurde erleichtert. Die Turbinendrehzahl kann bis auf 35 000 T/min gesteigert werden, die Kannengröße auf 10" mal 40" (250 mm mal 1000 mm); der Windungshub der Sonnenspulen läßt sich von 85 auf 100 mm erhöhen. Das Nettospulgewicht bis auf 2,5 kg (früher 1,5 kg). Die Bildung einer Fadenreserve zum Anknüpfen von zwei hintereinanderliegenden Spulen ist möglich, der Kraftbedarf um 10 Prozent geringer. Es ist auch ein automatisches Abstellen nach Programm bei Stromausfall vorgese-

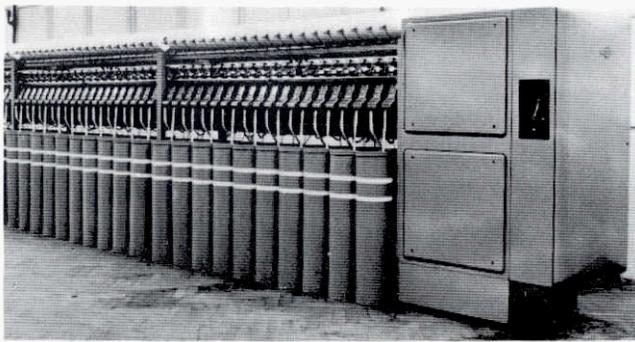


Abb.8: Neuestes tschechisches Modell BD 200 M/69 (1969), 200 Spinnstellen, mit Kannenvorlage 225 x 1000 und 2,5 kg Spulengewicht

hen, damit der Zug nicht abreißt. Die Länge beträgt 15 m bei 192 Spindeln und 19,8 bei 256 Spindeln. Die Maschinenbreite über die Kannen ist 1 m, die Gangbreite zwischen den Maschinen ebenfalls 1 m. Ein Wanderventilator kann aufgebaut werden, ist aber **nur** nötig, wenn die Maschinen mit Karden und Strecken im **selben Saal** stehen. Eine solche Maschine wurde erstmals von R o h l e n a ⁷⁾ 1969 in Prag gezeigt und war unseres Wissens zu jener Zeit in den Spinnereien noch nicht eingeführt.

Die Arbeitsweise der tschechischen OE-Spinnmaschine, Modell BD 200, zeigt Abbildung 9. Das Band geht **von unten** nach oben durch einen Kondensier in die horizontal arbeitende Kardierauflösung. Die austretenden Einzelfasern fliegen dann, durch einen Schirm umgelenkt, in die selbstventilierende Turbine und werden von dort **als Garn** durch eine Abzugsdüse mit anschließendem Abzugsrohr herausgezogen. Nach dem Abzugsrohr folgen: ein Fadenwächter, eine Changierstange sowie die Abzugswalzen, die den Faden nach oben dem Aufwindeteil übergeben. Letzterer entspricht der Spuleinheit einer Spulmaschine für Sonnenspulen. Wie erwähnt, kann die ganze Spinnereinheit **zur** raschen Reinigung aufgeklappt werden, und zwar die Turbine nach vom gegen den Bedienungsgang und neuerdings auch der Auflöseteil nach oben auf die Seite.

Das Ansetzen geschieht folgendermaßen: Bei Fadenbmch stellt der Fadenwächter über dem Abzugsrohr nur den Einzugszylinder augenblicklich ab. Turbine und Auflösewalze laufen weiter. Die OE-Spinnerin führt anschließend das von der Sonnenspule heruntergeholt Gamende in das Abzugsrohr ein, wo es die Turbinenventilation einsaugt. Sobald das Garnende die Turbinenwand berührt, **steigt** der Zug an. Gleichzeitig wird die Sonnenspule abgesenkt und das **Garn** wieder herausgezogen. Der dadurch **gestraffte** Faden drückt auf den Fadenwächter, der den Einzugszylinder und damit die Speisung einrückt. Damit ist der Ansetzvorgang beendet. Besonders die hohen Abzugsgeschwindigkeiten müssen die Handgriffe auf wenige Hundertstelsekunden genau stimmen; **darum** beträgt die Anlernzeit einer Spinnerin einige Monate. Entwickelt haben die Tschechen dieses OE-Aggre-

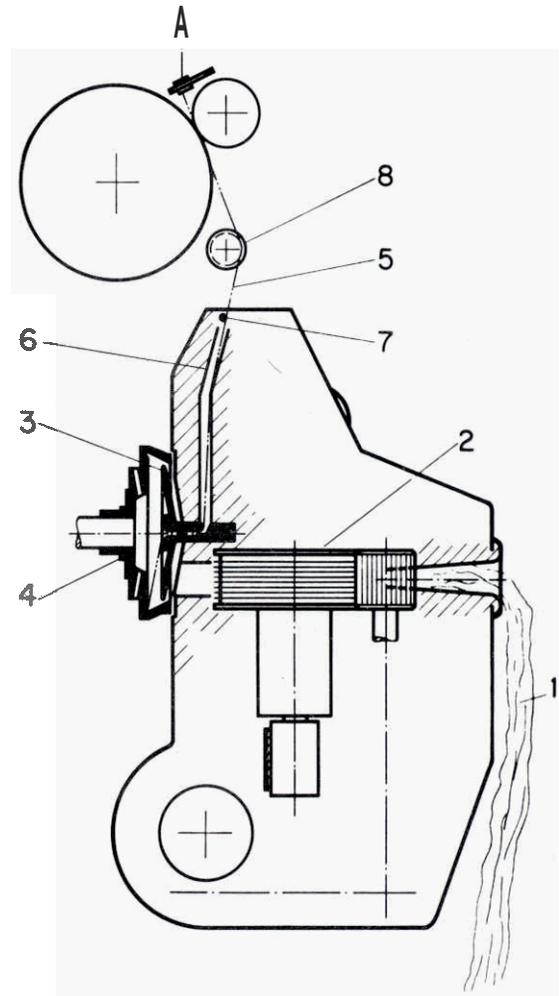


Abb. 9: OE-Spinnmaschine BD 200 im Schnitt: Das einlaufende Band (1) wird durch einen Kondensier der horizontal arbeitenden Kardierauflösung (2) zugeführt. Die von dort austretenden Einzelfasern fliegen durch einen Schirm (3) umgelenkt in die selbstventilierende Turbine (4) und werden von dort **als Garn** (5) durch das anschließende Abzugsrohr (6) über einen Fadenwächter (7) und eine Changierstange (8) durch die Abzugswalzen herausgezogen.

gat ursprünglich für Baumwolle, sie verwenden es aber heute auch für Chemiefasern unter Anpassung der einzelnen Elemente an die veränderten Verhältnisse.

In letzter Zeit sind noch einige weitere Ausführungsformen von OE-Spinnmaschinen bekannt geworden, die an dieser Stelle zu erwähnen sind, weil sie **unter** Umständen auch für die Verarbeitung von Chemiefasern und deren **Mischungen** eines Tages interessant werden könnten. **So** hat die der Toyo Rayon nahestehende Maschinenbau firma Howa eine Turbinen-OE-Spinnmaschine, Modell MS 400, entwickelt (Abb. 10).

Im Gegensatz zur G 5/1 von Rieter und der BD 200 von Usti wird hier von oben nach unten gesponnen. Die **Kannen stehen in Reihen links** und rechts von der Maschine, **durch** einen Laubengang von dieser getrennt. Dementsprechend können **sehr große** Kannen von 14" **mal** 42" (355 mm mal 1070 mm) verwendet werden, die offenbar für **bauschige**

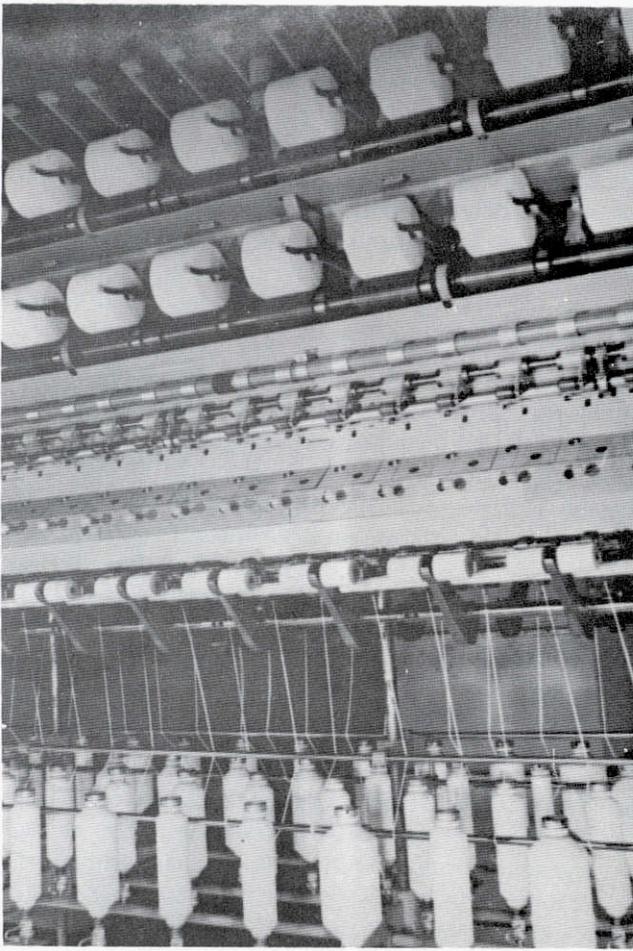


Abb. 10: OE-Spinnmaschine Modell MS 400 (1968) der Maschinenfabrik Howa (Japan), entwickelt von Toyo Rayon (Japan): einseitige Maschine mit Flyer oder Kannenvorlage 355 x 1070 mm und 1,5 kg Spulengewicht

Synthesefasern gedacht sind. Auch eine Aufsteckung von Flyerspulen über der Maschine ist möglich. Die Teilung beträgt 130 mm; der Windungshub von 127 mm wird durch eine zweietagige Anordnung der Sonnenspulen von maximal 1,5 kg erzielt. Verarbeitbare Stapellängen 20 bis 51 mm. Turbinendrehzahl 20 000 bis 40 000 T/min.

Die Auflösung des zugeführten Bandes erfolgt bewußt in zwei Stufen. Zuerst wird die Fasermasse in einem Vier- bzw. Dreizylinderstreckwerk (letzteres für Vorgarn) mit jeweils einem Doppelriemenaggregat in der Hauptverzugzone in ein sehr dünnes Faserbandchen umgewandelt. Beim Vierzylinderstreckwerk beträgt der Verzug ca. 200-, dann folgt im Speiserohr eine weitere Auflösung durch Preßluft und schließlich bildet sich der Faden in der Spinnmaschine auf die heute schon klassische Art. Der Abzug des Garns geschieht im Gegensatz zu der meist üblichen Anordnung nicht durch den Turbinendeckel, sondern durch die hohle Turbinenachse. Dieses Aggregat wurde zum Unterschied zu fast allen anderen OE-Spinnmaschinen nicht von Naturfasern, sondern von Chemiefasern ausgehend entwickelt, es soll aber auch für Baumwolle und Mischungen tauglich sein.

b) Elektrosinnen

Das Elektrosinnen ist ebenfalls vielversprechend, jedoch sind hier noch viele Hürden zu nehmen, bis eine industriell befriedigende Lösung vorliegen wird. In den letzten Jahren haben sich neben anderen Forschungsstellen vor allem russische Forscher die Weiterentwicklung des Elektrosinnens zum Ziel gesetzt. Komplette Maschinen bzw. solche für die Produktion existieren aber bekanntlich auch hier noch nicht.

Während beim Elektrosinnen bisher die Garnbildung bzw. die Drehungsverteilung mit einem klemmenden Drallgeber vorgenommen wurde, soll es nach neuen russischen Verfahren mit einer Drallscheibe möglich sein, bessere Verhältnisse zu schaffen. Details lassen erkennen, daß auch hier Luftströmungen eine wesentliche Rolle spielen.

Auch das Battelle-Institut in Genf arbeitet im Auftrag einer gemeinsamen Tochtergesellschaft mit der NARC an einem Elektro-OE-Spinnverfahren und hat bereits für eine Maschine geworben, die bis zur IIMA 1971 in Paris fertig werden soll.

c) Luftspinnen

Das Luftspinnen ist ein weiteres OE-Verfahren, das viele Vorteile brächte, wenn Produktion und Garnqualität angehoben werden könnten. Die Spinnaggregate weisen keine bewegten Teile auf, wären daher einfach und billig in der Herstellung; bis heute ist aber die „Schallgrenze“ der Ringgarne noch nicht erreicht. Auch wurden ganze Maschinen bis jetzt noch nicht konstruiert.

Wirklich produktionsreife Einheiten sind also nur bei den Turbinen-OE-Spinnmaschinen vorhanden. Alle anderen Systeme warten noch im Forschungslabor auf ihre Weiterentwicklung. Im folgenden sind daher unter OE-Spinnmaschinen nur Turbinen-OE-Spinnmaschinen zu verstehen.

C. Spinnresultate, Produkteigenschaften und Wirtschaftlichkeit bei Naturfasern

Der gegenwärtige Stand der Technik des OE-Spinnens läßt sich wie folgt zusammenfassen^{4, 5}:

- Zur Zeit sind an produktionsreifen, industriell einsatzfähigen Maschinen nur die BD 200 der Tschechen und ihrer Lizenznehmer auf dem Markt. Die japanische MS 400 von Howa wird unseres Wissens noch nicht als kommerzielle Maschine geliefert.
- Die bisherige Entwicklung beschränkte sich auf die Ver-spinnung von Kurzstapelfasern. Von Naturfasern sind da-rum nur die Baumwolle und deren Mischungen mit Chemiefasern bis maximal 40 mm Schnittlänge im Nummernbereich Nm 14 bis Nm 70 verarbeitbar, wobei für die Chemiefasern noch weitere Einschränkungen bezüglich Kräuselung, Titer etc. hinzukommen.
- Wolle kann noch nicht versponnen werden. Die Turbinen verschmutzen vor allem wegen der Schmalze; auch läßt die Spinn-grenze auf OE-Maschinen nicht die gewünschte

Garnfeinheit erreichen. Bei Langstapelfasern sind bis jetzt nur ganz grobe Garne möglich. Wegen des Zusammenhangs zwischen Stapel und Turbinendurchmesser, des hohen Kraftbedarfs und der Schwierigkeiten durch Schmäle und Faserschädigung sind Langstapelfasern vorläufig kommerziell nicht verarbeitbar. Außerdem existieren hierfür noch keine industriellen Maschinen.

- d) Die OE-Spinnmaschine für Baumwolle der bis heute erhältlichen kommerziellen OE-Spinnmaschinen verlangt eine außerordentlich saubere Vorlage, sodaß eine bessere Reinigung der Baumwolle nötig ist als für die Ringspinnmaschine. Dazu ist eine erstklassige moderne Putzerei und Karderie unerlässlich.
- e) Die Qualität kardierter OE-Baumwollgarne ist - bis auf die Reißkraft - gut. Letztere ist auf OE-Maschinen meist so, als ob der Stapel um ca. 3 bis 4 mm gekürzt wäre. Gleichmäßigkeit und Dehnung sind besser als bei der Ringspinnmaschine. OE-Garne haben wenig Fehler, jedoch ist das Umspulen noch in den meisten Fällen notwendig. Vergleiche mit dem Ringspinnen sind nur dann sinnvoll, wenn modernste Ringspinnmaschinen mit richtiger Einstellung als Vergleichsbasis dienen.
- f) Die Verwendbarkeit der Gespinste ist durch den andersartigen Garncharakter eingeschränkt, und es muß von Fall zu Fall im industriellen Großversuch geklärt werden, wie durch geeignete Ausrüstung Abhilfe geschaffen werden kann.
- g) Die Wirtschaftlichkeit ist nur bei relativ groben Nummern gegeben, wenn
 - durch eine moderne Putzerei und Karderie die Fadenbrüche gering gehalten werden können;
 - dieselbe Baumwollqualität wie bisher verwendbar ist;
 - nicht umgespult werden muß;
 - keine zu hohe Drehung notwendig ist, damit die Lieferung steigt;
 - mindestens in Doppelschicht gearbeitet wird;
 - die Kapitalkosten nicht zu hoch sind.

III. Die Verarbeitung von Chemiefasern auf OE-Spinnmaschinen

1. Überblick

Wie steht es nun mit der Eignung der verschiedenen Chemiefasern und deren Mischung unter sich und mit Naturfasern beim Verspinnen auf OE-Spinnmaschinen? Diese Faserkategorien umfassen heute eine ungeheure Vielfalt. Bei ihrer Verspinnung auf den bisher entwickelten OE-Spinnvorrichtungen sind darum sehr viele verschiedene Gesichtspunkte und Einflußgrößen wirksam und zu berücksichtigen. Mit Ausnahme der größeren Reinheit und der höheren Reißfestigkeit haben aber fast alle anderen Faktoren gegenüber der Baumwolle eher die Tendenz, sich ungünstig auszuwirken. Und zweifellos sind die Strapazen, die die Fasern beim OE-Spinnen erleiden, größer als beim Ringspinnen.

Man kann sich die Frage stellen, ob dieselben Kriterien die Fasereigenschaften betreffend auch für die Verarbeitung von Chemiefasern auf OE-Spinnmaschinen gelten. Sie ist berechtigt, aber man muß sich von vornherein darüber klar sein, daß das Turbinenspinnen ein dynamischer Vorgang mit hohen Geschwindigkeiten ist, demgegenüber man das Ringspinnen als statisch bezeichnen darf, weil man mit der Geschwindigkeit fast beliebig weit heruntergehen kann und beim Abstellen kein Fadenbruch entsteht. Schon darum ist zu erwarten, daß die optimalen Spinnbedingungen in mancher Hinsicht anders aussehen als für das Ringspinnen.

Gegenüber den Naturfasern führen eben die oft anders garteten, sehr spezifischen Eigenschaften der Chemie- und insbesondere der Synthesefasern meist auch zu einem ganz verschiedenen Verhalten beim Verspinnen auf OE-Spinnmaschinen. Und es ist klar, daß dabei die chemische Seite, das heißt der Faserhersteller, ein gewichtiges Wort mitzureden hat. Wie schon bei der bisher üblichen Verarbeitung auf der Ringspinnmaschine können zum Beispiel selbst kleine Veränderungen in der Präparation das Verhalten bei der Verarbeitung vollständig umkehren. Eine genaue Kenntnis und Charakterisierung der zu verarbeitenden Fasern, das heißt ein enger Kontakt mit dem Faserhersteller, ist deshalb unerlässlich.

Andererseits stellen OE-Spinnaggregate keine starren Einheiten dar, die als gegeben betrachtet werden dürfen. Es handelt sich vielmehr um Ausführungsformen, die leicht abwandbar und jeweils in vielen, vielen Varianten möglich sind. Oft ist es nur eine unscheinbare Kleinigkeit, die über den Erfolg oder das Versagen entscheidet. Somit haben wir nicht nur die Aufgabe, den Ist-Zustand der heutigen OE-Spinnaggregate und der zu verarbeitenden Chemiefasern auf gegenseitige Verträglichkeit zu prüfen, sondern wir müssen mindestens ebenso sehr weitläufige Entwicklungsprobleme beurteilen. Die dabei auftauchenden Fragen sind so vielschichtig und ausgedehnt, daß im folgenden nur ein Gesamtüberblick gegeben und an einzelnen Beispielen einige wichtige Zusammenhänge aufgezeigt werden können.

2. Einfluß der Vorbereitung

a) Ungemischte Fasern

Wie bei Baumwolle spielt auch bei den Chemiefasern die Vorbereitung eine wichtige Rolle. In erster Linie soll sie eine gute Auflösung und Parallelisierung sowie die Entfernung von Unreinheiten (Fishfood, Häutchen, verklebte Fasern etc.) garantieren.

Auf Karde und Strecken ist vor allem beste Qualität des Bandes anzustreben und jeweils durch Versuche zu prüfen, mit welchen Einstellungen und Produktionen das Optimum herauszuholen ist. Es hat keinen Sinn, in der Vorbereitung die Produktion auf Kosten der Qualität aufs Maximum zu steigern. Wie für Baumwolle sind auch für reine Chemiefasern zwei Streckenpassagen zu empfehlen.

Sodann muß das Bandgewicht der Vorlage dem zu verarbeitenden Material und der Garnnummer angepaßt wer-

den. C i z e k ⁵⁾ empfiehlt für Chemiefasern Nm 0,28 oder feiner. Meist wird man aber unter Nm 0,34 bleiben müssen, weil sonst das Band zu empfindlich wird. Um eine gute Auflösung zu erreichen, soll der Totalverzug zwischen Band und Garn 150 bis 200 nicht überschreiten.

b) Fasermischungen

Mischungen von *Chemiefasern mit Baumwolle*. Wie schon erwähnt, müssen an die Reinheit der Baumwollkomponente hohe Ansprüche gestellt werden, die jedoch mittels einer modernen Putzerei und Karderie ohneweiters erfüllbar sind.

Sodann spielt die Anzahl der Misch-Streckenpassagen eine wesentliche Rolle. Die optimale Mischtechnik für OE-Garne unterscheidet sich völlig von der für Ringgarne üblichen. Während - grob gesagt - bei letzteren mit der Mischung nicht früh genug angefangen werden kann, ist es beim OE-Spinnen fast umgekehrt. Untersucht wurde unter anderem eine Mischung Polyester (Diolen) 1,7/40 mit Baumwolle Peru Pima gek. im Verhältnis 67:33 mit einer, zwei und drei Streckenpassagen.

Während für das Ringspinnen mit Ausnahme der Nissen und der Dehnung alle Güterwerte mit der Anzahl der Streckenpassagen steigen, sind für das OE-Verfahren eine oder zwei Streckenpassagen besser und praktisch gleichwertig. Gegenüber der Mischung auf der Strecke beim Ringspinnen kann man mit der Spinnmaschine gut und gerne eine Streckenpassage einsparen, das heißt auf den letzten Streckenpassagen mischen. Sogar direkte Parallelspeisung von zwei Bändern ergibt ein homogenes Garn unter der Voraussetzung, daß die Nummernhaltung der Bänder gut ist und die Speisung tadellos funktioniert.

Allerdings führen auch kleinste, schlecht aufgelöste Faserbüschel sofort zu groben Mischungsfehlern im Garn. Darum sollte mindestens eine Misch-Streckenpassage vorgeschrieben werden. Sie vereinfacht auch die Vorlage, weil dann nur eine Kanne bzw. ein einziges Band pro Spinnstelle notwendig ist und damit auch die unbeliebte Doppelbandvorlage vermieden werden kann.

Auf der Strecke muß aber das Elastizitäts- und Reibungsverhalten der verschiedenen Komponenten harmonisieren, sonst können einzelne Bänder nach dem Verzug deutliche Wellen im Vlies bilden, die im Eintrittskondensator des OE-Spinnaggregats zusammengestaucht werden und so zu einem ungewollten Effektgarn führen.

3. Stapellänge und Stapeldiagramm

Die fundamentalen Anforderungen an die OE-Spinnmaschine sind vor allem durch die Stapellänge der zu verarbeitenden Faser festgelegt. Das Herz, die *Turbine*, kann nur mit einem beschränkten Stapelbereich fertig werden. Praktisch ergibt ein zu langer Stapel in einer Turbine hohe Fadenbruchzahlen und eine schlechte Substanzausnutzung im Verhältnis zur Stapellänge. L o i d ⁸⁾ gibt für den minimalen Turbinendurchmesser bei tangentialen Fasereinlauf etwa die anderthalbfache Stapellänge an. Für axiale Speisung muß er etwa der doppelten Stapellänge entsprechen. Wie die Er-

fahrung mit tangentialen Einlauf zeigt, können besonders bei längeren Stapeln und groben Nummern auch Turbinen verwendet werden, deren Durchmesser bis etwas unter der Schnittlänge liegt. Größere Turbinen zu verwenden als dem Stapel entspricht, ist zwar möglich, aber die Drehzahl muß dann entsprechend reduziert werden. Leider bleibt der Kraftbedarf trotzdem recht hoch.

Wie erwähnt, beschränkte sich die Entwicklung der Turbinenspinnmaschinen zunächst auf Baumwolle, weshalb nur Chemiefasern bis 40 mm Schnittlänge auf der gleichen Maschine verarbeitet werden konnten, sofern dies die übrigen Eigenschaften (Titer, Kräuselung) zuließen. Längere Stapel erfordern nicht nur größere Turbinendurchmesser, sondern ergeben auch zusätzliche Schwierigkeiten wegen des verlangten Titers, der Kräuselung und der Schmäle. Sehr lange Stapel (bis 150 mm) können darum auf OE-Maschinen bis jetzt nur zu ganz groben Garnen versponnen werden. Über dazwischenliegende Stapellängen liegen bis heute nur wenige Erfahrungen vor. Der Konstrukteur steht somit vor der schwierigen Entscheidung, ob für verschiedene Stapel eine auswechselbare Turbine, das heißt eine Herzverpflanzung, oder eine ganz neue Maschine in Frage kommt, wobei auch die Auflösung zu beachten ist. Das technologische Verhalten verschiedener Stapellängen wurde geprüft und man fand, daß sich auch bei Chemiefaserkurzstapel mit der „*Nominal-Stapellänge*“ in der Turbine die besten Resultate ergeben.

Weiters beeinflusst die Stapellänge auch die Ausführungsform sowie die Größe der Auflöseorgane, sei es Streckwerks- oder Kardenauflösung, wobei nur die Stichworte „*Wickelbildung*“ und „*Stapelschädigung*“ zu erwähnen sind. Beide nehmen unter anderem mit wachsender Stapellänge zu. Besonders bei langen Stapeln mit grobem Titer und starker Kräuselung ist die Wickelbildung gefährlich. Man bekämpft sie durch geeignete Auflösewalzengarnituren und -durchmesser, sowie durch eine Erhöhung der Auflösewalzendrehzahl. Letztere kann aber Faserschädigungen ergeben. Mit gröber werdendem Titer erreicht man so - je nach Material - bald einen Punkt, wo sich Wickelbildung und Faserschädigung überschneiden. Das ist dann *eine der Spinn Grenzen beim OE-Spinnen*. Obwohl bei längeren Stapeln mittlere Titer etwas besser laufen, ist es nicht möglich, so feine Nummern daraus zu erspinnen wie beim Ringspinnen. Die Auswirkung der Stapellänge auf die Spinn Grenze ist bei OE-Maschinen auch hier viel ausgeprägter.

Bezüglich der Form des *Stapeldiagramms* müssen zwei Punkte beachtet werden:

1. der Lauf der Maschine und
2. die Substanzausnutzung.

Bezüglich der *Form des Stapeldiagramms* ist es bei Kardierauflösung ganz anders als bei Ringspinnstreckwerken. Vom Rechteckdiagramm geschnittener Chemiefasern bis zum schwindstüchtigen Stapel eines Baumwollkämmlings wird alles gleich gut verarbeitet. Auch Mischungen aus zwei ungleichen Stapeln, die sich sonst schlecht verziehen lassen, bereiten keine Schwierigkeiten.

Mit der *Substanzausrüstung* steht es schlechter. Neben der

Stapelschädigung bei der Kardierauflösung hat die Turbine den Nachteil, bis heute - trotz aller Anstrengungen - keine auch nur annähernd gestreckte Faserlage, etwa wie beim Ringgarn, zu ergeben. Zur Prüfung der Faserlage in der Turbine kann man ihr einen Faserring entnehmen, wobei man nicht schön geordnete parallele Fasern findet, sondern ein Fasergewirr, das wie Sauerkraut aussieht. Dadurch wird das im Garn wirksame Stapeldiagramm gekürzt. Leider läßt sich die Auffassung, daß sich die Fasern im Luftstrom völlig strecken, nicht bestätigen. Grob gesprochen sieht es so aus, als ob sich bei der am meisten verwendeten Kardenauflösung ein Rechteckdiagramm in seiner Wirkung in ein Dreieckdiagramm verwandelte. Allerdings können die als „Kurzfasern“ wirkenden, umgebogenen Enden nicht wie gewöhnliche Kurzfasern oder Fasertrümmer herausfallen; sie tragen zwar wenig oder gar nicht zur Festigkeit, hingegen aber zur Fülligkeit bei. Gerade durch diese Umbiegungen entsteht jedesmal eine kleine Schleife, die - ähnlich wie bei lufttexturierten Endlos Garnen - das Garnvolumen und damit die Deckkraft erhöht.

Auch das Baumwollforschungsinstitut in Usti nad Orlici beschäftigte sich eingehend mit dieser Frage, und K a s p a r e k ⁹⁾ berichtete über eine Methode zur Bestimmung des neugeschaffenen Fasereinspinnungskoeffizienten (Kf), der die Ausnutzung der Faserlänge im Garn im Verhältnis zur tatsächlichen Faserlänge ausdrückt und damit den Begriff „Sauerkraut“ mathematisch faßt. Die heute an OE-Maschinen vorwiegend verwendete Kardierauflösung, die ja mit Faserpaketen, das heißt mit bündigen Faserenden, gut fertig wird, sofern die Einzelfasern nicht gegenseitig verklebt oder vernißt sind, läßt von diesem Standpunkt aus den sonst verzugstechnisch verpönten Rechteckstapel zu, weil er die beste Substanzausnutzung verspricht.

Für andere Stapelformen als den Rechteckstapel lassen sich analog der graphischen Bestimmung der Faserbartform durch Zerlegung in schmale Rechteckstapel die zu erwartenden „wirksamen“ Stapeldiagramme konstruieren. Dementsprechend wird ein Trapezstapel bereits in ein durchhängendes Stapeldiagramm umgewandelt, und ein Dreieckstapel oder ein konkaves Ausgangsdiagramm magert noch viel stärker ab. Die Kenntnis dieser Verhältnisse ist beim OE-Spinnen von Chemiefasern wichtig, hat man doch gerade hier alle Freiheit, sich sozusagen jedes beliebige Stapeldiagramm zu verschaffen.

4. Garnnummer und Garndrehung

Je nach Garnnummer, Stapellänge und Diagramm, Titer, Faserart und Typ muß die Drehung verschieden gewählt werden. Im Gegensatz zum Ringspinnen ist dabei zwischen optimaler Drehung für höchste Festigkeit und bestem Lauf der Turbine zu unterscheiden. Oft bleibt die Festigkeit über einen weiten Drehungsbereich fast konstant, aber von einem gewissen Punkt an nehmen bei weicherer Drehung die Fadenbrüche rasch zu.

Bei Baumwolle wird bekanntlich allgemein mit 10 bis 15 Prozent, maximal 20 Prozent mehr Drehung gearbeitet, damit der Lauf und die Garneigenschaften zufriedenstellend

ausfallen. Trägt man die Reißkraft über der Drehung für Ring- und Turbinengarne auf, so zeigt sich, daß letztere für höchste Festigkeit härter gedreht werden müssen (Abb. 11).

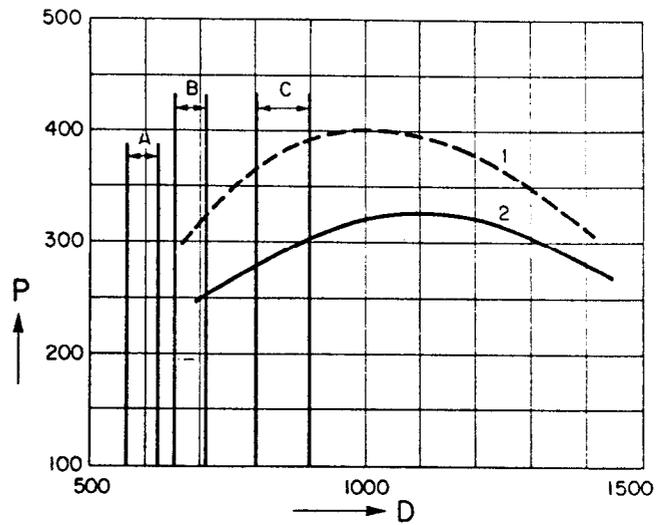


Abb. 11: Vergleich von OE-Turbinengarnen mit Ringspinnengarnen (Reißkraft über der Drehung): P = Reißkraft des Garnes in Gramm, D = Garndrehungen pro Meter, Kurve 1 = Ringspinngarne, Kurve 2 = Turbinengarne, Zone A = Trikot, Zone B = Schuß, Zone C = Kette.

Für gleiche Festigkeit müssen Turbinengarne viel höher gedreht werden. Die maximale Reißkraft der Ringspinnengarne ist nicht erreichbar. Extrem weich gedrehte Garne lassen sich auf Spinnmaschinen nicht herstellen.

Dabei liegt auch die ganze Kurve für OE-Garn stets deutlich tiefer, sodaß weich gedrehten Ringgarnen entsprechende OE-Gespinnste mehr Drall erhalten müssen. Bei Chemiefasern kann hinsichtlich der Drehung keine feste Regel aufgestellt werden, weil zu viele Variable hereinspielen. In den meisten Fällen mußte die Drehung erhöht werden, in einigen kamen wir auch mit tieferer Drehung als beim Ringspinnen aus. Mehrdrehungen von 100 Prozent sind eher eine Ausnahme und nur beim Zusammentreffen verschiedener ungünstiger Eigenschaften, wie glatte Faser, glatte Präparation, grober Titer, starke Kräuselung, hoher Anfangsmodul, notwendig.

Aus unserer bisherigen Erfahrung läßt sich jedoch sagen: Im Verhältnis zu der beim Ringspinnen üblichen Drehung muß beim OE-Verfahren mit feinerer Garnnummer und mit größerem Fasertiter die Drehung gesteigert werden, damit die Reißkraft und insbesondere das Laufverhalten optimal bleiben. Einzig bei ganz grobtitrigen, stark gekräuselten Teppichgarnen kann bei sehr groben Nummern (z.B. 1,4) wegen der starken Bauschigkeit wieder eine erhöhte Drehung nötig werden.

Für eine bestimmte Nummer bei gegebener Faser und Turbine gibt es einen Arbeitsbereich, der durch die Drehung und durch die Turbinenzahl begrenzt ist und sich bei Langstapel (Teppichgarn) besonders deutlich zeigt.

Obwohl die OE-Garne im allgemeinen mit höherer Drehung hergestellt werden müssen, ist das Porenvolumen meist um 6 bis 10 Prozent größer als bei Ringspinnarnen, was sich in der Weiterverarbeitung und im Gebrauch entsprechend auswirkt.

5. Faserfeinheit (Titer)

Der Faserquerschnitt ist in seiner Art ebenso wichtig wie der Stapel. Im Gegensatz zum Ringspinnen läßt sich beim OE-Spinnen aus der Faserzahl im Garnquerschnitt keine Spinnengrenze errechnen, weil andere Faktoren limitierend wirken. In erster Linie nimmt die Steifigkeit mit dem Faserdurchmesser rasch zu, was besonders bei stark gekräuselten Fasern eine hohe Bauschelastizität ergibt. Solche Fasern lagern sich in der Turbinenrille nur zu einem lockeren Bändchen mit großem Querschnitt ein, der gegenüber der einzuführenden Drehung jedoch als einheitlicher Körper wirkt. Große Querschnitte setzen aber bekanntlich der Torsion einen hohen Widerstand entgegen - er geht mit d^4 -, das heißt, das bauschige Faserbändchen will keine Drehung aufnehmen. Man muß mit allen Mitteln (z.B. optimal gewählter Turbinendrehzahl), mit höherer Drehung des fertigen Garns und mit Veränderungen am Turbinenaggregat arbeiten, um den Drall in das Faserbändchen hineinzuzwingen. Gelingt dies nicht, so läuft das abgezogene Garn kurz nach dem Anspinnen hoffnungslos spitz aus. Andererseits ist daran zu erinnern, daß OE-Garne wegen der weniger guten Parallelisierung der Fasern und den teilweise zurückgebogenen Faserenden meist schon an und für sich voluminöser sind als entsprechende Ringgarne.

Man könnte also mit schwächerer Kräuselung arbeiten, um die Spinnverhältnisse zu verbessern. Bis heute ist es allerdings so, daß bei Kurzstapeln mit größerem Titer als ca. 2,5 dtex ein Spinnversuch durchgeführt werden muß, um zu sehen, wie sich das Material verhält, weil ja auch der Elastizitäts- bzw. der Schubmodul neben dem Querschnitt eine wesentliche Rolle spielt. Meist kann man bei größeren Titern die für das Ringspinnen gültige Spinnengrenze nicht oder nur mit Mühe erreichen. Feine Titer laufen allgemein besser. Dort dürfte die Grenze mindestens teilweise in der Vorbereitung, insbesondere in der Karderie, liegen, wo ein bestimmter Schlankheitsgrad nicht überschritten werden darf.

Infolge des geringeren Torsions- und Biege widerstands nehmen feine Titer die Dehnung lieber auf. Aber es ist denkbar, daß dadurch bei sehr feinen Titern die Fortpflanzung der Drehung im radialen Garnabschnitt in der Turbine in Rückstand gerät und sich auf diese Weise eine andersartige Spinnengrenze bildet.

Vor allem die Faserfeinheit, aber auch die Faserart und -type, welche die Bauschigkeit und damit die Drehungsaufnahme beeinflussen, stehen mit der *Form der Sammelrille* der Turbine in enger Beziehung. Bis heute fehlt eine wirklich befriedigende, universelle Optimalform. Weil man aber eine Veränderung der Sammelrille nur durch Austausch der Turbine vornehmen kann, hat man bei extremen Fasereigenschaften die Wahl zwischen

- einem Austausch der Turbine,
- einem faulen Kompromiß, indem man ein Profil wählt, das mehr schlecht als recht beide Fasersorten zu einem Faden verspinnen kann, und
- dem Verzicht auf gewisse Fasereigenschaften bzw. deren Abänderung.

Ähnlich sieht es mit der *Auflösevorrichtung* aus, die nicht nur den Stapel, sondern auch die übrigen Fasereigenschaften berücksichtigen muß. In bestimmten Grenzen kann allerdings durch geeignete Drehzahlregelung derselben eine gewisse Anpassung an veränderte Verhältnisse erreicht werden.

Versuche mit reinen Fasern zeigen sowohl bei Polyester (Diolen) als auch bei Polyacryl (Dralon), daß sich die Gütewerte mit größer werdendem Titer wie beim Ringspinnen deutlich verschlechtern. Während bei Polyacryl bei allen Titern (von 1,6 bis 3,3 dtex) mit Nm 40 gefahren werden konnte, mußte bei Polyester für konstante Maschineneinstellung von Nm 40 bei 1,3 dtex auf Nm 34 bei 1,7 dtex und auf Nm 20 bei 2,4 dtex zurückgegangen werden. Durch veränderte Einstellung lassen sich nun auch feinere Nummern bei den größeren Titern erzielen, aber der Lauf ist dort nicht so gut. Auch in den Mischungen macht sich der Titer bemerkbar, zum Beispiel sinkt in einer Mischung aus Polyester (Diolen) und Baumwolle (Peru Pima gek.) 67:33 die Reißkraft mit größer werdendem Titer von 1,3 auf 2,4 dtex stark ab, während die Ungleichmäßigkeit zunimmt.

6. Rohstoffgruppe (Gattung)

Zusammen mit der Faserart kommen hier nur außerordentlich viele Faktoren gleichzeitig zur Auswirkung, sodaß es schwer fällt, a priori gültige Aussagen zu machen oder gar Regeln aufzustellen. Obwohl bei den meisten Rohstoffgruppen gewisse Fasereigenschaften als Charakteristikum hervortreten, muß man sich doch hüten, daraus voreilige Schlüsse über die Verarbeitbarkeit auf OE-Spinnmaschinen zu ziehen.

Bestimmt wichtig ist zum Beispiel die *Leitfähigkeit*, die von der Rohstoffgruppe beeinflusst wird. Aber gerade hier unternehmen die Chemiker alles, um unerwünschte Effekte zu maskieren, was für den Verarbeiter nur vorteilhaft sein kann. Andererseits lassen sich solche Effekte - zumindest temporär - auch durch geeignete Präparationen erreichen.

Die zum Teil recht hohen mechanischen und thermischen Beanspruchungen durch Reibung bei der Auflösung bzw. beim Abzug aus dem Spinnaggregat können bei ungenügender mechanischer und thermischer Festigkeit Strukturänderungen erzeugen, die erst bei der Ausrüstung sichtbar werden. Im schlimmsten Fall entstehen Anschmelzungen und Faserbrüche. Der Schmelzpunkt und die Struktur sind aber nicht allein durch die *chemische Zusammensetzung*, das heißt durch die Rohstoffgruppen, gegeben; vielmehr spielt auch der *Fasertyp* eine wesentliche Rolle. Selbstverständlich werden die Reibungsverhältnisse von der Präparation stark beeinflusst.

Im Grunde genommen ist somit die Rohstoffgruppe nicht maßgebend, sondern nur das Vorhandensein der für das OE-

Spinnen wichtigen Eigenschaften. Und es sollte möglich sein, mit Fasern aus ganz verschiedenen Rohstoffgruppen gleich gute Spinnresultate zu erzielen, sofern sie in den entscheidenden spinntechnischen Merkmalen übereinstimmen. Dann könnte man diesen Punkt streichen und nur die übrigen erwähnen. Wie aus Versuchen mit verschiedenen Fasertypen, auf die wir gleich zurückkommen werden, hervorgeht, treten bei ähnlichen Eigenschaften tatsächlich auch analoge Fehler auf, wie zum Beispiel Faserschädigung bei Brüchigkeit.

7. Faserart

Die Faserart umfaßt Mattierung, Kräuselung, Färbung, Präparation und eventuelle Signierfärbung.

Die *Mattierung* hat vor allem Einfluß auf die Reibung bei der Auflösung, der Garnbildung und beim Fadenabzug. Bei erschwelter Auflösung leidet die Gleichmäßigkeit des Gespinnstes. Andererseits wird durch erhöhte Reibung der Zusammenhalt im Garn verbessert, und auch eine in vernünftigen Grenzen verstärkte Reibung an der Abzugsdüse kann sich vorteilhaft auswirken.

Die *Kräuselung* haben wir schon bei der Faserfeinheit behandelt. Starke Kräuselung kann die Auflösung behindern und bei Kardenauflösung die Wickeltendenz fördern, sodaß Gegenmaßnahmen ergriffen werden müssen. Für einen guten Lauf der OE-Einheit wäre es wohl am besten, wenn die zwecks guter Kardierung nötige Verarbeitungskräuselung für die Strecke noch schwach erhalten bliebe und für die OE-Spinnmaschine weitgehend zum Verschwinden gebracht werden könnte. Untersucht wurde der Einfluß der Kräuselung an Polyester (Diolen) 1,7 dtex/40 mm, Garn Nm 40, mit normaler und mit schwächerer Kräuselung. Obwohl der Unterschied in der Kräuselung nicht sehr groß erscheint, macht er sich in der Verarbeitung doch sehr stark bemerkbar. Die schwächere Kräuselung läuft bei normaler Avivage auf der Turbine ganz wesentlich besser, was auf die leichtere und darum bessere Auflösung zurückzuführen sein dürfte. In den Gütewerten sind die Unterschiede jedoch sehr gering.

Wie wichtig *Präparation und Färbung* sind - permanent oder nur als Signierfärbung aufgebracht - bedarf keiner Erklärung. Auch hier liegen die Verhältnisse gegenüber dem Ringspinnen anders. Die hohen Beanspruchungen der Fasern können zu unerwünschten Veränderungen führen, die sich erst später beim Ausrüsten bemerkbar machen. Die Hauptfrage der Präparation ist auch beim OE-Spinnen die zuverlässige Unterdrückung von elektrostatischen Erscheinungen und die Regulierung der Reibungsverhältnisse an der Fasoberfläche. Je nachdem, ob es sich um Spinnfärbung mit „Original“-Präparation ab Lieferwerk oder um nachträgliche Färbung in der Flocke oder im Band mit neuer Präparation handelt, kann der Lauf der OE-Spinnmaschine sehr verschieden sein, und wir haben bei Teppichgarnen Fälle erlebt, wo das Laufverhalten gerade umgekehrt wie beim Ringspinnen war.

Der Parallelversuch zur erwähnten Probe Polyester 1,7 dtex/40 mm, Garn Nm 40, mit verschiedener Kräuselung, wurde mit extrem glatter Avivage wiederholt. Obwohl auch hier

das Garn fast gleich ausfiel wie mit normaler Avivage, war doch der Lauf sehr schlecht, das heißt praktisch unbrauchbar. Auf diesem wichtigen Gebiet fehlen uns noch einfache Kenn- und Meßwerte, sodaß einzig der Spinnversuch wegleitend sein kann.

8. Fasertype

Sie ist vor allem durch das Spannungs-Dehnungsdiagramm und die übrigen *mechanischen Kennwerte* charakterisiert und meist, aber nicht immer, mit der Rohstoffgruppe verwandt. Wir haben am Beispiel von Zellwollotypen mit verschiedenem Spannungs-Dehnungsdiagramm die Auswirkung der Kardenauflösung beim Turbinenspinnen untersucht (Abb. 12).

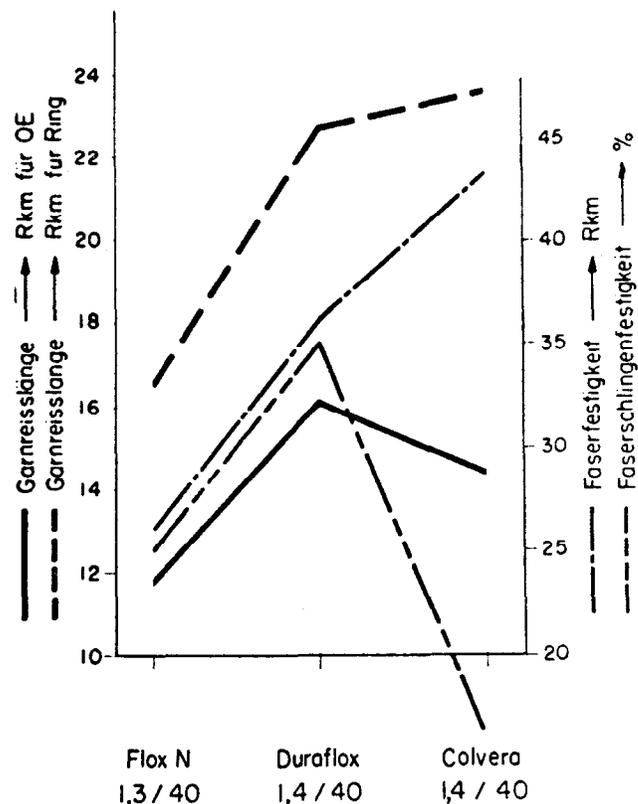


Abb. 12: Die Auswirkung der Kardierauflösung beim Turbinenspinnen: Während die Garnfestigkeit bei Ringgarn in allen Fällen der Festigkeit folgt, sinkt die Garnfestigkeit der hochfesten Type Colvera beim OE-Spinnen etwa mit dem Mittelwert aus Faser- und Schlingenfestigkeit ab.

Während die Garnfestigkeit beim Ringspinnen der Faserfestigkeit folgt, gilt das beim OE-Spinnen nur für die beiden Zellwollen Flox N und Duraflox mit niedriger und mittlerer Reißkraft. Beim hochfesten Typ Colvera, der einen starken Abfall in der relativen Schlingenfestigkeit aufweist, sinkt die Garnfestigkeit beim OE-Spinnen etwa mit dem Mittel-

wert aus Faser- und **relativer Schlingenfestigkeit** etwas ab, **was** auf eine **Faserschädigung** in der Auflösung hinweist, die auch in der nötigen höheren **Drehung** für die **maximale Reißkraft** zum Ausdruck kommt. **Die** übrigen **Gütwerte** zeigen keine auffallenden Besonderheiten.

9. Faserprofil, Querschnittsform

Abweichungen von der kreisrunden, vollen Querschnittsform, wie sie bei den Synthefasern meist üblich ist, werden fast immer zur Erzielung eines besonderen Effekts im **Fertigartikel**, wie **Glanz**, **Griff** oder **Pillingverhalten**, angewandt. Sie führen aber fast ausnahmslos zu einer Veränderung des **Gleit-, Biege und Torsionsverhaltens**, was in gewissen Fällen mit dem gewünschten Effekt **zusammenhängt**. Dementsprechend reagieren solche **Fasern** in der Auflösung und Einspinnung **anders**, das heißt, es treten Unterschiede auf, wie sie beispielsweise **zwischen** Synthefasern mit kreisrundem Querschnitt und dem gewendelten Flachquerschnitt der Baumwollfasern vorhanden sind. Sehr deutlich tritt dieses Verhalten bei Zellwolle **zutage**, die in vielen Fällen eine stark profilierte Querschnittsform aufweist und wo man mit der **Drehung ohne Festigkeitsabfall** sogar gegenüber Baumwolle **stark zurückgehen** kann. **Die** Beobachtung von Geisler¹⁰⁾, daß in **solchen** Fällen das Laufverhalten **maßgebend** wird, bestätigt sich.

Die Abweichungen vom „Normalverhalten“ beim Ringspinnen können **also recht groß sein**; aber es fehlen zur Zeit noch genügend Erfahrungen, **um** einen generellen Überblick zu erlauben, **umsomehr**, als die Kräuselung ebenfalls beachtet werden muß.

10. Mischungen, Mischungsverhältnis

Auf dem riesigen Gebiet der Mischgarne, insbesondere **jener** mit Baumwolle, ist **zwischen** der **Güte der Durchmischung** und der **Auswirkung der Eigenschaften der Komponenten** und deren **Mengenverhältnisse auf die Verarbeitung** und das erzeugte Mischgarn im Vergleich zum Ringspinnen zu unterscheiden. Wie Sie **wissen**, ist der Effekt von Mischungen nicht immer additiv. Es können **sowohl** Verbesserungen als auch Verschlechterungen und sogar ganz neue Effekte auftreten. **Das** ist vom Ringspinnen her bekannt.

Die allgemeinen **Regeln für Fasermischungen**, wie sie von Lünenschloß und Frey¹¹⁾ **schon vor zehn Jahren aufgestellt** wurden, gelten sowohl für Ringgarne als auch für OE-Gespinnste. Wenn auch kein absoluter Parallelismus vorliegt, **so** bleibt doch meist der **Trend erhalten**. Es **gibt** aber auch Ausnahmen, wo nie sich weit voneinander entfernen.

Weiters können bei Fasermischungen in der Verarbeitung **teils günstige, teils ungünstige Wirkungen** zum **Vorschein** kommen. Das **Turbinenaggregat** „verdaut“ Fasermischungen recht gut, **allerdings** muß es **jeweils der schwierigsten** Komponente angepaßt werden. **An wenigen** Beispielen wollen wir uns **einige** interessante Effekte **ansehen**.

a) Güte der Durchmischung

Eingehende Parallelversuche zwischen Turbine und Ringspinnmaschine bekräftigen **das gute Verhalten** der Tur-

bine. **Frappant ist** der Vergleich einer Mischung **Polyester 1,7 dtex, 40 mm, Diolen weiß/Grilene schwarz, Nm 40**, beim Ringspinnen und beim Turbinenverfahren. Auf der Ringspinnmaschine entsteht ein **Jaspé-Garn**, auf der Turbine aber ein **ganz normales, graues Mischgarn** (Abb. 13)

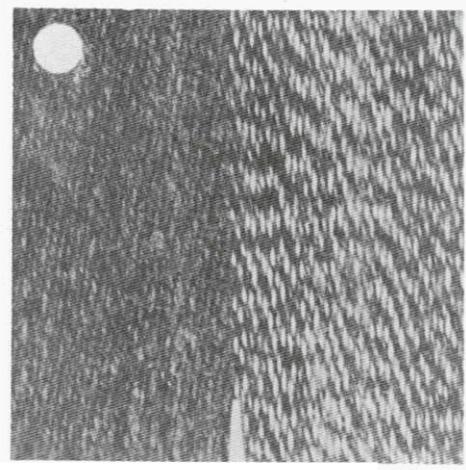


Abb. 13: Mischung Polyester 1,7 dtex, 40 mm, 50 % Diolen weiß/50 % Grilene schwarz auf Ringspinn (Jaspé ohne Markierung) und Turbine (weißer Punkt)

Im Querschnitt zeigt sich der Unterschied ebenfalls sehr deutlich. Während sowohl eine Mischung auf dem Flyer als auch auf der Ringspinnmaschine nur eine sehr schlechte oder gar keine Homogenisierung ergibt, wird sie in der Turbine ohne jede Vormischung gut (Abb. 14).

Derselbe Versuch mit Tergal/Grilene ergab das gleiche Resultat; interessant war in diesem Fall aber der Effekt der **Avivage** in der Mischung. Getrennt versponnen ergab Tergal infolge statischer Aufladung große Schwierigkeiten. Grilene allein lief gut, und auch die Mischung verursachte keinerlei Störungen. Das ist ein sehr wichtiger Befund, denn viele Störungen bei der Verarbeitung von Synthefasern werden nur durch die elektrostatische Aufladung infolge der sehr hohen Geschwindigkeiten verursacht. Durch die Beimischung einer gut leitenden Komponente, beispielsweise von Zellulosefasern, verschwinden diese Fehler sofort, was eine große Erleichterung für den OE-Spinnprozeß ergibt.

Sodann zeigt eine Mischung Polyester/Peru Pima 67:33 einen aufschlußreichen Effekt nach einer Rot-Blau-Färbung im Stück. Während beim Ringspinnen die nun blauen Synthefasern in den Kern gezogen werden und die rote Baumwolle an der Oberfläche liegt, ist beim OE-Spinnen eine homogene Durchmischung des Garns vorhanden, wodurch das gefärbte Stück ein ganz anderes Aussehen als das Gegenmuster aus Ringgarn erhält.

Die Güte der Homogenität kommt auch bei **Mischungen verschiedener Stapellängen** sehr deutlich zum Ausdruck und läßt alles, was die Ringspinnmaschine zu leisten ver-

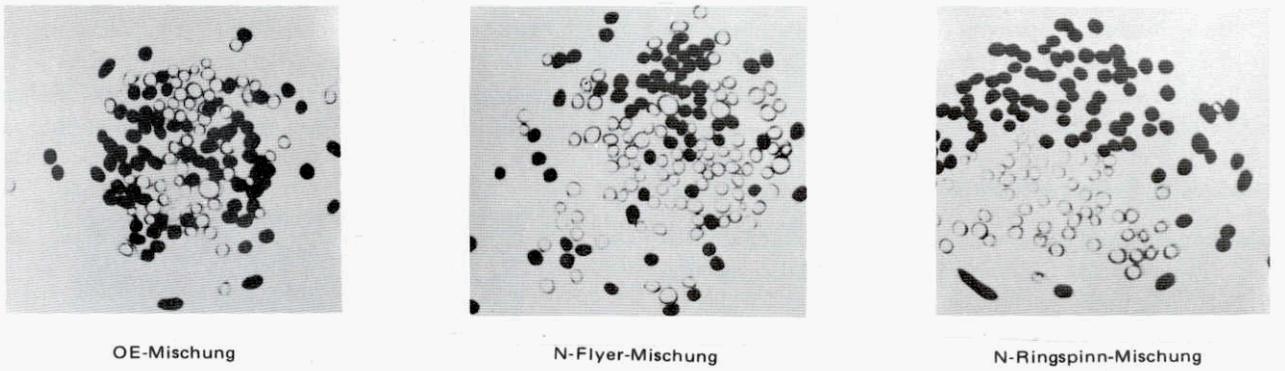


Abb. 14: Mischung Polyester 1,7 dtex, 40 mm, 50 % Diolen weiß/50 % Grilene schwarz: Nur die Mischung in der Turbine ist homogen, eine Mischung auf dem Flyer und auf der Ringspinnmaschine ergibt einen Jaspé-Effekt

mag, weit hinter sich. Obwohl nicht zum Grundthema gehörend, ist doch das Resultat einer Probeausspinnung von Baumwollkämmling bemerkenswert. Bekanntlich hat Baumwollkämmling ein stark durchhängendes, also ringspinnntechisch sehr ungünstiges Stapeldiagramm, das man sich als Mischung sehr verschiedener Stapellängen vorstellen kann. Während beim Ringspinnen - allerdings ohne Optimierung - 21 Prozent Ungleichmäßigkeit herauskamen, ergab die Turbine auf Antrieb 11,5 Prozent Ungleichmäßigkeit bei 9,5 km Reißlänge.

b) Mischungen verschiedener Rohstoffgruppen

Mischungen von Zellwolle und Baumwolle ergaben nichts Unerwartetes. Einzig die Drehung muß bei der Turbine bei hohen Baumwollanteilen gesteigert werden, während sie für das Ringspinnen konstant gehalten werden kann.

Analoge Versuche mit Polyester (Diolen) 1,7/40, normal gekräuselt/Baumwolle (Peru Pima gek.) zeigten beim Ringspinnverfahren bei 50prozentiger Mischung ein Minimum an Reißkraft, während sie beim Turbinengarn, von reinen Synthefasern ausgehend, monoton abfällt (Abb. 15).

c) Mischungen verschiedener Fasertypen

In einer Mischung Polyester (Diolen) 1,4/40 mit Baumwolle zeigte sich bei Verwendung verschiedener Baumwolltypen ein erstaunliches Resultat:

Während die in Europa übliche Mischung von Polyester mit Baumwolle Peru Pima 67:33 gegenüber Peru Tanguis im Rahmen der zu erwartenden Eigenschaften lag, ergab die Gegenüberstellung der in den USA beliebten Mischung mit Peru Pima 50:50 mit einer aus Neugierde gebrauten, sonst nicht üblichen Mischung mit 50 Prozent Amerika 1 1/16" kardierte eine große Überraschung. Im Garnspiegel stuft sich nämlich die Mischung mit Amerika kardierte auf OE-Maschinen gleich hinter der Mischung mit Peru Pima gekämmt auf Ringspinnmaschinen ein. OE-Garn mit Peru Pima gekämmt ist schlechter und sieht ähnlich aus wie Ringspinn garn mit Amerika kardierte. Auch die Garnkennwerte bestätigen dieses Verhalten eindeutig und vollständig. Verarbeitet wurde diese Ware noch nicht, aber wenn nicht alles trügt, zeichnen sich hier wirtschaftlich sehr interessante Möglichkeiten ab.

11. Fehler beim Turbinenspinnen

Eigentlich müßten wir sie nach Ursachen unterteilen und bis ins Endprodukt weiterverfolgen. Stark vereinfacht können wir sie in zwei Gruppen ordnen, und zwar in Faserfehler und in Turbinenfehler.

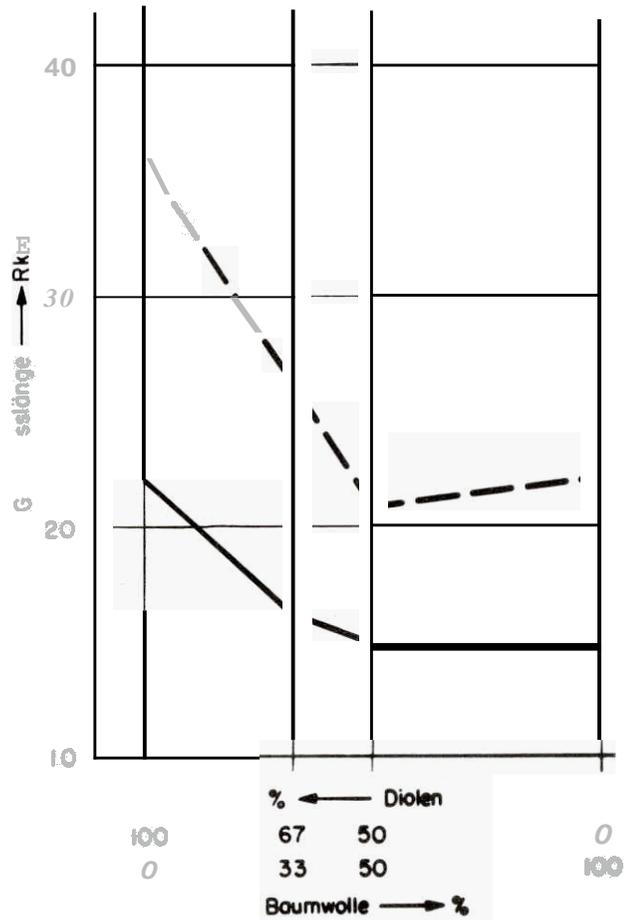


Abb. 15: Mischung von Polyester (Diolen) 1,7/40, normal gekräuselt, und Baumwolle (Peru Pima gekämmt) zeigt beim Ringspinnen bei 50:50 ein Minimum an Reißkraft, während Turbinengarn monoton abfällt.

Nun ist es leider so, daß die OE-Turbine, ein Rennpferd, besonders auf Faserfehler meist heftiger reagiert und selbst auch mehr Fehler macht als der Ackergaul Ringspinnmaschine.

a) Faserfehler

Vor allem sind die mit den verschiedenen Fasertypen verbundenen Nebenerscheinungen zu fürchten. So neigen Fasern mit sehr hoher Dehnung zur Anwesenheit schlecht geschnittener oder gerissener, *überlanger Fasern* im Band, die dann bei Kardenauflösung zu Wickelbildung und in der Turbine zu Fadenbrüchen führen. Auf der anderen Seite sind *spröde Typen* - auch die Fasergruppe spielt da hinein -, wie z.B. die Acrylfasern, auf Stapelschädigung empfindlich, was nicht nur zu einer Verschlechterung des Stapeldiagramms bzw. zu hohem Kurzfaserteil führt, sondern vor allem auch zur Bildung kleinster Fasertrümmer. Diese schlagen sich als Staub und - in Verbindung mit der Präparation - als *Kruste in der Turbine* nieder. Es ist dann schwer zu entscheiden, ob es sich um einen Fehler, einen ungeeigneten Rohstoff oder um eine ungeeignete Auflösevorrichtung handelt.

Verklebte Fasern (*mariages*) und *ganze Faserpakete* können nicht aufgelöst werden, wodurch Störungen entstehen, die bis zum Fadenbruch gehen. Bekannt und unbeliebt sind auch die *Häutchen (skins)*, die in der Turbine prompt Fadenbrüche auslösen. Das „*Fishfood*“ (nicht abgeschiedene Konverterrückstände) ergibt als Agglomeration ebenfalls Fadenbrüche; in geringen Mengen verteilt, sammelt es sich in der Turbinenrinne an.

Mattierung, Färbung und Präparation lassen entsprechend der vielgestaltigen Anforderungen ebensoviele Fehlermöglichkeiten zu. Besonders in Form von *störenden Ablagerungen* können sie sehr gefährliche Nebeneffekte hervorzaubern, die gar nicht leicht zu bekämpfen sind. Ich erwähne nur die bei gewissen Präparationen auftretende *Turbinenverschmutzung* in Form pulveriger, käsiger oder gar klebriger Rückstände, die eine häufige und umständliche Reinigung der Turbinen erfordern. Geschieht dies nicht, so sinkt die Garnqualität unbemerkt langsam ab, wobei zum Beispiel in der Turbinenrinne verklemmte Schmutzteilchen sogar *Moiré-Erscheinungen* ergeben. Das kann praktisch jeden geordneten Betrieb unmöglich machen.

Sehr erfreut sind die Faserhersteller auch über Briefe mit einer kleinen Beilage in Form von *Monofilresten*, die immer zu einem groben Garnfehler und meist zu Fadenbrüchen geführt hatten.

Daß sich *Flugbatzen, Fasernester und Nissen*, wo sie auch entstanden sein mögen, im Spinnaggregat nicht mehr auflösen lassen und ebenfalls Fehler und Fadenbrüche ergeben, versteht sich von selbst. Solche Schwierigkeiten sind leider keine Ausnahme, sondern an der Tagesordnung und können darum auch nur in Zusammenarbeit mit dem Faserhersteller überwunden werden

b) Turbinenfehler

Wir müssen hier noch auf eine Eigenart der Turbinengarne eingehen, die über den Turbinendurchmesser mit der Stapellänge verknüpft ist und die in gewissen Fällen einen eigentlichen Garnfehler darstellt. Es handelt sich um die sogenannten „*Bauchbinden*“ oder besser „*Kummerbunde*“, weil sie dem OE-Technologen so viel Kummer verursachen.

Wie Sie wissen, spielt sich in der Turbine ein *Doublievorgang* ab. Die hereinfliegenden Fasern werden auf der rotierenden Turbinenwand so oft übereinandergeschichtet, wie ein dem Umfang der Turbine entsprechendes Garnstück Drehungen aufweist. Im OE-Jargon bezeichnet man diesen Vorgang, der ja für das einströmende Faserbändchen eine feinere Nummer erheischt als für das fertige Garn, als *Rückdoublierung*. Sie ist eine der Hauptursachen, warum man mit den Spinnerturbinen ein gleichmäßiges Garn erzeugen kann, obwohl die Fasern ohne Führung durch Luft eingespeist werden. Wird nun bei längerem Stapel eine geringere Drehung notwendig, dann sinkt auch die Rückdoublierung im selben Maß. Die Gleichmäßigkeit geht zurück (Abb. 16).

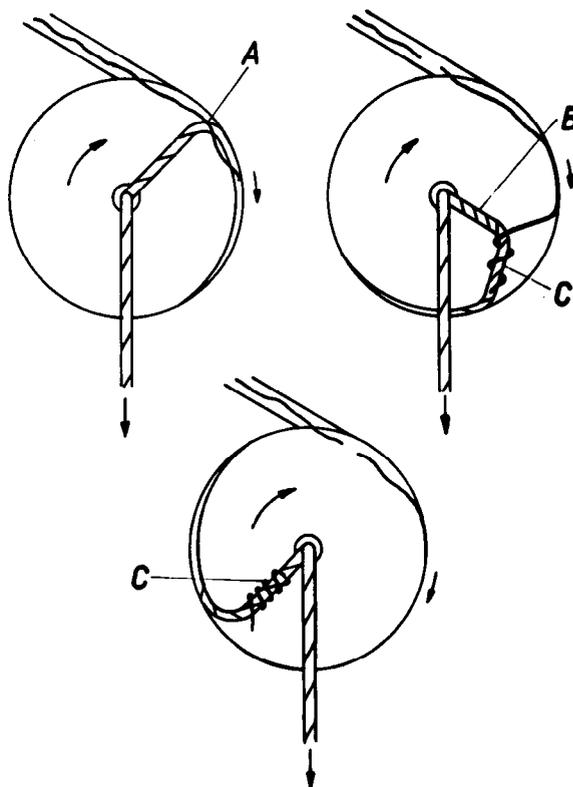


Abb. 16: Entstehung des Fehlers „*Bauchbinde*“: Beim Durchgang des Garnes unter der Einmündung des Speiserohrs legen sich Fasern über den Abzugspunkt.

Ferner tritt der Fehler (*Bauchbinden* oder *Kummerbunde*) stärker in Erscheinung, wenn der Stapel bei gleichem

Turbinendurchmesser länger wird. Bei jeder Turbinenumdrehung muß das Gamende einmal unter dem Speisepunkt hindurchlaufen. Dabei können die sich über das Ende legenden Fasern, die eine „Faserbrücke“ bilden, sich teilweise einspinnen. Das nach hinten weisende Stück dieser Faserbrücke wickelt sich während des Abzugs des Gams um den Faden. Weil das Garn aber im gleichen Drehsinn weiterrotiert, das nachgeschleppte Ende der Brücke jedoch nach hinten gerichtet ist, entsteht eine Umwicklung mit geringer Steigung. Bei Garnen aus langen Stapeln wird der Faden an jener Stelle so stark eingeschnürt, daß der Kumberbund eine Dünnstelle vortauscht, obwohl es sich wegen der darumgewickelten Fasern eigentlich um eine Dickstelle handeln müßte wie dies der Imperfection-Indicator von Uster ganz richtig angibt (Abb. 17).

kerten Windungen, und das ist ein Nachteil, der vielen Chemiefasern anhaftet. Bei überlangen Fasern geht die Störung so weit, daß ein Fadenbruch eintritt. Wie schon Schiese¹²⁾ festgestellt hat, sind diese Bauchbinden auf alle Fälle für Langstapel-OE-Garne charakteristisch.

N. OE-Anwendungsbereiche auf Grund der technischen Möglichkeiten

1. Grenzen des Turbinenspinnens

Beim Turbinenspinnen gelten ganz andere Gesetze als beim Ringspinnen. Darum sind auch die Grenzen hinsichtlich des verarbeitbaren Materials und der daraus hergestellten Game beim Turbinenspinnen enger und von den Ringspinnengrenzen völlig verschieden. Wenn wir uns der Anschaulichkeit und Einfachheit halber mit drei Variablen, nämlich mit der Garnnummer, dem Stapel und der Faserfeinheit, begnügen, so umschließen diese Grenzen des Turbinenspinnens einen Körper in diesem dreidimensionalen Raum, der allseits von den Fadenbrüchen umgeben ist. Dabei ist vorausgesetzt, daß wir die Faser- und Garneigenschaften samt und sonders der Verspinnbarkeit auf der Turbine opfern und auch diese jeweils optimieren. Diese äußersten Grenzen des Turbinenspinnens sind selbstverständlich praktisch kaum erreichbar, weil an die Fasern bzw. an die Game noch ganz andere Anforderungen als die des Spinnens auf der Turbine gestellt werden müssen.

Bis heute ist von diesen Grenzen nur sehr wenig bekannt. So hat Lord⁹⁾ für einen kleinen Teilbereich der unteren Umitte eine Faustformel angegeben. Wir haben versucht, anhand einer groben Schätzung ein halbschematisches Vorstellungsmodell des ganzen Körpers zu skizzieren (Abb. 18).

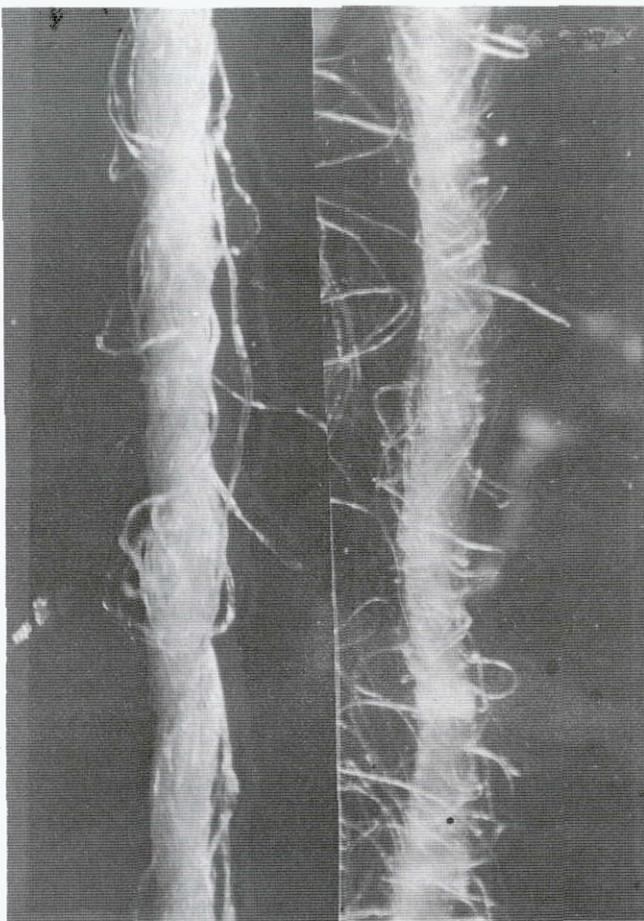


Abb. 17: Vergleich OE-Garn mit Ringgarn: OE-Garn weist „Bauchbinden“ auf und hat eine andere Struktur.

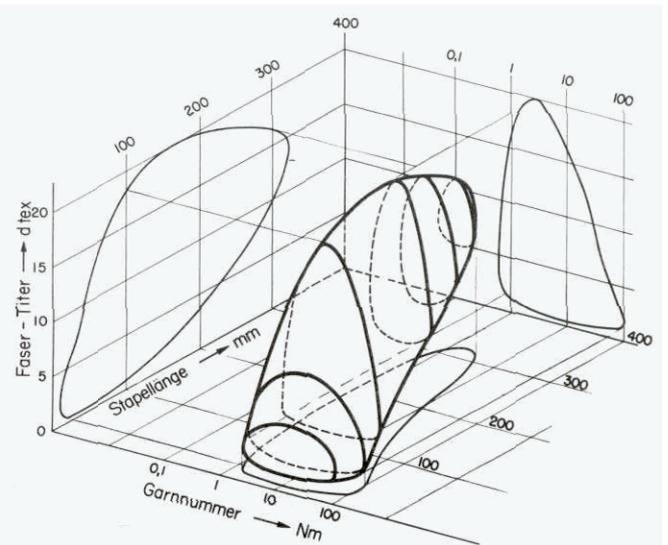


Abb. 18: Grenzen des Turbinenspinnens nach Schiltknecht: Halbschematisches Vorstellungsmodell auf Grund von Schätzungen. Die Projektionen ergeben jeweils die extremen Grenzen für die zwei Koordinaten der betreffenden Projektionsebene, wobei die dritte Variable optimiert sein muß.

Umgekehrt kann bei kurzen Stapeln der Kumberbund so locker werden, daß eine Dickstelle entsteht, die sich mit dem Fingernagel verschieben läßt, was oft zu Störungen in der Weiterverarbeitung führt. Je glatter die Faseroberfläche, desto eher lockern sich diese schlecht veran-

Daraus ist ersichtlich, daß die alleräußersten Möglichkeiten des Turbinenspinnens - ganz abgesehen von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen - sehr viel enger sind als bei der Ringspinnmaschine, die ja zum Beispiel in Richtung Stapellänge praktisch unbegrenzt ist. Es liegen aber doch eine Reihe wirtschaftlich interessanter Anwendungen des Chemiefaserbereichs innerhalb des Turbinengebiets, die mit fortschreitender Entwicklung noch weiter erschlossen werden können, was aber noch Jahre, wenn nicht Jahrzehnte dauern kann.

2. Arbeitsbereich des Turbinenspinnens

Hier scheinen nun die *Mischungen der Chemiefasern*, vor allem mit Baumwolle, eine ausgezeichnete Chance zu haben; einerseits erleichtern sie die Verarbeitung und andererseits kommen die Vorteile der Spinnmaschine voll zur Auswirkung. Das gilt vor allem für das Laufverhalten in der Weberei, wo nicht die bisher angenommenen Parameter (Gleichmäßigkeit, Festigkeit und Dehnung) maßgebend sind, sondern ganz andere Kriterien (wie z.B. die Scheuerfestigkeit etc.), die im einzelnen noch untersucht werden müssen. Letztere ist bei Turbinengarnen im allgemeinen höher, schwankt aber sehr stark mit der Drehung. Während für Baumwollturbinengarne schon bis zwanzigfach höhere Scheuerfestigkeiten angegeben wurden, fand beispielsweise das Labor von Glanzstoff unter den vielen Prüfungen, die es durchgeführt hat, nur den zweieinhalbfachen Wert.

Damit die gute Dehnung erhalten bleibt, muß darauf geachtet werden, daß beim Schlichten keine zu hohe Spannung angewendet wird. Überhaupt haben die Turbinengarne den Nachteil, daß die Dehnung stark zurückgeht, wenn sie lange unter hoher Spannung stehen. Das höhere Porenvolumen ergibt auch eine stärkere Aufnahme von Schlichten und Farben, die bis zu 50 Prozent gehen kann, was entsprechend berücksichtigt werden muß. Die Kringeltendenz kann, je nach nötiger Drehung, den Fasercharakteristiken und der Nachbehandlung des Garns, größer, aber auch kleiner sein als bei Ringspinnengarnen. Dank der guten Gleichmäßigkeit läßt sich in gewissen Fällen die Kammereivorbereitung durch die kardierte ersetzen.

Die andersartige Garnstruktur der Turbinengarne macht sich in der Reibung Faden gegen Faden bemerkbar; die Turbinengarne weisen nach Glanzstoff eine merklich höhere Reibung und auch größere Unterschiede als die Ringgarne auf, was sich in der Verarbeitung zu *Maschenwaren* ungünstig auswirkt. Auf alle Fälle müssen Turbinengarne dafür paraffiniert, das heißt umgespult werden.

Bekanntlich wirft man dem Trikot aus OE-Garnen härteren, sandigen Griff vor. Vielleicht läßt sich aber eines Tages dieser Engpaß durch geeignete Ausrüstung - zumindest für Baumwolle - überwinden. Und wenn es gelingt, mit Chemiefasern ein ähnliches Resultat zu erzielen, so eröffnen sich in diesem aufstrebenden Zweig der Textilbranche sicher gute Perspektiven. Allerdings - und das ist wichtig - werden die Chemie- und insbesondere die Synthesefasern und deren Mischungen mit Baumwolle vornehmlich für die feineren Garne

verwendet, sodaß neben den rein technischen Möglichkeiten die Fragen der Wirtschaftlichkeit im Vordergrund stehen.

Für *gewebte Stoffe*, wo die Chemiefasern in Mischungen wegen der besseren Knitterbeständigkeit bzw. "Wash-and-wear"-Eigenschaften rasch vordringen, sind heute nach Geißler, Daiwa, Courtaulds und Usti vor allem Haushaltswäsche und Bekleidung interessant. Bei der *Maschenware* kommt in erster Linie Rundstuhltrikot für Unterwäsche in Frage.

Für *Langstapel*, das heißt auf dem Teppichsektor, wo lebhaftes Interesse vorliegt, muß noch durch Großversuche geklärt werden, wie sich die an und für sich günstigen OE-Garne einfügen lassen. Auch Fragen der Stapellänge (und -schädigung), verarbeitbare Titer und wiederum die Wirtschaftlichkeit stehen zur Diskussion.

V. Wirtschaftlichkeit

So sehr alle beteiligten Kreise - nicht nur die Verarbeiter, auch die Maschinenhersteller - in der Frage der Wirtschaftlichkeit eine einfache, klare und eindeutige Antwort wünschen, es ist leider nicht möglich, eine generelle und allgemein gültige Kostenrechnung aufzustellen.

Eingangs haben wir kurz die derzeitige ökonomische Situation der Turbinenspinnmaschine auf dem Baumwollsektor erwähnt. Bei den Chemiefasern und ihren Mischungen liegen grundsätzlich die gleichen Verhältnisse vor, jedoch mit dem Unterschied, daß der Verarbeiter von Chemiefasern im allgemeinen hinsichtlich der *Flexibilität des Maschinenparks* zumindest in bezug auf die Stapellänge wesentlich anspruchsvoller ist - oder bisher war - als der reine Baumwollspinner. Diesen Mangel an Flexibilität bei den Turbinenspinnmaschinen muß man wohl ebenfalls durch eine entsprechende Rückstellung einkalkulieren. Sodann können die *Produktionsziffern gegenüber Baumwolle* - je nach Faserart - bei geringerer Drehung etwas höher und bei gesteigerter Drehung - je nach Fasergattung - auch wesentlich tiefer liegen. Es sollte deshalb klar sein, welche Fasergattung zu verarbeiten ist, oder es sind verbürgte Minimalwerte in Rechnung zu stellen. Die größere Varietät der Chemiefasern hat damit auch ihre ökonomische Kehrseite.

Da es sich nicht um den Ersatz, sondern um ein Teilstück einer automatischen Anlage handelt, müssen die vorangehenden und nachfolgenden Stufen berücksichtigt und eventuell erneuert werden. Maßgebend ist die *Gesamtwirtschaftlichkeit der automatischen Anlage*, eine Computerarbeit, bei der das Verhältnis von Produktion, Lohn- und Kapitalkosten im Vergleich zum bestehenden Betrieb mit oft amortisierten Maschinen zu berücksichtigen ist. Zudem darf der Vergleich nicht rein statisch sein, weil sich die Kosten im Laufe der Zeit ändern können.

Am Beispiel einer von neutraler Stelle vorgenommenen Kalkulation auf Grund ihrer Erfahrung mit Ringspinnmaschinen und den tschechischen „*Idealwerten*“ für die BD 200 bei 30 000 T/min sehen wir, daß in diesem Fall heute nur die größten Nummern unter Nm 20 ohne Umspulen eindeutig einen kleinen wirtschaftlichen Vorteil versprechen (Abb. 19). Feinere Nummern verlangen Mehrschichtbetrieb.

Wäre ein zusätzliches Umspulen einkalkuliert, so ergäben sich noch ungünstigere Werte für das OE-Spinnverfahren.

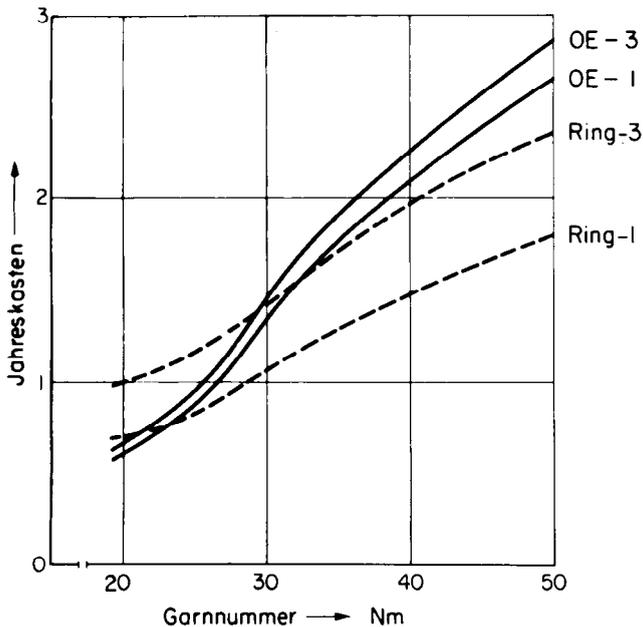


Abb. 19: Wirtschaftlichkeit der BD 200 für Baumwollgarne ohne Umspulen im Ein- und Zweischichtbetrieb: Nur im untersten Nummernbereich ist die OE-Spinnmaschine gesichert wirtschaftlicher als die Ringspinnmaschine.

Sie werden natürlich die Frage stellen, wie die *Preisentwicklung* der OE-Spinnmaschinen sein wird. Sicher bemühen sich die Hersteller, diesen so tief wie möglich anzusetzen, und es mag sein, daß schon bald ein Preiseinbruch stattfindet. Aber auf längere Sicht müssen die OE-Spinnmaschinen noch sehr verbessert werden, und diese besseren und leistungsfähigeren Maschinen werden kaum billiger sein. Die jetzigen aber schneller entwerten, als es die Amortisation zuläßt.

VI. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Aus den Möglichkeiten der Turbinenspinneinheit und den Fasereigenschaften ergeben sich zusammengefaßt folgende Anforderungen an die Chemiefasern und Garne, damit die Turbinenspinnmaschine optimal läuft:

- Grundvoraussetzung ist eine *reine, fehlerfreie Vorlage*; insbesondere sind die Anforderungen an die Fehlerfreiheit der Fasern wesentlich strenger als beim Ringspinnen. Bei kurzen Stapeln laufen gröbere bis mittlere Garnnummern am besten. Die *Garndrehung* muß den Fasereigenschaften angepaßt werden können. Richtig aufeinander abgestimmte Mischungen, auch mit sauberer Baumwolle, sind günstig und laufen sehr gut. Darum ist der Stapelbereich bis 40 mm wichtig.

Sehr *lange Stapel* (bis 150 mm) können auf OE-Maschinen bis jetzt nur zu ganz groben Garnen versponnen werden. Über dazwischenliegende Stapellängen liegen bis heute nur wenige Erfahrungen vor.

- *Stapel und Titer* müssen harmonisieren; je kürzer der Stapel, desto feiner der Titer. Extreme sind jedoch zu vermeiden. Schwache Kräuselung ist am besten verarbeitbar. Alle Maßnahmen zur Verhinderung statischer Aufladung sind günstig, sofern sie die Turbinen nicht verschmutzen.
- Die *Nummer der Vorlage* muß der Garnnummer unter Berücksichtigung des Bandzusammenhalts und der Auflösung angepaßt werden.

Vergleichen wir die Situation des Verspinnens von Chemiefasern auf Ringspinnmaschinen mit dem derzeitigen Stand des Turbinenspinnens, so sehen wir, daß beim Ringspinnen heute die Verhältnisse in allen Einzelheiten bekannt sind. Bei der Verarbeitung von Chemiefasern auf OE-Spinnmaschinen scheint - wie schon von verschiedenen Seiten gesagt wurde - auf den ersten Blick nur eine verwirrende Vielfalt von Einzelresultaten vorzuliegen, die unter sich nur wenig oder keinen Zusammenhang haben. Darum sind verallgemeinernde Schlüsse auf dieser Ebene gefährlich, da sehr viele Fasertypen, Marken und Avivagen große Unterschiede zeigen. Und sogar die Regel, daß guter Lauf in der Vorbereitung auf leichte Verarbeitbarkeit in der Turbine hinweist, ist nur sehr bedingt richtig.

Tritt man aber zurück, wie wir das heute versucht haben, um das Bild als Ganzes zu erfassen, so sieht man, wie sich die Steinchen doch als Mosaik zu einem Bild zusammenfügen. Fehlt uns zur Zeit auch noch manches, so sehen wir doch recht deutlich, was wir haben und wo noch Lücken sind.

Insgesamt stehen wir bei den heutigen Turbinenspinnmaschinen vor zwar sehr vielfältig abwandeln, aber bei der fertigen Maschine in bezug auf die verarbeitbaren Materialgrenzen relativ *starreren Einheiten*. Dazu kommen die großen Sorgen des Maschinenbauers hinsichtlich der *Betriebsicherheit und Lebensdauer*, die wir beim heutigen Überblick außer acht gelassen haben. Aber gerade bei den Chemiefasern, die meist noch mehr Zusatzdrehung als die Baumwolle verlangen, muß - um in den wirtschaftlich interessanten Bereich zu kommen - mit hohen Drehzahlen gefahren werden.

Darum stellt sich die Aufgabe, in jedem Einzelfall genau zu prüfen, ob sich mit den vorgesehenen Fasertypen und Garnen jetzt schon eine Umstellung oder Neuanlage lohnt, oder ob die flexiblere Ringspinnmaschine das Richtige ist. Bei den vielversprechenden Mischungen mit Baumwolle ist mit Nachdruck darauf hinzuweisen, daß sie nur auf dem Fundament einer ausgezeichneten, modernen Putzerei und Kardeerie möglich sind, sonst ist das teure Experiment von vornherein zum Scheitern verurteilt.

Wird damit auch erst zu gegebener Zeit eine generelle Anwendung des OE-Spinnverfahrens in der *Ausspinnerei der Chemiefasern* ermöglicht, so sind die Resultate - insbesondere auf dem Mischgarnsektor - doch derart vielversprechend, daß sich alle Anstrengungen der Maschinenbauer mit den Faserherstellern und den Verarbeitern - in engerer Zusammenarbeit als bisher - rechtfertigen, um in nützlicher Frist wirklich produktionsreife Maschinen in der Hand zu haben.

Zum Schluß möchte ich allen an diesem Überblick Beteiligten für ihre Unterstützung meinen Dank aussprechen, insbesondere den Chemiefirmen - vor allem Glanzstoff, Bayer und Phrix - sowie auch meinen Mitarbeitern, den Herren Dipl.Ing. Adolf S c h i l t k n e c h t und Textiling. Manfred F r e y , und - last not least - Ihnen, meine Damen und Herren, die Sie mir gestattet haben, diese Probleme vor Ihrem Forum zu besprechen.

Literatur:

- 1) H.A. Keller: „Die Automation in der Stapelfaserspinnerei“; Melliand Textilber. **10**, 1089-1101 (1966)
- 2) H.A. Keller: „Das OE-Spinnverfahren“; Neue Zürcher Ztg., Beilage 'Technik' vom 7.6.1967, Nr. 2480
- 3) J. Ripka: „Der Spinnprozeß in der Einheit der Spinnmaschine BD 200 - ein theoretisches Studium grundsätzlicher Erscheinungen“; Summary of Lectures, International Conference about Open End Spinning, Prag, March 1969, S. 1/JR - 38/JR
- 4) J.V. Kasperek: „Analyse der Ungleichmäßigkeit des spindellosen Spinnverfahrens“; Summary Lectures, International Conference about Open End Spinning, Prag, March 1969, S. 1/JK - 25/JK
- 5) L. Cizek: „Verarbeitung der chemischen Fasern mit spindellosen Spinnverfahren“; Summary of Lectures, International Conference about Open End Spinning, Prag, March 1969, S. 1/LC - 10/LC
- 6) Verband der Deutschen Baumwollspinnereien, Technischer Ausschuß; Rundschreiben vom 17. Juli 1968, betreffend die tschechische Offen-End-Spinnmaschine BD 200.
- 7) V. Rohlena: „Neue Erkenntnisse des tschechoslowakischen spindellosen Spinnverfahrens“; Summary of Lectures, International Conference about Open End Spinning, Prag, March 1969, S. 1/VR - 9/VR
- 8) Peter R. Lord: „Open End Spinning - A detailed look at how it works“; Textile World, January 1969, p. 72-73
- 9) J.V. Kasperek: „Vergleich der Struktur kardierter, gekämmter und spindellos gesponnener (Offen-End-) Baumwollgarne“; 1. Int. Baumwoll-Textilforschungssymposium, Paris, 22. - 25.4.1969, Zusammenfassungen der Vorträge; Vortrag N 14, S. 1-2
- 10) S. Geißler: „Erfahrung bei der Verarbeitung verschiedener Fasern auf der Offen-End-Spinnmaschine BD 200“; Summary Lectures, International Conference about Open End Spinning, Prag, March 1969, S. 1/SG - 25/SG
- 11) J. Lünenschloß und M. Frey: „Die Mischung von Polyesterfasern mit Baumwolle“; Melliand Textilberichte Nr. 6 und 9, 1959, Seiten 599-602, 842-845 und 967-971
- 12) G. Schleese: „Stand der Technik und Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Streichgarn- und Kammgarnspinnerei“; Textilindustrie **5**, 313-322 (1968)

ING. GOTTFRIED TSCHAMLER

POSTFACH 134
DÖBLINGER GÜRTEL 3

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

- TEXTILTECHNISCHES BÜRO
- SCHWEIZER TEXTILMASCHINEN

Diskussion

Prof. Köb: Der Grundgedanke des OE-Spinnverfahrens feiert bereits sein ungefähr 75jähriges Jubiläum. Man hätte eine Patentzeichnung aus dem Jahre 1937 unter die Bilder zu diesem Vortrag mischen können, und es wäre niemandem von uns aufgefallen. So lange dauerte es, bis dieses Problem konstruktionsmäßig gelöst werden konnte.

Dir. Luyendijk: Herr Direktor Keller, Sie haben erwähnt, daß relativ kleine Unterschiede in der Kräuselung bereits einen ziemlich großen Einfluß auf den Spinnprozeß haben. Die Kräuselung wird im allgemeinen nicht wegen des Spinnprozesses in die Faser gebracht, sondern vor allem wegen des Fertigartikels. Ich glaube nicht, daß man die Fasereigenschaften nur auf das Spinnverfahren abstimmen soll, ohne den Ausfall der Fertigung zu berücksichtigen. Sie haben weiters den Wunsch geäußert, daß alle Chemiefasern dieselben Eigenschaften haben sollten. Bei so verschiedenartigen Rohstoffen dürfte das aber unmöglich sein.

Dir. Keller: Zunächst möchte ich vorausschicken, daß ich Techniker und nicht Chemiker bin. Die Maschinen laufen am besten, wenn die Fasern wenig Kräuselung aufweisen. Meines Wissens gibt es überhaupt keine Chemiefaser, die völlig glatt ist, obwohl die Faserchemiker diese geringe Kräuselung gar nicht als solche bezeichnen. Wichtig ist nicht das Garn, sondern nur das Produkt, das auf den Ladentisch kommt.

Wir haben viele Vergleiche zwischen dem Ringspinn- und dem OE-Spinnverfahren gemacht. Außer bei Baumwolle sieht man stets Unterschiede, man kann immer das Produkt der beiden Verfahren unterscheiden. Ringspinnarne sind glatter und magerer, OE-Garne sind körniger, namentlich im Seitenlicht. Aber das hat noch keine Bedeutung für das Fertigprodukt.

So wird es auch bei der Kräuselung sein. Man wird einen Mittelweg zwischen der absolut unvermeidbaren Kräuselung und dem guten Lauf der Turbine finden müssen. Generell ist zu erwähnen, daß wir noch am Anfang dieser Entwicklung stehen. Denken Sie daran, wie lange es dauerte, bis man bei der Ringspinnmaschine einigermaßen Bescheid wußte. Wir Maschinenbauer haben noch sehr viele ungelöste Probleme beim OE-Spinnen. Kommerziell kommen wir mit den Maschinen nur deshalb noch nicht auf den Markt, weil wir nicht wollen, obwohl wir schon könnten.

Dr. Albrecht: Ich halte das Thema „*Kräuselung*“ für gar nicht so tragisch. Herr Direktor Keller hat mit Recht darauf hingewiesen, daß auch das ganze Vorwerk darauf eingestellt werden muß. Wenn wir die Kräuselung reduzieren (die wir ja im wesentlichen als Verarbeitungskräuselung im positiven Sinne für die Wickelbildung benötigen), dann würde das bedeuten, daß wir am besten über Schächte zur Kardenspeisung gehen und versuchen, auch den Wickel zu vermeiden. Außerdem sollte der Avivageauftrag so niedrig wie möglich sein.

Dir. Keller: Ich persönlich habe großen Respekt vor Ablagerungen in der Turbine. Wenn man bei jedem Fadenbruch die Turbine reinigen muß, dann bedeutet das keinen Fortschritt in Richtung Automation mehr. Man sollte besser die Kräuselung reduzieren, damit sie für die Vorbereitung genügt, aber für die Turbine nicht zu stark ist.

Dr. Albrecht: Ich könnte mir vorstellen, daß auch diese Reinigung der Turbine automatisiert werden könnte.

Dir. Keller: Vielleicht sollte man das gar nicht *Automatisierung* nennen; der biedere Schweizer würde sagen, daß sich das Zeug selber putzt.

Dr. Bayerlein: Wie erfolgt die Ablagerung der Avivage? Wirkt sie verklebend oder stört sie mechanisch? Wieviel Arbeit verursacht das bei der Reinigung der Maschinen bzw. beim Partiewechsel? Ist es in diesem Fall überhaupt noch rentabel, diese Maschine einzusetzen?

Dir. Keller: Bei der tschechischen Maschine BD 200 kann man das sozusagen rasch mit dem Zeigefinger machen. Große Batzen müssen wir nicht fürchten, gefährlich sind nur die verklebenden Bestandteile. Diese verursachen eine Reduktion der Garngleichmäßigkeit und unter Umständen geben sie Moiréeffekte.

Dir. Siegl: Ich habe eine grundsätzliche Frage: Der Unterschied zwischen den OE- und den Dreizylindergarnen liegt doch in erster Linie in der viel besseren Faserverteilung, die die Turbine herzustellen vermag, und in der nicht möglichen Parallellage. Glauben Sie, daß es überhaupt erstrebenswert und möglich ist, zu einer Parallellage der Fasern zu kommen? In diesem Fall würden wir ja die Vorteile der Rückdoublierung nicht einbüßen und andererseits keine Festigkeit verlieren.

Dir. Keller: Das war selbstverständlich schon vom ersten Tag an unser Ziel. Der Witz liegt ja gerade darin, daß die Faser beim Ringspinnen in gestrecktem Zustand direkt eingesponnen wird. Im Gegensatz dazu läßt man sie beim OE-Spinnen frei im Raum fliegen. Der Fasertransport im Luftstrom, daß nämlich die Faser *gestreckt fliegt*, das ist das große Problem, das noch gelöst werden müßte. Dann wäre das OE-Spinnen dem Ringspinnen weit überlegen, - das ist aber noch eine Aufgabe der Grundlagenforschung.

Die Rückdoublierung bedeutet allerdings eine große Überlegenheit der OE-Spinnmaschinen. Der Garncharakter wird ganz anders. Auf der Ringspinnmaschine lagern sich beim Mischen die gestreckten synthetischen Fasern in der Mitte, die Baumwollfasern dagegen außen herum ab. Es findet also eigentlich eine Entmischung statt. Das Gegenteil tritt beim OE-Spinnen auf: eine vollständige, ideale Durchmischung. Es besteht aber der Nachteil, daß die Faser nicht gestreckt hereinkommt; infolgedessen bilden sich Häkchen und - durch die Faserbrücken - auch noch Bauchbinden.

Dipl.Ing. Herzog: Beim Kurzstapelspinnverfahren war es bisher nicht möglich, den Konverter einzusetzen. Sehen Sie eine Möglichkeit, den Konverter mit dem OE-Spinnen zu kombinieren, das heißt, daß das zerschnittene Konverterband als Vorlage für die OE-Maschine dient?

Dir. Keller: Wenn beim Konvertieren keine überlangen Fasern, kein *Fishfood* und keine verklebten Pakete auftreten, dann sind bereits bestimmte Voraussetzungen geschaffen. Die Hauptstärke des OE-Spinnverfahrens liegt darin, auch magere Stapeldiagramme verarbeiten zu können. Selbstverständlich können Sie diese auch auf Wunsch beim Konverter bekommen. Natürlich wird eines Tages die Zielsetzung lauten, irgendwie nach dem Konvertieren weiterzuarbeiten, aber leider stehen dem noch die berühmten Verzugsprobleme entgegen. Die von Herrn Direktor Siegl erwähnte notwendige Streckung der Fasern fällt beispielsweise darunter.

Wir kommen ganz automatisch auf eine Kombination der Spinnverfahren. Wir haben am Anfang zwischen Turbinen-, Luft- und elektrischem Spinnen unterschieden. In Wirklichkeit sind ja alle OE-Verfahren gemischte Verfahren. Wenn wir zum Beispiel die Faser elektrisch strecken könnten, wäre das Maximum des OE-Spinnens erreicht, und man könnte mit dem Konverter zusammenarbeiten.

Prof. Köb: Sollte der Begriff *Kombination* bedeuten, daß man Konverterbänder auf den Maschinen verarbeitet? Oder daß man auf einer Maschine eine Schneidvorrichtung einbaut und dann die Faser irgendwie kontinuierlich weiter transformiert, sodaß die Turbine sie weiterverarbeiten könnte?

Dipl.Ing. Herzog: Beim Kurzstapelverfahren ist heute noch kein Konvertereinsatz möglich. Nehmen wir an, es gäbe ihn in Form eines Schneidkonverters ohne Stauchen. Könnte man dann dieses Band vorlegen? Es kam immer wieder zur Sprache, daß die gleichmäßige Vorlage sehr entscheidend sei. Da wäre doch ein Konverterband ideal!

Prof. Köb: Es wäre sicher ideal in der Frage der Faserlänge, aber zunächst liefert es ja Pakete.

Dipl.Ing. Herzog: Es geht doch nicht um die Gleichmäßigkeit, sondern um die gut aufgelöste Vorlage. Vielleicht könnten diese Probleme, die heute durch das Kurzstapelverfahren noch nicht gelöst werden können, durch das OE-Spinnen beseitigt werden.

Dir. Keller: Die Kombination mit dem Konverter wird eines Tages sicher interessant sein. Gegenwärtig hätten die Chemiefaserfabriken wenig Freude daran, denn das Stapelfaserspinnen ist einseitig doch viel billiger. Das ist aber eine rein wirtschaftliche Frage.

Dr. Kirschner: Wir arbeiten in Denkendorf seit etwa fünf Monaten mit der BD 200.

Zuerst zur Frage der Mischverspinnung: Das OE-Verfahren soll sich für die Mischverspinnung besonders gut eignen. Das, was Sie gefunden haben, bezieht sich aber einzig und allein auf den Querschnitt des Garns und nicht auf die Gleichmäßigkeit in Längsrichtung des Faserverband. Dort ist nach wie vor eine ausreichende Doublierung der Bänder und eine Beseitigung der mittel- und langwelligen Schwankungen durch Strecken oder ähnliche Doublierpassagen erforderlich. Die Rückdoublierung in der Turbine betrifft ja nur eine Bandlänge von wenigen Zentimetern. Alles, was an Ungleichmäßigkeit in der einen oder der anderen Komponente enthalten ist, vermag die Turbine nicht wegzudoublieren. Was Sie im Gewebe unter Umständen als Reklamation wiederfinden, ist häufig eine Ungleichmäßigkeit über große Längen, beispielsweise von Kops zu Kops.

Dir. Keller: Wir haben ein Gewebemuster mitgebracht, das nicht nur hinsichtlich des Garnquerschnittes, sondern auch in Längsrichtung gemischt ist. Man sollte zweckmäßigerweise zwei Strecken hinzufügen, um die Längsstreifigkeit zu vermeiden. Diese ist durch die ungleichen Bänder bedingt.

Nicht nur die Rückdoublierung vergleichmäßigt. Sie macht das einzig über kurze Längen. Wenn Sie mit Kardiervorrichtungen arbeiten, dann haben Sie eine Vergleichmäßigung in der Größenordnung von 2 bis 4 m, ja bis zu 10 m im Garn. Das ist durch den Unterschied zwischen den Streckwerken der Ringspinn- und jenen der OE-Maschinen bedingt. Bei der Ringspinnmaschine zupft man immer nur an einem Punkt heraus. Beim Streckwerk an der Kardiervorrichtung erhält man dagegen immer einen Faserbart. Diesen kann man sich in der Mischauswirkung ganz grob als zweimal die Stapellänge vorstellen.

Bei Multiplikation mit dem Verzug gibt das ungefähr die von mir angegebenen Längen.

Dr. Kirschner: Somit ist die OE-Turbine - schon theoretisch - nicht in der Lage, sehr langwellige Schwankungen in der Komponentenverteilung auszugleichen, so hervorragend die Querverteilung im Garn bzw. die Verteilung auf kurze Strecken in Längsrichtung auch sein mag.

Allgemein interessant ist auch die Frage der Drehung. Wir haben festgestellt, daß die für das Garn einzusetzende Drehung im wesentlichen durch Fadenbrüche bestimmt wird, aber nicht so sehr durch die Festigkeit des Garns.

Dir. Keller: Ich bestätige diese Ansicht. Die Drehung wird in erster Linie durch den Lauf bestimmt.

Dr. Peuker: Ich möchte zum Abschluß noch eine weitere Betrachtungsweise des Turbinenspinnens in die Waagschale werfen. Abgesehen von den Laufschwierigkeiten, die die Maschinenhersteller sicher noch beherrschen lernen werden, dürfen wir dieses Spinnverfahren doch nicht als absolutes Substitut der Ringspinnmaschine sehen, sondern wir müssen versuchen, aus der Not eine Tugend zu machen. Die dargestellten Nachteile (z.B. wurde die Haarigkeit nicht erwähnt, die wesentlich anders sein kann), aber auch die kurzperiodisch bessere Mischung oder der wesentlich fülligere Charakter, das sind alles Komponenten, die aus modischer Sicht durchaus erwünscht sein können. Auf Grund seines speziellen Charakters muß das Garn nur einem entsprechenden Einsatzgebiet zugeführt werden, zum Beispiel bestimmten Sektoren der Wirkerei. Es ist ja die launische Mode, die vielleicht gerade diesen neuen Typ wünscht. Dies könnte selbst eine schlechtere Wirtschaftlichkeit aus der Sicht des Ringspinnens rechtfertigen.

Die Automatisierung der Dreizylinderspinnerei für Chemiefasern

Dipl.Ing. Ernst Kleinhanzl

DENKENDORF-Forschungsgesellschaft für Chemiefaserverarbeitung m.b.H., Denkendorf über Esslingen/Neckar

Der Vortrag behandelt die mit einer teilautomatisierten Anlage bei der Chemiefaserverarbeitung gewonnenen Erkenntnisse und kommt anhand systematischer Untersuchungen zu allgemein gültigen Aussagen. So wirft zum Beispiel die andersartige Auflösung des Fasermaterials durch Zupfer die Frage auf, ob es bei Chemiefasertypen mit hohem Schlankheitsgrad in Abhängigkeit von der Produktionshöhe zu einer Beeinträchtigung der Garnqualität kommt.

Das Verhalten der gegenüber Baumwolle voluminöseren und in ihren Eigenschaften differenzierteren Chemiefasern bei der automatischen Kardenbeschickung durch Flockenspeisung und der kontinuierlichen Bandübertragung zur Strecke sind Gegenstand weiterer Betrachtungen. Darüberhinaus wird die Arbeitsweise mit und ohne Regelung an der Strecke der konventionellen Methode mit zwei Streckenpassagen und Umkehr der Laufrichtung anhand des Längenverhaltens und entsprechender Uster-Untersuchungen gegenübergestellt.

Von Bedeutung ist ferner die optimale Gestaltung der Vorspinnerei hinsichtlich Passagenzahl, Doublierung und Bandlaufrichtung unter Berücksichtigung der Faserhähchentheorie und des Orientierungsgrades. Durch systematische Versuchsreihen mit einer, zwei oder drei Streckenpassagen unterschiedlicher Bandlaufrichtung und einfacher bzw. zweifacher Doublierung am Flyer werden technologische Zusammenhänge aufgezeigt, die für die Spinnereipraxis genauso wie für den Textilmaschinenbau von Interesse sind. Abschließend werden in einem Ausblick die möglichen Entwicklungstendenzen der Automatisierung aufgezeigt, wobei auch die Beschickung kleinerer Sortimente und das Offen-End-Spinnverfahren in die Betrachtungen einbezogen werden.

Findings in connection with a semi-automatic man-made fiber processing installation are dealt with, and universally valid conclusions are obtained by systematic investigation. The changed method of fiber opening by means of picking, for example, leads to the question of whether or not yarn quality is changed in dependence on output in the case of very lean man-made fibers.

Attention is devoted to the behaviour of man-made fibers whose bulk exceeds that of cotton and whose characteristics differ from those of the latter in automatic card loading by stock feed and in continuous sliver feeding to the drawing frame. Comparison is made on the basis of variations in length and Uster tests between operations with and without adjustment at the drawing frame on the one hand, and the traditional method involving two drawing passages and direction reversal, on the other.

Optimum selection of roving procedures as regards number of passages, doubling and direction of sliver travel taking into account the theory of fiber hooks and the degree of orientation is an additional consideration. Technological interrelations of interests to

both practical spinning and textile machine building are demonstrated in series of systematic experiments with one, two or three drawing passages and varying sliver directions, and with single or double doubling at the speed frame. In concluding, an outlook is given on possible future tendencies in the fields of automation, including the production of small assortments and the open-end-spinning process.

Es ist heute etwa drei Jahre her, daß Herr Dr. Keller im Rahmen der Internationalen Chemiefasertagung in Dornbirn 1966 über die Automation der Stapelfaserspinnerei referierte und dabei unter anderem die Frage aufwarf, ob sich die Einführung der Automation in der Spinnerei lohne. Sein eindeutiges „Ja“ begründete er nicht nur mit dem unter bestimmten Voraussetzungen vorhandenen wirtschaftlichen Vorteil, sondern auch mit dem sich vollziehenden Strukturwandel auf allen Gebieten der Technik und dem damit verbundenen Trend von Einzelmaschinen zu ganzen Fertigungsanlagen.

An der Aktualität des Themas und auch an der grundsätzlich positiven Einstellung dazu hat sich seitdem nichts geändert, obwohl die Akzente in der Zwischenzeit vielleicht etwas anders gesetzt wurden, nicht zuletzt auch durch das inzwischen industriell angewandte OE-Spinnverfahren.

Zweck der von Denkendorf auf dem Gebiet der Automatisierung durchgeführten Untersuchungen, über die wir eingeladen wurden, hier zusammenfassend zu berichten, war das eingehende Studium der Verarbeitung von Chemiefasern und der dabei auftretenden grundsätzlichen Probleme. Die seinerzeit vorliegenden Erfahrungen beruhten im wesentlichen auf der Verarbeitung von Baumwolle, wobei vor allem an die Arbeiten von Siegl¹⁾, Peucker²⁾, Großmann³⁾, Wildbolz und Binder⁴⁾, Keller⁵⁾, Binder und Ott⁶⁾ und Binder und Frey⁷⁾ erinnert sei, ebenso auch an die Mitteilungen und Bulletins der Textilmaschinenhersteller, sowie die zahlreichen Berichte über die in Japan entwickelten Anlagen.

Am interessantesten wäre zweifellos ein Vergleich der von den verschiedenen Textilmaschinenfabriken angebotenen automatischen Anlagen gewesen. Im Rahmen der realisierbaren Möglichkeiten konnten sich unsere Untersuchungen verständlicherweise jedoch nur auf eine dieser Anlagen erstrecken, und zwar auf eine Kombination von Trützschler- und Zinser-Aggregaten. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag deshalb mehr auf der Beantwortung prinzipieller technologischer Fragen, wie sie sich zum Problem der Automatisierung zahlreich stellen.

Die wichtigsten davon sind etwa:

- 1) Wird durch das mechanische Abtragen der Ballen bzw. durch den Zupfmechanismus das Garn in seinen Eigenschaften, vor allem in seiner Reinheit beeinträchtigt?
- 2) Ist die automatische Flockenspeisung bei Chemiefasern generell anwendbar und was ist dabei zu beachten?

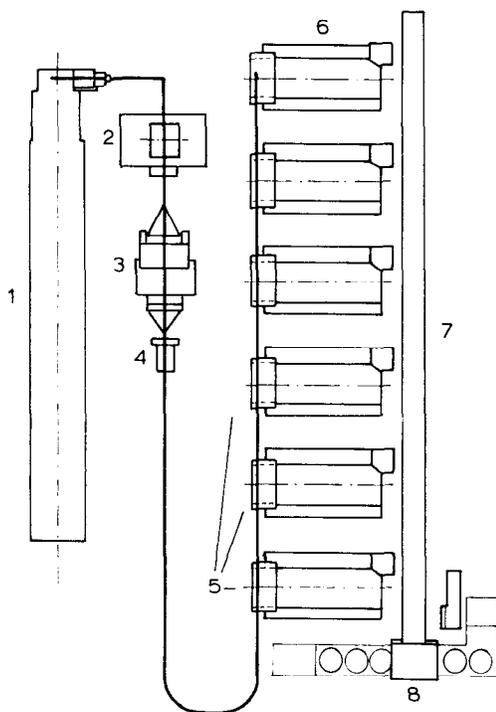
- 3) Welche Probleme wirft die Kopplung von Karde und Strecke und der damit verbundene Fragenkomplex auf?
- 4) Wie wirkt sich die Gestaltung der Vorspinnerei hinsichtlich Passagenzahl, Häkchenrichtung und Doublierung auf die Laufeigenschaften an der Ringspinnmaschine und auf die Garnqualität aus?
- 5) Unter welchen Voraussetzungen ist es möglich, mit nur einer Streckenpassage zu arbeiten?
- 6) Wie könnte sich ein künftiges OE-Spinnverfahren eventuell in die Automatisierung der konventionellen Spinnerei einbeziehen lassen?

Die Arbeiten zu diesem Thema sind noch nicht abgeschlossen. Der Vortrag gibt einen Überblick über die bis jetzt vorliegenden Ergebnisse. Auf Fragen der Wirtschaftlichkeit von teilautomatischen Anlagen wird dabei nicht eingegangen, da diese von einer Vielzahl von Annahmen abhängt und für jeden Einzelfall separat durchgerechnet werden muß. Ebenso wird auf Abziehautomaten nicht eingegangen, da dies im Rahmen dieser Untersuchungen zu weit geführt hätte.

1. Aufbau der für die Untersuchungen zur Verfügung stehenden teilautomatisierten Anlage

a) *Vom Ballen bis zur Flockenvorlage an der Karde (Abb. 1)*

Der Multiballenzupfer (1) mit fünf Zupfstellen nimmt sie-



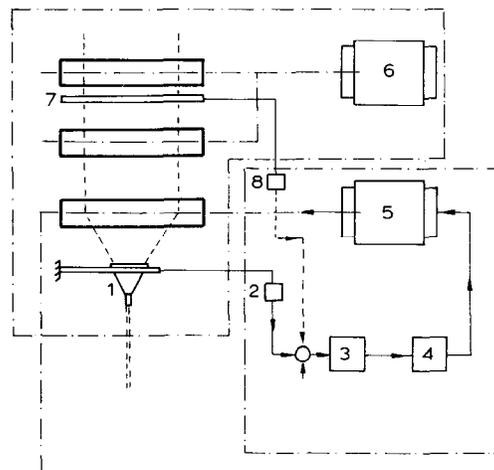
- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| 1 = Multiballenzupfer | 5 = Flockenspeisungsschächte |
| 2 = Filterkasten | 6 = Karden |
| 3 = Kastenspeiser-Schlagmaschine | 7 = Bandstrasse |
| 4 = Materialtransportventilator | 8 = Regulierstrecke |

Abb. 1: Vom Multiballenzupfer bis Strecke, Grundriß

ben bis acht Ballen normaler Größe auf. Die Eingriffstiefe der Zupforgane kann je nach Leistungsbedarf eingestellt werden. Die Flocken gelangen über eine Rohrleitung auf pneumatischem Weg in den Kastenspeiser mit anschließender Schlagmaschine (3), von der sie mittels Druckventilator (4) zu den Schächten der sechs Karden (5) gefördert werden.

Die eigentliche Kardenbeschickungsanlage arbeitet ohne Rückspeisung. Im oberen Schacht wird die Luft über einen Austrittskamm abgeführt und die Flocke über eine Speisewalze mit Mulde einer Stiftwalze zur Auflösung vorgelegt. Von hier fällt das Fasermaterial in den unteren Schacht und wird mittels einer Klappenpumpe verdichtet, wobei die Luft durch einen Austrittskamm entweichen kann. Die Flockensäule wird dann von zwei stark profilierten Ablieferungswalzen auf das Führungsblech geschoben und der Karde vorgelegt.

In der Flockenspeisungsanlage befinden sich insgesamt drei Steuerpunkte: erstens die Reglerklappe im Kastenspeiser, die die Flockenzufuhr vom Ballenzupfer steuert, und zweitens ein Kontaktmanometer in der Rohrleitung vor den Füllschächten, welches bei Abfall des Druckes auf einen bestimmten Minimalwert die Zufuhr von der Schlagmaschine einschaltet und diese bei Erreichen eines Maximalwertes wieder abstellt. Als dritte Steuereinrichtung befindet sich an jedem unteren Schacht ein weiteres Kontaktmanometer, das die Zufuhr in den Unterschacht steuert und durch dessen Einstellung das Flockenvorlagegewicht variiert werden kann. Außerdem läßt sich die Flockenvorlage und damit die Bandnummer durch die in fünf Stufen verstellbare Weite des unteren Schachtes beeinflussen.



- | | |
|---------------------|----------------------------|
| 1+7 = Messfühler | 4 = Leistungsverstärker |
| 2+8 = Messwandler | 5 = Regelmotor |
| 3 = Messeinrichtung | 6 = Motor für Einzugsystem |

Abb. 2: Prinzipskizze der Reguliereinrichtung an der Strecke

b) Vom Kardenband bis zum einmal gestreckten Band

Die Karden liefern ihr Band bei der verwendeten Anlage in zylindrische Speicher, wie sie auch - allerdings in anderer Form - Ingolstadt unter der Bezeichnung „Banane“ verwendet. Die aus dem Speicher kommenden Bänder werden auf einem Bandzuführtisch vereinigt und einer Hochleistungsstrecke mit einer Reguliereinrichtung vorgelegt. Die Reguliereinrichtung (Abb. 2) besitzt zwei Regelkreise: den ersten als Verzugskraftmeßglied im Vorverzugsfeld mit einer sogenannten differenzierenden Wirkung, den zweiten als Durchzugskraftmeßglied am Trichter nach dem Streckwerk mit absoluter Messung der Bandmasse. Nur der letztgenannte ist ein geschlossener Regelkreis, mit dem man die gewünschte Bandnummer einstellen kann. Das Meßglied im Vorverzugsfeld wirkt dagegen als Steuerkreis und dient lediglich der zusätzlichen Vergleichmäßigung von Bandmassenschwankungen. Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf die Arbeiten von Wegener und Bechlenberg⁸⁾ hingewiesen.

Im Bandspeicher dienen zwei mechanisch arbeitende Schalter zur Steuerung der Kardenlieferung. Steigt die Bandsäule bis zu einer bestimmten Höhe an, so wird die Kardenlieferung, die im Vergleich zur Einlaufgeschwindigkeit an der Strecke geringfügig höher ist, um 10 Prozent vermindert. Die Dauer der verminderten Lieferung ist durch ein Zeitventil einstellbar. Sinkt die Bandsäule unter ein durch den zweiten Schalter vorgegebenes Minimum, so werden Karde und Strecke stillgesetzt, da in diesem Falle eine Störung in der Zulieferung von der Karde her zum Speicher vorliegen muß.

c) Vom Streckenband zum Fertiggarn

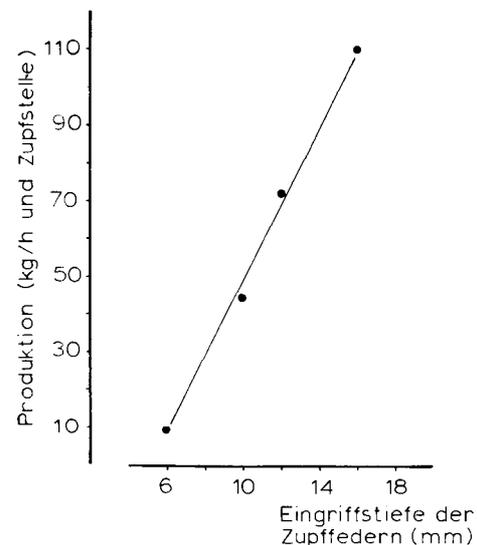
In der Grundkonzeption war von Anfang an nur eine einzige Streckenpassage eingeplant. Soweit im Rahmen der Untersuchungen eine zweite und dritte Streckenpassage benötigt wurde, kam diese eine zur Anwendung. Der Flyer, in der vorliegenden speziellen Ausführung für zweifache Doublierung vorgesehen und mit nur einer Spindelreihe ausgestattet, sowie die Ringspinnmaschine dienen zu systematischen Studien über die optimale Gestaltung des Vorwerks hinsichtlich Passagenzahl und Baddoublierung.

2. Einfluß der mechanischen Ballenöffnung durch Zupfer auf die Garnqualität unter Berücksichtigung der Produktionshöhe

Zur Klärung der Frage, ob durch die andersartige Beanspruchung der Fasern auf den Zupfaggregaten die Garnqualität, insbesondere bei feintitrigen Chemiefasertypen, beeinflusst wird, wurden Vergleichsuntersuchungen mit dem automatischen Multiballen-zupfer und dem herkömmlichen Ballenöffner (Wiegekastenspeiser) durchgeführt. Dabei war zunächst zu klären, in welchem Bereich sich die Leistung des Ballenzupfers durch Veränderung der Eingriffstiefe der Zupffedern variieren läßt. Die Untersuchungen wurden an folgenden Faserstoffen vorgenommen:

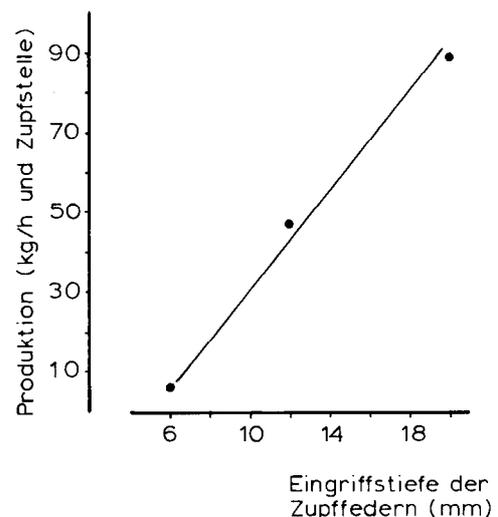
- Normalzellwolle: 1,7 dtex/40 mm glzd.
Ausspinnung zu Nm 70
- Polyester: 1,3 dtex/40 mm glzd.
Ausspinnung zu Nm 120

In den Abbildungen 3 und 4 ist die durchschnittliche Lei-



Zellwolle 1,7 dtex/40 glzd.

Abb. 3: Durchschnittliche Produktion in kg/h und Zupfstelle bei Zellwolle 1,7 dtex/40 mm glzd.



Polyester 1,3 dtex/40 glzd.

Abb. 4: Durchschnittliche Produktion in kg/h und Zupfstelle bei Polyester 1,3 dtex/40 mm glzd.

stung pro Stunde und Zupfstelle aufgetragen. Bei der Zellwolle wurde eine maximale Eingriffstiefe von 16 mm angewandt, was einer Leistung von 550 kg/h für die fünf Zupfstellen entsprach. Bei der Polyesterfaser wurde bei einer Eingriffstiefe von 20 mm eine Leistung von 445 kg/h erreicht.

Nach dem Ballenzupfer bzw. dem Wiegekastenspeiser wurden die einzelnen Proben auf konventionellen Maschinen über Wickel ausgesponnen und die Garne auf ihre dynamometrischen Eigenschaften sowie auf Gleichmäßigkeit und Reinheit untersucht. Dabei waren keine Unterschiede zwischen den beiden Öffnungsverfahren festzustellen. Auch die in weiten Grenzen variierte Maschinenleistung blieb ohne erkennbaren Einfluß auf die untersuchten Kriterien. Demnach bestehen gegen den Einsatz von Zupfaggregaten selbst bei empfindlichen Fasern und bei relativ hoher Maschinenleistung keine Bedenken. Darüber erscheint in Kürze eine ausführliche Veröffentlichung.

3. Automatische Flockenbeschickung auf der Karde

a) Rohrleitung und Oberschicht

Da die Anlage wie eingangs schon erwähnt mit Druckluft und ohne Rückspeisung betrieben wird, bestanden zunächst Bedenken wegen möglicher Rohrverstopfungen. Dem ebenfalls bereits eingangs erwähnten Kontaktmanometer in der Rohrleitung kommt deshalb besondere Bedeutung zu (Abb. 7). Der statische Druck im Rohrleitungssystem ist wie leicht einzusehen umso höher, je mehr Flocke, sich vor

den Austrittskamm legt und der abzuführenden Luft Widerstand entgegensetzt. Da der Luftwiderstand unter anderem auch von der Faserfeinheit abhängt, ändert sich beim Übergang auf eine andere Faserfeinheit zwangsläufig auch die für den Ein- und Ausschaltdruck der Flockenbeschickungsanlage maßgebende Füllhöhe im Schacht. Die Zufuhr kann dadurch unter Umständen zu spät abgeschaltet werden, so daß es zu Verstopfungen kommt. Es ist deshalb erforderlich, den Ein- und Ausschaltdruck der jeweiligen Faserfeinheit anzupassen, das heißt bei größeren Fasertypen infolge des geringeren Luftwiderstandes das Druckniveau herabzusetzen und Umgekehrt.

Die Weite des Oberschachtes mit 60 mm (für Baumwolle) erwies sich für die Verarbeitung von bauschigen Chemiefasern als zu schmal und wurde daher auf 90 mm erweitert. Zur Beobachtung und Kontrolle der Vorgänge in den Füllschächten ist der Einbau möglichst großer Sichtfenster sehr vorteilhaft, wie dies beispielsweise auch bei der Rieter-Anlage der Fall ist. Die Anpassung des Ein- und Ausschaltdruckes an die Füllhöhe wird dadurch wesentlich erleichtert.

Außerdem bestand durch die Sichtfenster die Möglichkeit, die Füllung der Schächte in den einzelnen Phasen zu verfolgen, um die besonderen Verhältnisse bei der quer zu den Füllschächten angeordneten Rohrleitung studieren zu können. Trotz der hohen Luftgeschwindigkeit am ersten Schacht und der niedrigeren am letzten werden unseren Beobachtungen zufolge genügend Fasermengen in jeden der Schächte abgeworfen.

Wie aus Abbildung 5 ersichtlich, ist der Aufbau der Flockensäule im ersten Schacht relativ ungleichmäßig. Wiederholt durchgeführte Gewichtsbestimmungen an der Flockenvor-

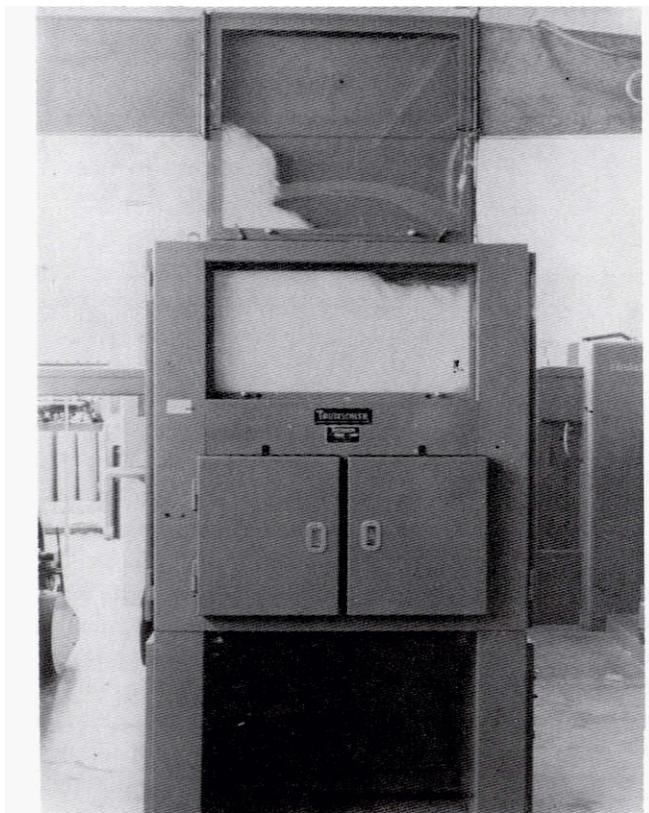
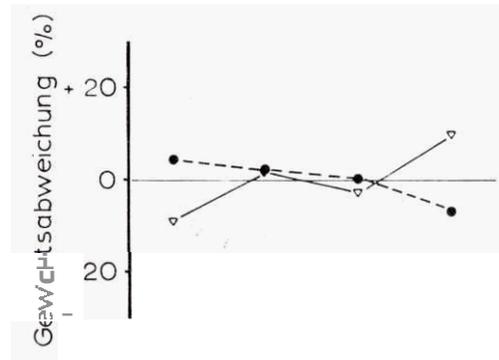


Abb. 5: Füllschacht der Flockenspeisungsanlage



● Polyester 3,3 dtex/60 matt
▼ Polyamid 3,1 dtex/60 matt

Abb. 6: Einfluß der Flockenverteilung im Oberschacht auf die Gleichmäßigkeit der Wattevorlage in Querrichtung

lage, das heißt der an der Karde einlaufenden Watte, haben jedoch ergeben, daß dieser Umstand ohne Einfluß auf die Gewichtsgleichmäßigkeit in Querrichtung ist (Abb. 6).

b) Öffnungsaggregat

Abbildung 7 zeigt eine Querschnittszeichnung des Füllschachtes mit dem zwischen Ober- und Unterschacht eingebauten Öffnungsaggregat, bestehend aus Speisewalze, Mulde und Stiftwalze. Speisewalze und Mulde dienen dazu, das Fasermaterial der Stiftwalze zuzuführen und den oberen vom unteren Schacht pneumatisch zu trennen. Da im Unterschacht die Flocke durch eine Klappenpumpe verdichtet wird und die Kardenbandnummer somit von dem sich dort ausbildenden Luftdruck abhängt, kommt der abdichtenden Wirkung von Speisewalze und Mulde eine besondere Bedeutung zu. Für eine sichere Mitnahme der Flockensäule, insbesondere bei bauschigen und voluminösen Chemiefasertypen, ist - wie sich gezeigt hat - eine besondere Profilierung der Speisewalze erforderlich.

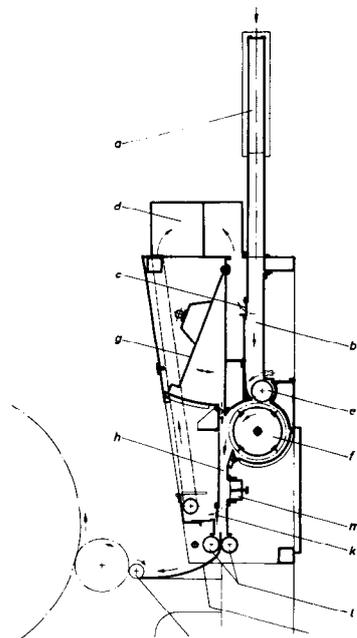


Abb. 7: Querschnitt durch die pneumatische Trützschler-Flockenbeschickungseinrichtung
 a) Verteilerleitung g) Klappenpumpe
 b) oberer Schacht h) unterer Schacht
 c) Luftaustrittskamm k) Luftaustrittskamm
 d) Entstaubungskanal l) Ablieferungswalze
 e) Muldenzylinder m) Kontaktmanometer
 f) Stiftwalze o) Führungsblech

c) Der Unterschacht in Zusammenhang mit dem Gleichmäßigkeitsproblem

Wie oben angedeutet, wird die Kardenbandnummer durch den Luftdruck im Unterschacht gesteuert. Ein Kontaktmanometer gibt in Abhängigkeit von seiner Einstellung (Digitaleinstellknöpfe) Steuerimpulse auf den Antrieb der Speisewalze und somit auf die Flockenzufuhr in den Unterschacht. Bei einem höheren Ein- und Ausschaltdruck wird mehr Fasermaterial zugeführt und die Flockensäule stärker verdichtet, bei einem niedrigeren Druck ist es umgekehrt. In Abbildung 8 ist der Ein- und Ausschaltdruck in Abhängigkeit von der Einstellung an den Kontaktmanometern aufgetragen. Diese Kurven bieten auch eine einfache Kontrolle für das sichere Funktionieren der Kontaktmanometer.

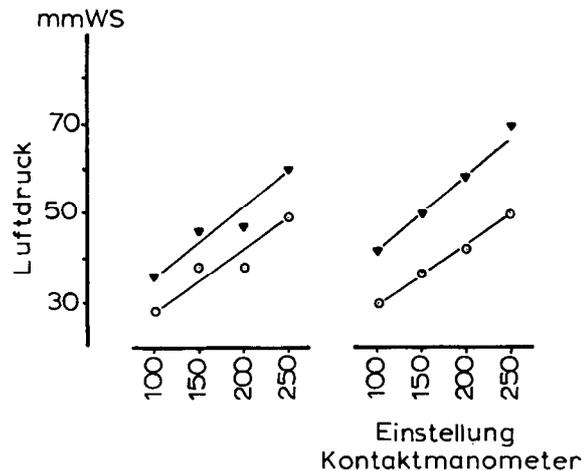
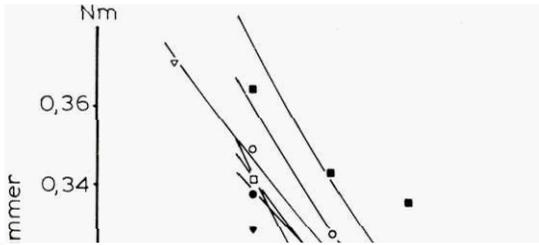


Abb. 8: Ein- und Ausschaltdruck im unteren Füllschacht in Abhängigkeit von der Einstellung am Kontaktmanometer

Abbildung 9 zeigt den Einfluß der Einstellung auf die Kardenbandnummer für jeden einzelnen Füllschacht. Diese Kennlinien, die nur im theoretischen Idealfall übereinander liegen würden, ermöglichen Korrekturen in der Einstellung, um die Kardenbandfeinheit der einzelnen Schächte einander anzupassen. Bei der anschließenden Zusammenführung der Bänder auf einer Bandstraße kommt diesem Abgleichen der Bandnummer allerdings keine allzugroße Bedeutung zu, da die Unterschiede zwischen den Karden immer dieselben sind und sich die Gesamtvorlage an der Strecke somit nicht ändert. Neuerdings kann die Übereinstimmung der einzelnen Schächte untereinander trotzdem weiter verbessert werden, sodaß Korrekturen an den Kontaktmanometern nahezu überflüssig sind.

Polyester 3,3 dtex/60 roh.w.matt



Einstellung der Kontaktmanometer

- Karde 1
- Karde 2
- ▼ Karde 3
- ▽ Karde 4
- Karde 5
- Karde 6

Abb. 9: Einfluß der Kontaktmanometer auf die Kardenbandnummer

Bei der Arbeitsweise in Kannen dagegen und der anschließenden Vorlage an einem Streckensortiment mit zwei Passagen ist die Abstimmung der Bandfeinheit zwischen den Karde unbeding erforderlich, außer man setzt die Kannen systematisch vor, sodaß sich die Gesamtvorlage nicht ändert.

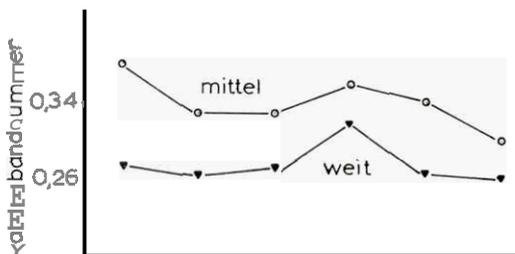


Abb. 10: Einfluß der Weite des Unterschachtes auf die Kardenbandnummer

Infolge der unterschiedlichen Bauschigkeit und Kompressibilität der Chemiefasertypen kann die jeweils gewünschte Bandnummer nicht allein durch die Einstellung der Kontaktmanometer erreicht werden. Vielmehr läßt sich der Bereich durch die Änderung der Schachtweite „möglich sind insgesamt fünf Stufen -noch erweitern.

In Abbildung 10 ist der Einfluß der Schachtweite auf die Kardenbandnummer dargestellt, wobei die Kontaktmanometer untereinander noch nicht auf die gleiche Bandfeinheit abgestimmt waren, worauf es hier auch nicht ankam. Als dritte Möglichkeit, die Kardenbandnummer zu verändern, sei schließlich noch die Veränderung des Verzugs genannt.

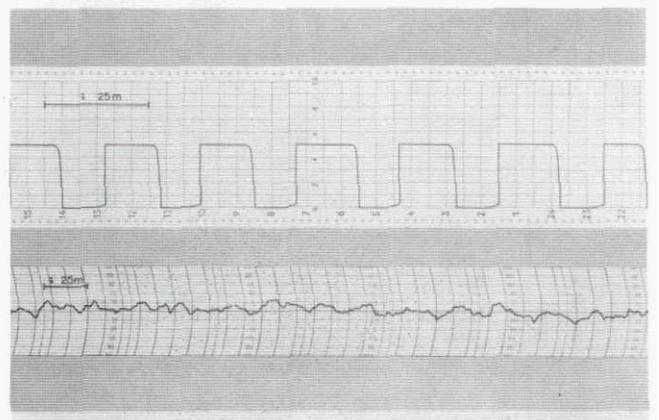


Abb. 11a: Förderintervalle im Unterschacht und Masseschwankungsverlauf (Uster-Inert-Diagramm) des Kardenbandes

Bedingt durch das Ein- und Ausschalten der Speisung in den Unterschacht entstehen zwangsläufig sogenannte Förderintervalle, das heißt, nach einer bestimmten Zeitdauer der Förderung tritt eine Pause ein. Als vorteilhaft erwies es sich bei unseren Untersuchungen, im Verhältnis 1:1 zu arbeiten, das heißt, Förderung und Pause etwa gleich lang zu halten. Wenn auch noch ein geringfügiger Einfluß der Förderintervalle auf die Masseschwankungen (Abb. 11a) feststellbar ist, so sind diese Schwankungen doch weit geringer als bei der Wickelvorlage.

Durch Vergleich der aus dem Uster-Diagramm entnommenen Abstände der Maxima und Minima mit den zu den Förderintervallen korrespondierenden Bandlängen wurde untersucht, ob zwischen diesen schwach periodischen Masseschwankungen im Kardenband und den Förderintervallen ein Zusammenhang besteht (Abb. 11b). Die Häufigkeitsdarstellungen der drei Merkmale zeigen eine Übereinstimmung im Längenbereich von ca. 20 bis 25 m.

Bedingt durch die Streuung der Förderintervalle und der möglichen Verschiebung einzelner Zonen unterschiedlicher Dichte beim Passieren der Karde, liegen mehrere Werte auch außerhalb dieses Längenbereichs.

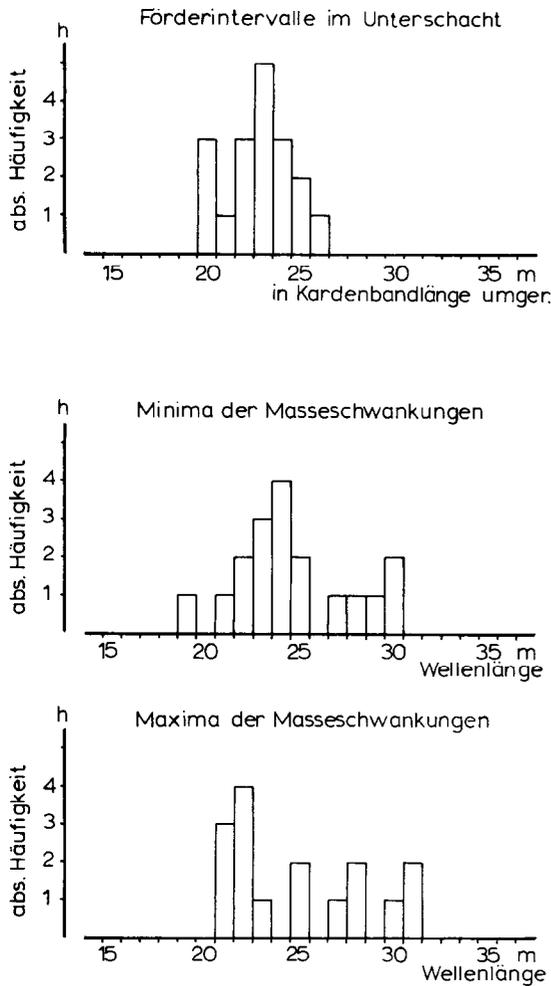


Abb.11b: Verteilung der Minima- und Maximaabstände der Masseschwankungen im Kardenband im Vergleich zu der Dauer der Förderintervalle am Unterschacht, umgerechnet in die korrespondierende Kardenbandlänge

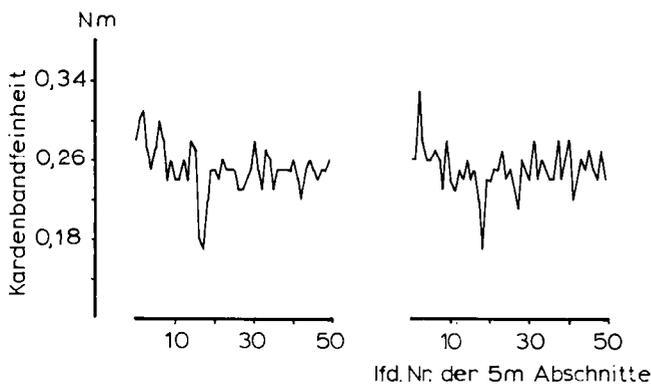


Abb. 12: Sortierungsschwankungen im Kardenband nach längerem Stillstand der Anlage (Anlaufstellen)

Weitere Untersuchungen galten dem möglichen Einfluß von längeren Stillständen auf die Kardenbandfeinheit. Abbildung 12 zeigt zwei Anlaufstellen nach einem zweitägigen Stillstand. Neben der Auswirkung auf die 5-Meter-Sortierung wurde auch ein Uster-Diagramm (inert) einer solchen Anlaufstelle aufgenommen und diese nach der ersten Streckenpassage mit und ohne Regulierung weiter verfolgt.

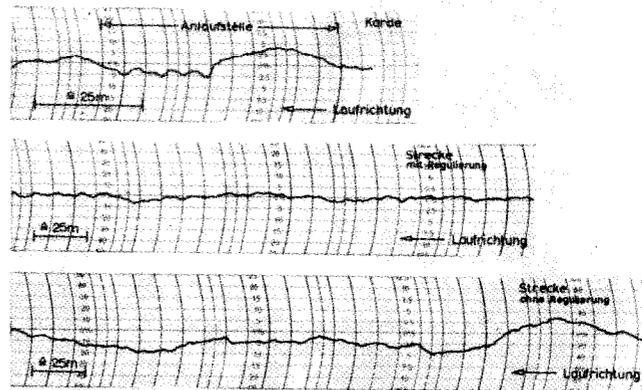


Abb. 13: Uster-Inert-Diagramm einer Anlaufstelle im Kardenband und deren Auswirkung auf das Streckenband mit und ohne Regulierung nach der ersten Passage

In Abbildung 13 ist der Masseschwankungsverlauf des Kar-

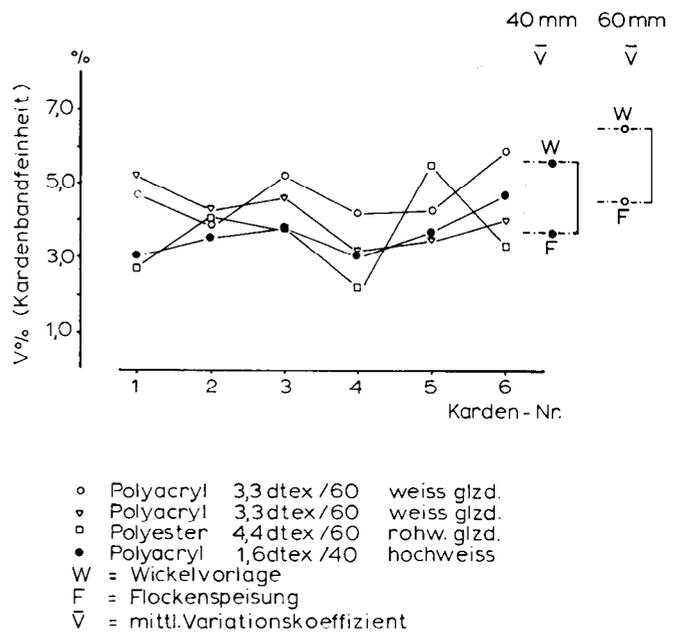


Abb. 14: Variationskoeffizienten der Kardenbandsortierung an der Flockenbeschickungsanlage bei verschiedenen Chemiefasertstoffen

denbandes sowie des unregelmäßigen und des geregelten Streckenbandes wiedergegeben. Im unregelmäßigen Band tritt die Anlaufstelle in schwach ausgeprägter Form noch in Erscheinung, im geregelten kann man sie dagegen praktisch als ausgeglichen betrachten.

Um eine Aussage über die Masseschwankungen im Kardenband zu erhalten, wurden an verschiedenen Chemiefaserstoffen 5-Meter-Sortierungen vorgenommen. Abbildung 14 zeigt die daraus errechneten Variationskoeffizienten von jedem einzelnen Flockenspeisungsaggregat bzw. von jeder Karde. Auf der rechten Seite des Diagramms sind die mittleren Variationskoeffizienten \bar{v} der Flockenspeisung im Vergleich zur Wickelvorlage aufgetragen. Die Werte wurden aus den Variationskoeffizienten der sechs Flockenspeisungsaggregate bzw. der sechs Wickel ermittelt. Aus der Abbildung geht hervor, daß die Flockenspeisung etwas gleichmäßigere Bänder liefert als die Wickelvorlage. Auch die beiden Uster-Inertdiagramme in Abbildung 15 weisen die gleiche Tendenz auf.

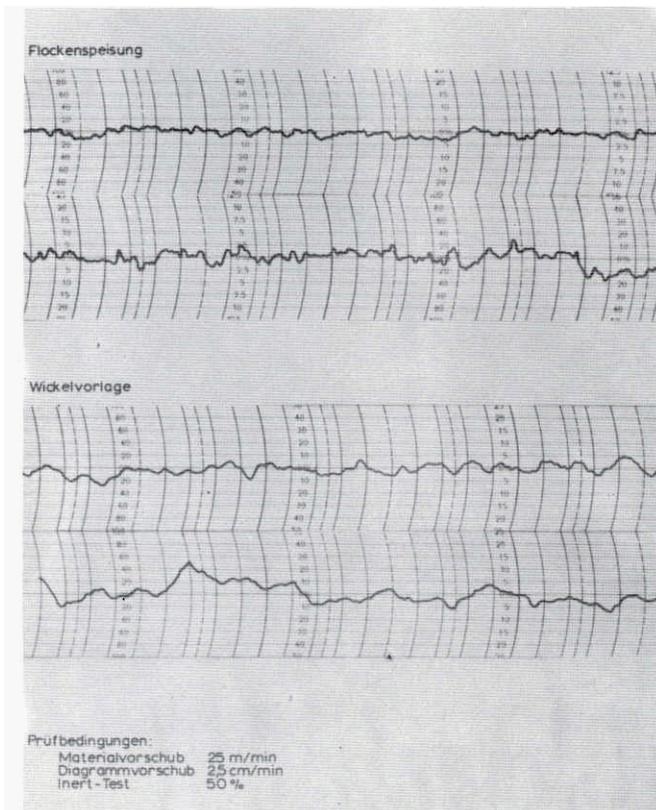


Abb. 15: Uster-Inert-Diagramme eines Kardenbandes von der Flockenbeschickungsanlage im Vergleich zur Wickelvorlage

d) Der Einfluß der Stiftwalze auf den Öffnungsgrad

Da die **Stiftwalze** zwischen Ober- und Unterschacht als zusätzliches Öffnungsorgan zu betrachten ist, interessierte der Vergleich zwischen dem Auflösungsgrad der Flocke im Wickel und dem an der **Flockenspeisung**. Für diese Untersuchungen wurde eine **Schwarzweißmelange** verwendet und



Abb. 16: Wickelwatte einer Schwarz-weiß-Melange

daraus ein Wickel, zum anderen eine Flockenvorlage hergestellt. Die Abbildungen 16 und 17 zeigen je eine Aufnahme davon. Es ist eindeutig zu erkennen, daß die zusätzliche Öffnungswalze den Auflösungsgrad positiv beeinflusst. Dadurch wird nicht nur die **Durchmischung** verbessert, sondern auch der Karde die **Auflösungsarbeit** erleichtert, was sich insbesondere bei Hochleistungskarden positiv auswirken dürfte.

4. Kopplung von Karde und Strecke

Der Kopplung der Karde mit der Strecke kommt - wie im einzelnen noch nachzuweisen sein wird - im Zusammenhang mit der **Häkchenrichtung** besondere Bedeutung zu. Eine Synchronisierung der beiden Maschinarten ohne Dazwischenschalten von Speichern ist bei Chemiefasern nicht zu empfehlen, im Hinblick auf die von Provenienz zu Provenienz unterschiedliche Kräuselung, auf den daraus resultierenden unterschiedlichen Rücksprung der Fasern und auf sonstige für den Abzug von Bändern maßgebende Eigenschaften dürfte die jeweilige Anpassung nicht einfach sein. An einen Speicher sind bestimmte Anforderungen zu stellen. So nun Beispiel das einwandfreie Abtasten der Füllhöhe, um ein Über- bzw. Leerlaufen zu verhindern. Bei Chemie-

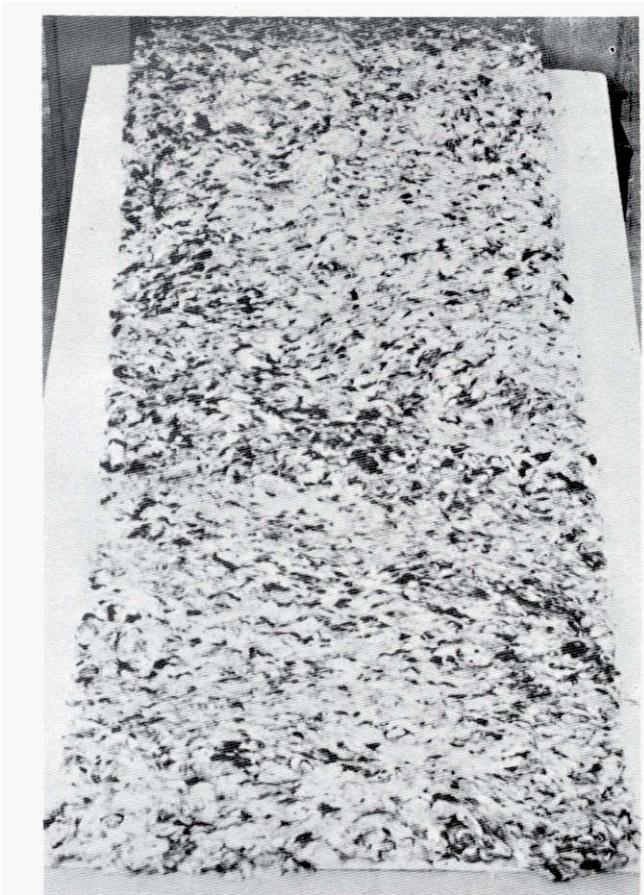


Abb. 17: Schwarz-weiß-Melange nach Passieren des Tritzschler-Füllschachtes

fasern ist dabei zu berücksichtigen, da die Bandsäule je nach Bauschigkeit des Fasermaterials einen unterschiedlichen Durchmesser haben kann und der Druck der Bandsäule zur Betätigung eines mechanischen Kippschalters unter Umständen nicht ausreicht. Hier lassen sich aber zweifellos mittels berührungsloser Füllstandsmeßgeber auch andere Lösungen finden, die selbst in extremen Fällen sicher ansprechen.

Die Antriebsfrage an der Karde bedarf bei der Kopplung mit der Strecke einer sorgfältigen Prüfung. Bei der Arbeitsweise mit Bandspeicher wird man wie dies auch bei der verwendeten Anlage der Fall ist Tambour und Abnehmer zweckmäßigerweise getrennt antreiben, und zwar letzteren mit einem polumschaltbaren Motor, um bei Gefahr eines Überlaufens des Speichers die Lieferung der Karde automatisch um einen bestimmten Betrag drosseln zu können.

5. Strecke

Beim Einpassagenverfahren ist die Frage nach der Regelung der Bänder besonders akut, da die vergleichmäßigende Wirkung der zweiten Streckenpassage mit ihren mindestens sechs Doublierungen fehlt. Schon die in Zusammenhang mit

der Flockenspeisung erwähnten Bandschwankungen nach längeren Stillständen lassen in Verbindung mit den sonst noch möglichen Abweichungen in der Kardenbandnummer eine Regelung als vorteilhaft erscheinen.

Folgende Fragen waren zu Uren:

- a) Reicht eine Streckenpassage ohne Regulierung bei Flockenspeisung an der Karde aus, um die Bandgleichmäßigkeit des konventionellen Zweipassagenverfahrens zu erreichen?
- b) Ist andernfalls das Einpassagenverfahren mit Regulierstrecke dem konventionellen Zweipassagenverfahren gleichwertig oder gar überlegen?

Zur Klärung dieser beiden Fragen wurden Streckenbandsortierungen mit den Abschnittslängen von 0,5, 1,5 und 20 m vorgenommen. Dabei erfolgte die Entnahme der Bandabschnitte unmittelbar hintereinander, das heißt, bei den erhalten Längenvariationskurven handelt es sich um CV-werte „innerhalb“. Auf diese Weise konnten sich eventuelle Nummernschwankungen auf die Streuung der kleinen Abschnittslängen weniger auswirken und der Einfluß der Regelung besser nachgewiesen werden.

Polyacryl 3.3dtex/60 weiss glzd.

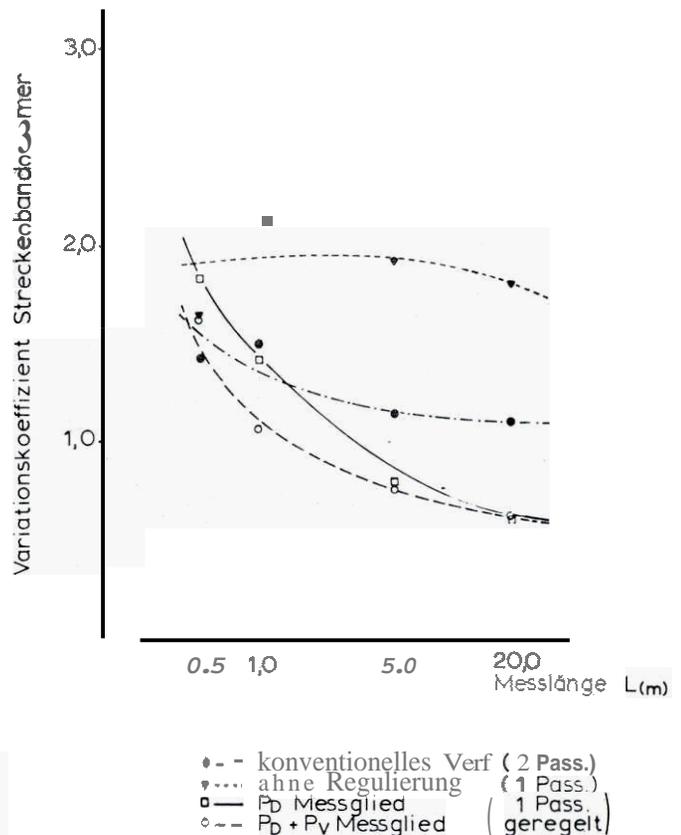
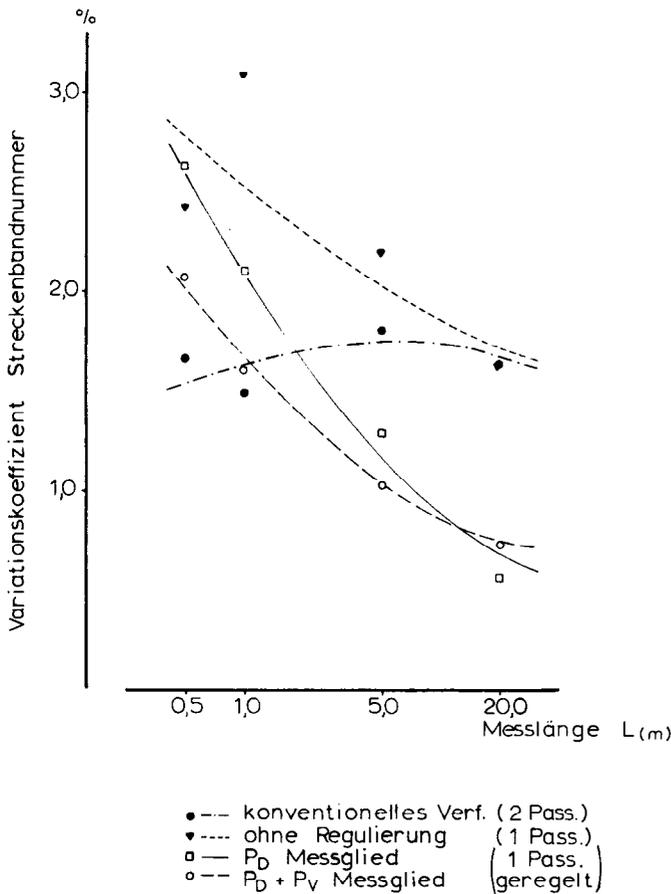


Abb. 18: Längenvariationskurven der Streckenbandsortierung

Polyacryl 1,6 dtex/40 hochweiss



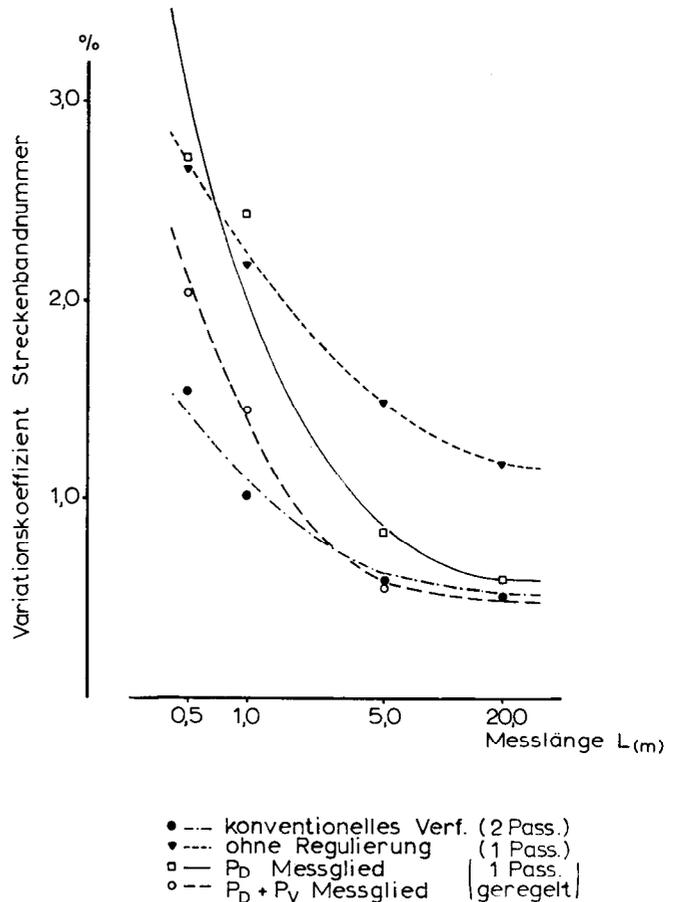
Bemühungen seitens der Maschinenhersteller zielen bekanntlich auf noch wesentlich höhere Liefergeschwindigkeiten hin, zum Beispiel durch Verlegung der Regeleinrichtung vor die Strecke, das heißt auf den Zuführtisch der Bänder.

Zusammenfassend sind die eingangs zum Kapitel der Regulierung gestellten Fragen wie folgt zu beantworten:

- Eine Streckenpassage ohne Regulierung reicht keinesfalls aus, um die Gleichmäßigkeit des konventionellen Zweipassagenverfahrens annähernd zu erreichen.
- Die Bandgleichmäßigkeit beim Einpassagenverfahren mit Regulierung ist im Vergleich zum Zweipassagenverfahren ohne Regulierung auf mittlere und größere Längen besser, auf kürzere Längen dagegen eher ungünstiger.

Abschließend sei noch auf einige besonders wichtig erscheinende Anforderungen an derartige Reguliereinrichtungen hingewiesen. Als erstes ist hier die *Langzeitstabilität* zu nennen, die innerhalb einer möglichst engen Toleranz liegen sollte. Zweitens wird eine *geringe Störanfälligkeit* der mechanischen und elektronischen Teile des Reguliersystems

Polyester 4,4 dtex/60 roh,glzd.



Die an verschiedenen Chemiefaserstoffen ermittelten Längenvariationskurven (Abb. 18, 19 und 20) zeigen, daß das Einpassagenverfahren ohne Regulierung insbesondere bei Sortierlängen > 1 m wesentlich ungünstiger liegt als mit Regulierung und als das konventionelle Zweipassagenverfahren. Bei 0,5 m Meßlänge übt das Durchzugskraftmeßglied (P_D) allein kaum einen Einfluß auf die Bandgleichmäßigkeit aus. Die Liefergeschwindigkeit von 120 m/min und die sogenannte *Regelzeit* lassen eine Regelung auf kurze Längen nicht zu. Durch Zuschalten des Verzugskraftmeßgliedes (P_D + P_V) wird die Ungleichmäßigkeit auf kürzere Längen etwas verbessert. Noch günstiger auf kürzere Längen verläuft die Längenvariationskurve des konventionellen Zweipassagenverfahrens. Auf größere Längen zeichnet sich allerdings der Vorteil der Regelung deutlich ab. Das Einpassagenverfahren mit Regulierung ist dem Zweipassagenverfahren in der Gleichmäßigkeit auf größere Längen zumindest gleichwertig, in den meisten Fällen überlegen.

Bei höheren Liefergeschwindigkeiten (z.B. 240 m/min) verschiebt sich der von der Regelung nicht mehr beeinflussbare Bereich zwangsläufig in Richtung der größeren Längen. Die

Abb. 20: Längenvariationskurven der Streckenbandsortierung

unerlässlich sein, und drittens sollte der Betriebspraktiker die Möglichkeit haben, die Meßeinrichtung auf ihre *Funktionsfähigkeit* und *Genauigkeit* überprüfen zu können bzw. gegebenenfalls zu eichen.

Bei den schwerwiegenden Folgen, die ein Weglaufen der Garnnummer haben kann, kommt dieser Forderung besondere Bedeutung zu. Aus der Sicht der betrieblichen Praxis wird man anstelle der bloßen Regelung einer kontrollierten Regelung den Vorzug geben müssen. Ob die Kontrolle der Regelung dabei durch Abwiegen der Kannen oder in irgend einer anderen Weise geschieht, sei hier dahingestellt.

6. Die Gestaltung der Vorspinnerei unter Berücksichtigung der Faserhäkchenrichtung

a) Allgemeines

Bei der Verkürzung des Spinnprozesses durch Einsparung von Streckenpassagen stellt sich vor allem die Frage nach dem Orientierungsgrad der Fasern im Vorgarn. Die nach der Karde vorwiegend in gekrümmter Form und in Wirrlage vorliegenden Fasern müssen gestreckt und möglichst in eine parallel zur Faserverbandachse verlaufende Lage gebracht werden. *Wegener* und *Peuker*⁹⁾ unterscheiden bei der Faserorientierung zwischen Streckungs- und Parallelisierungsgrad, die in einer engen Beziehung zueinander stehen, das heißt, der Verzug übt auf die Fasern eine streckende und gleichzeitig parallelisierende Wirkung aus.

Der Orientierungsgrad 0 wird definiert als

$$0 = \frac{I_{p,k}}{1} \cdot 100 (\%),$$

wobei $I_{p,k}$ = Projektion (Index p) der gekrümmten (Index k) Faserlänge auf die Faserverbandachse und

1 = vollkommen geradegerichtete und parallelisierte Faserlänge

bedeuten.

b) Bestimmung des Orientierungsgrades

Für die Bestimmung des Orientierungsgrades existieren verschiedene Meßmethoden, die in dem von *Wegener* und *Peuker*⁹⁾ erschienenen Buch „*Verkürzte Baumwollspinnerei*“ zusammengestellt sind. Zur Messung des Orientierungsgrades wurde bei unseren Untersuchungen die gravimetrische Methode nach *Lindsay*¹⁰⁾ gewählt.

Anhand der gefundenen Ergebnisse an zwei Faserstoffen (Abb. 21) sieht man, daß schon nach einer Streckenpassage ohne Laufrichtungswechsel des Kardenbandes ein hoher Orientierungsgrad erreicht wird. Beim konventionellen Zweipassagenverfahren liegt er nach der zweiten Streckenpassage kaum höher. Durch das Flyern werden bei beiden Verfahren Werte über 98 Prozent erzielt. Die Genauigkeit des Meßver-

fahrens ist bei Werten dieser Größenordnung bereits überfordert, sodaß es fragwürdig sein dürfte, bei einigen Prozenten Abweichung von echten Unterschieden zu sprechen. Hinzu kommt, daß die Kräuselung in das Meßergebnis eingeht und einen etwas niedrigeren Orientierungsgrad vortäuscht.

Orientierungs-Index nach Lindsay⁹⁾ in [%].

Material	Bandrichtung beim Messen	Karde	Einpassagenverfahren (Bandstrasse)	Zweipassagenverfahren (konventionell)	Flyer
Polyester 3,0/60	in Laufrichtung	94,9	96,6	97,1	> 98
Polyacryl 3,0·6,0/60	(Leithäkchen in Kärmmrichtung)	94,2	97,0	98,1	> 98
Polyester 3,0/60	gegen Laufrichtung	86,1	92,1	95,2	> 98
Polyacryl 3,0·6,0/60	(Schlepphäkchen in Kärmmrichtung)	86,3	93,6	96,0	> 98

Abb. 21: Orientierungsindex nach Lindsay

Auch *Wegener* und *Peuker*⁹⁾ kommen auf Grund der Ergebnisse zahlreicher Autoren zu der Schlußfolgerung, daß auf der ersten Streckenpassage der Orientierungsgrad am deutlichsten verbessert wird. Die faserorientierende Wirkung der nachfolgenden Verarbeitungsstufen, das heißt der zweiten Streckenpassage, des Flyers und der Ringspinnmaschine, hat als summarischer Betrag zwar eine gewisse Bedeutung, ist jedoch im einzelnen gesehen gering. Mit der Einsparung der zweiten Streckenpassage wird deshalb der Orientierungsgrad im Fertiggarn praktisch kaum verändert.

Auch *Perner* und *Petzold*¹¹⁾ (Abb. 22) haben das Problem der Faserorientierung bei der Direktspeisung der Strecke untersucht und bei der Verarbeitung von Baumwollbändern gefunden, daß die Direktspeisung gegenüber der Arbeitsweise mit Bandumkehr bei nur einer Passage einen Vorteil bringt. Sie unterscheiden außerdem den Einfluß der Verzugshöhe auf die Faserorientierung und fanden, daß

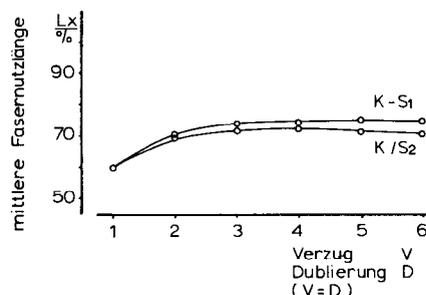


Abb. 22: Faserornutzlänge als Funktion von Verzug und Doublierung nach *Perner* und *Petzold*¹¹⁾

schon bei ca. dreifachem Verzug das Maximum der faserorientierenden Wirkung erreicht wird. Die bei den einzelnen Verarbeitungsstufen der Spinnerei üblicherweise angewandten Verzüge reichen demnach für die Faserorientierung vollkommen aus. Die Festlegung eines Mindestgesamtverzugs zwischen Karde und Ringspinnmaschine ist daher von der Faserorientierung her nicht erforderlich.

c) Faserhäkchen

Die Entstehung der Faserhäkchen, das heißt von Fasern mit umgebogenen Enden, ist schon vor längerer Zeit erkannt worden. *Martindale*¹²⁾ wies im Jahre 1947 darauf hin, daß im Kardenband Faserhäkchen mit entgegen der Laufrichtung zeigenden gekrümmten Enden überwiegen. Später erfolgte von mehreren Autoren die Unterteilung in *Schlepphäkchen* mit hinten, in *Leithäkchen* mit vorn befindlichem Haken und in *Doppelhäkchen* mit Haken vorn und hinten, sowie hakenfreie und verwirrte, nicht eindeutig definierbare Fasern.

Über die Entstehung der Faserhäkchen an der Karde und

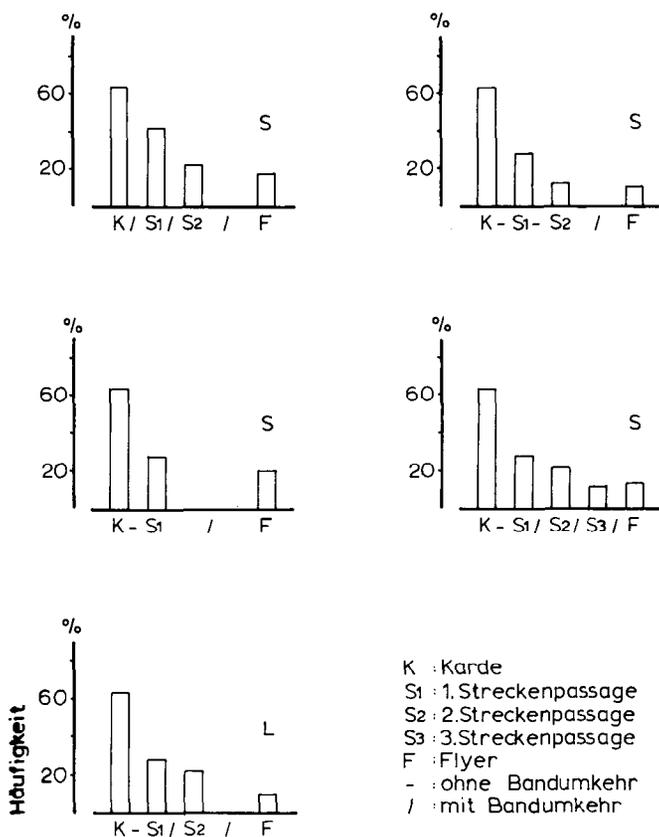
die verschiedenen Einflußgrößen existieren zahlreiche Veröffentlichungen, in denen zum Teil sehr widersprechende Ergebnisse gefunden und aus denen sogar Theorien abgeleitet wurden. Auch *Denkendorf* hat hierüber eingehende Untersuchungen durchgeführt, auf deren Ergebnisse hier im einzelnen jedoch nicht eingegangen werden soll.

Ausgehend von der Tatsache, daß im Kardenband unterschiedlich gerichtete Faserhäkchen vorhanden sind, soll vielmehr lediglich deren Abbau auf den nachfolgenden Verarbeitungsstufen untersucht werden. Zur Bestimmung der prozentuellen Anteile der einzelnen Häkchentypen diente dabei die *Spurenfasermessmethode* mit fluoreszierenden Fasern. Als zweckmäßig hat sich eine Beimischung von ca. 0,03 Prozent an mit optischem Aufheller behandelten Fasern erwiesen. Leider eignen sich dazu nur solche Chemiefaserstoffe, die ohne optischen Aufheller hergestellt wurden, sodaß diese relativ einfache Methode nur beschränkt anwendbar ist.

d) Häkchenabbau während des Verarbeitungsprozesses

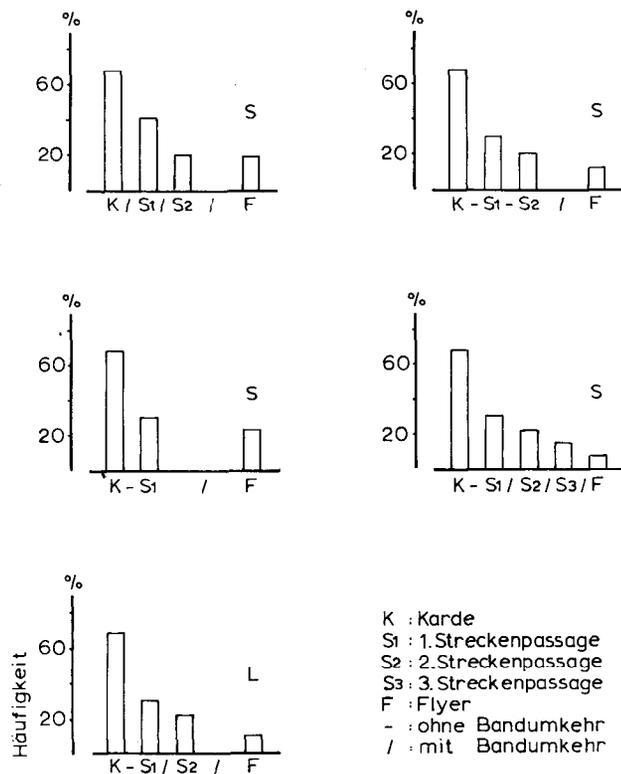
In den Abbildungen 23a und 23b sind die prozentuellen Anteile der an der Karde entstandenen Schlepphäkchen aufge-

Zellwolle 1,7dtex/40 rohweiss glzd.



S = an der Ringspinnmasch. als Schlepphäkchen
L = an der Ringspinnmasch. als Leithäkchen

Polyamid 3,1dtex/60 roh.w. matt



S = an der Ringspinnmasch. als Schlepphäkchen
L = an der Ringspinnmasch. als Leithäkchen

Abb.23a: Abbau der an der Karde entstandenen Schlepphäkchen an Strecke und Flyer in Abhängigkeit von verschiedenen Verarbeitungsverfahren

Abb.23b: Abbau der an der Karde entstandenen Schlepphäkchen an Strecke und Flyer in Abhängigkeit von verschiedenen Verarbeitungsverfahren

tragen, bzw. wie sie sich anteilmäßig von Passage zu Passage ändern. Die Untersuchungen wurden mit insgesamt fünf Varianten hinsichtlich Passagenzahl und Bandlaufrichtung durchgeführt. Der ersten Diagrammreihe lag das konventionelle Zweipassagenverfahren zugrunde mit jeweiliger Bandumkehr zwischen den Passagen. Die zweite Diagrammreihe zeigt die Ergebnisse von der teilautomatisierten Anlage mit nur einer Streckenpassage und direkter Kardenbandzuführung zur Strecke. Fügt man bei diesem Verfahren eine zweite Streckenpassage mit Bandumkehr zwischen der ersten und der zweiten Strecke hinzu, so erhält man die Ergebnisse, wie sie in der dritten Reihe angeführt sind. Das Verfahren in der vierten Reihe unterscheidet sich von dem in der dritten lediglich hinsichtlich der fehlenden Bandumkehr zwischen der ersten und der zweiten Passage. Das Verfahren in der letzten Reihe enthält eine zusätzliche dritte Streckenpassage mit Direktspeisung an der ersten Strecke und jeweiliger Bandumkehr zwischen der ersten und zweiten sowie der zweiten und dritten Strecke. Praktisch realisierbar sind nur die ersten drei Verfahren. Beim vierten ist die direkte Zuführung der Bänder an der zweiten Passage nicht ohne weiteres durchführbar, und das fünfte Verfahren ist zu aufwendig, obwohl es da und dort schon angewandt wurde.

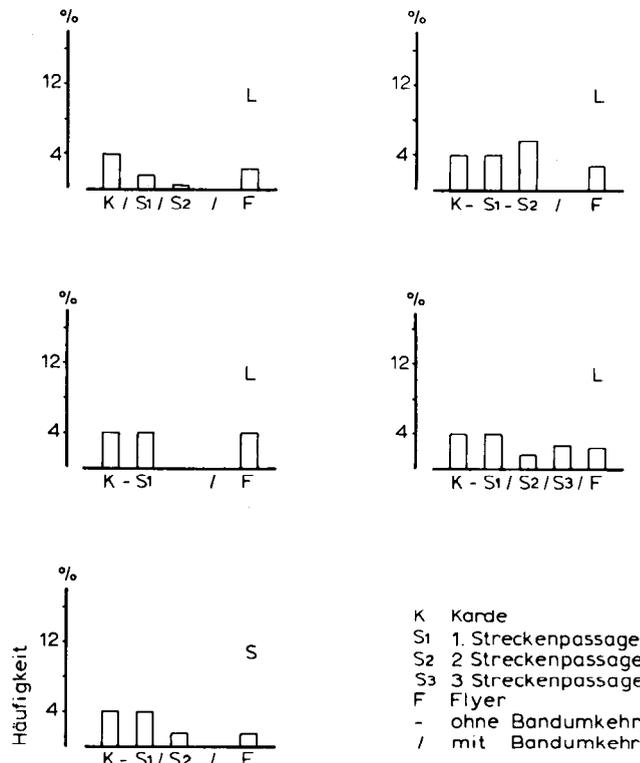
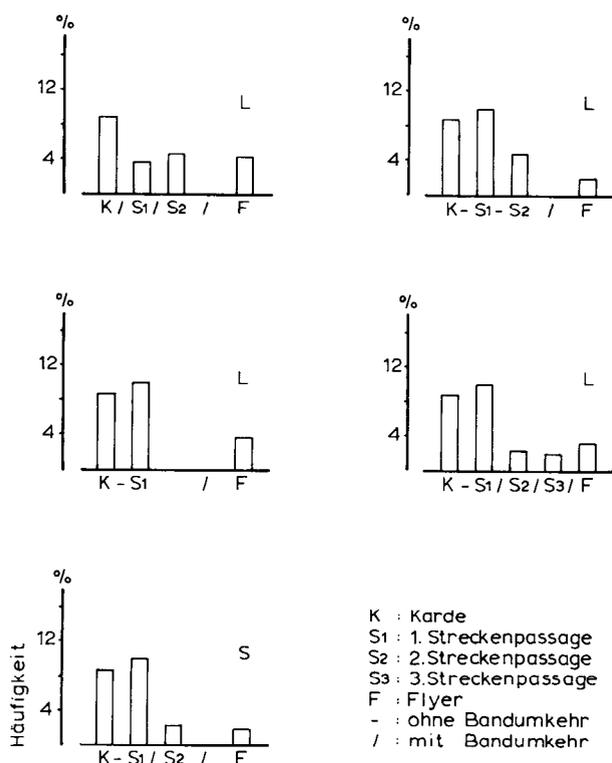
Beide untersuchten Faserstoffe, Zellwolle 1,7 dtex/40 mm wie Polyamid 3,1 dtex/60 mm weisen bei Direktspeisung der Kardenbänder an der ersten Passage eine stärkere Abnahme der Schlepphäkchen auf als bei Bandumkehr bzw. Vorlage als Leithäkchen, weil sie im letzteren Falle das Streckwerk als Leithäkchen passieren. Demnach ist es für die Auflösung der Häkchen nicht gleichgültig, in welcher Richtung die Häkchen in das Streckwerk einlaufen. Diese Feststellung deckt sich mit den an anderer Stelle mit Baumwolle gewonnenen Erkenntnissen.

Wie die Diagramme allgemein erkennen lassen, hat die erste Streckenpassage die größte geraderichtende Wirkung auf die Häkchen. Auf den nachfolgenden Passagen nimmt sie - je nachdem, ob die Häkchen überwiegend Schlepp- oder Leithäkchen sind - mehr oder weniger ab. Der Einfluß einer dritten Streckenpassage auf die Streckung der Häkchen ist auf alle Fälle nur gering.

Der im Flyervorgarn verbleibende Restanteil an vom Kardenband herrührenden Schlepphäkchen wird an der Ringspinnmaschine je nach Verfahren in Form von Schlepp- (S)

Zellwolle 1,7 dtex/40 rohweiss glzd.

Polyamid 3,1 dtex/60 rohweiss matt



S = an der Ringspinnmasch. als Schlepphäkchen
L = an der Ringspinnmasch. als Leithäkchen

S = an der Ringspinnmasch. als Schlepphäkchen
L = an der Ringspinnmasch. als Leithäkchen

Abb.24a: Abbau der an der Karde entstandenen Leithäkchen an Strecke und Flyer in Abhängigkeit von verschiedenen Verarbeitungsverfahren

Abb.24b: Abbau der an der Karde entstandenen Leithäkchen an Strecke und Flyer in Abhängigkeit von verschiedenen Verarbeitungsverfahren

oder Leithäkchen (L) vorgelegt. Wie aus verschiedenen Veröffentlichungen hervorgeht und auch unsere Untersuchungen bestätigen, kommt der „richtigen“ Vorlage des im Vorgarn befindlichen Restanteils an Faserhäkchen an der Ring-spinnmaschine besondere Bedeutung zu.

Demnach ließ das Verfahren in der dritten Reihe (Vorlage des Kardenbandes an der ersten Strecke ohne Bandumkehr und anschließende zweite Streckenpassage mit Bandumkehr) infolge des größeren Anteils an Leithäkchen von vornherein wesentliche Nachteile erwarten, was - wie noch zu zeigen sein wird - sich auch tatsächlich bestätigte.

Die Leithäkchen (Abb. 24), welche an der Karde in weit geringerem Maße entstehen als die Schlepphäkchen, werden von Passage zu Passage gleichfalls abgebaut. Auch hier kommt es auf die jeweilige Laufrichtung an. Wenn in einigen Fällen ein geringer Anstieg des Leithäkchenanteils sichtbar wird, so ist dies in erster Linie auf die teilweise Auflösung der Doppelhäkchen zurückzuführen, bei denen bevorzugt der hintere Haken geradegerichtet wird und die damit zu Leithäkchen werden. Bei den relativ niedrigen prozentualen Anteilen an Leithäkchen und der damit zusammenhängenden größeren Streuung stimmten verständlicherweise

die praktischen Ergebnisse nicht immer mit den theoretisch zu erwartenden überein. Hinzu kommt die Streuung des Meßverfahrens selbst, die die Unterschiede in der Größenordnung von einigen Prozent erst recht nicht gesichert erscheinen läßt.

In diesem Zusammenhang sei der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, daß nach unseren Beobachtungen aus geradegerichteten Fasern beim Verziehen vereinzelt auch wieder Fasern mit Häkchen entstehen können, einigen Vorversuchen zufolge 1 bis 2 Prozent. Für die Beurteilung der einzelnen Versuchsreihen bzw. des Häkchenabbaues von Verarbeitungsstufe zu Verarbeitungsstufe ist diese Feststellung wegen der geringen Größenordnung jedoch ohne Bedeutung.

Nach den Schlepp- bzw. Leithäkchen sind in Abbildung 25 die Anteile der gerichteten bzw. hakenfreien Fasern aufgezeichnet. Was den Einfluß der Laufrichtung anbetrißt, so findet man hier analoge Schlußfolgerungen wie bei der Darstellung der Schlepphäkchen, das heißt, die Zahl der geraden bzw. der hakenfreien Fasern nimmt in dem Maße zu, wie die Schlepphäkchen abnehmen. Erwartungsgemäß zeigt das Dreipassagenverfahren den höchsten Anteil an hakenfreien Fasern, das Einpassagenverfahren den niedrigsten.

Zellwolle 1,7 dtex / 40 rohweiss glzd.

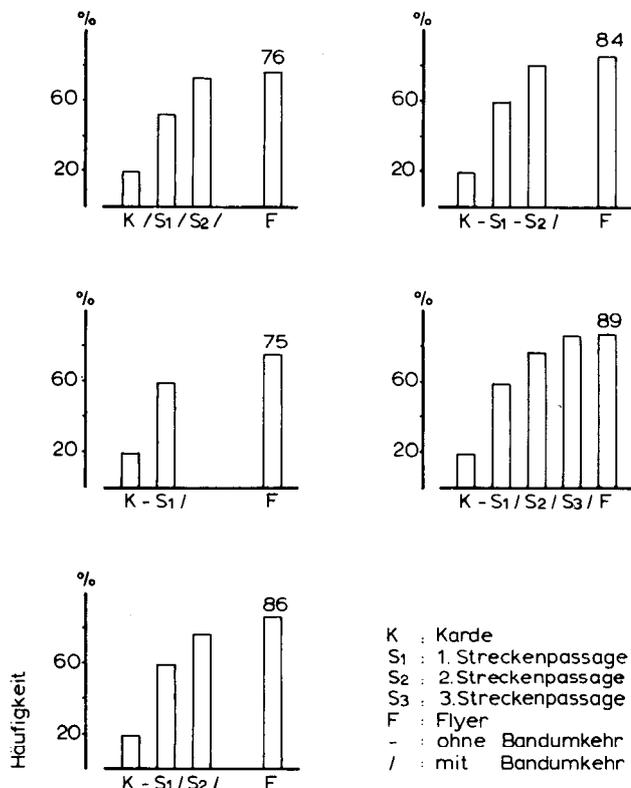


Abb.25a: Prozentueller Anteil der häkchenfreien Fasern in Abhängigkeit von verschiedenen Verarbeitungsverfahren

Polyamid 3j dtex/60 roh.w.matt

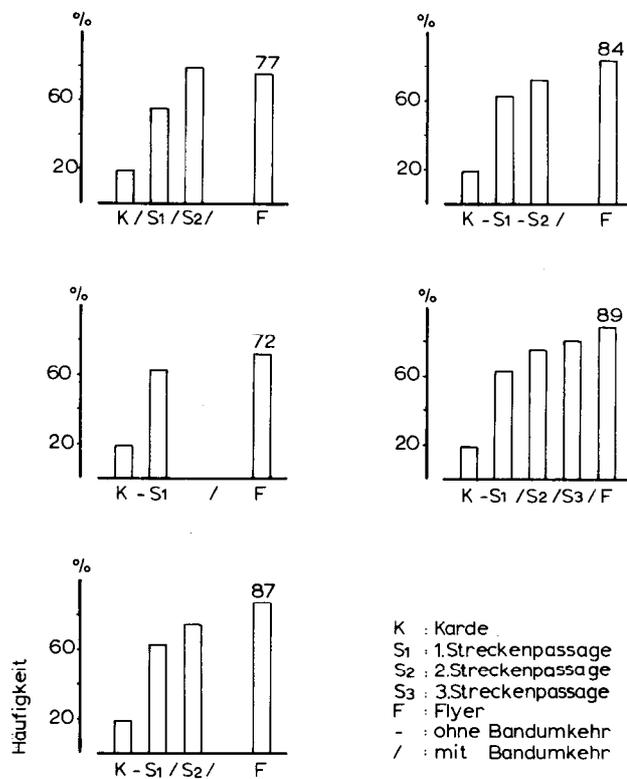
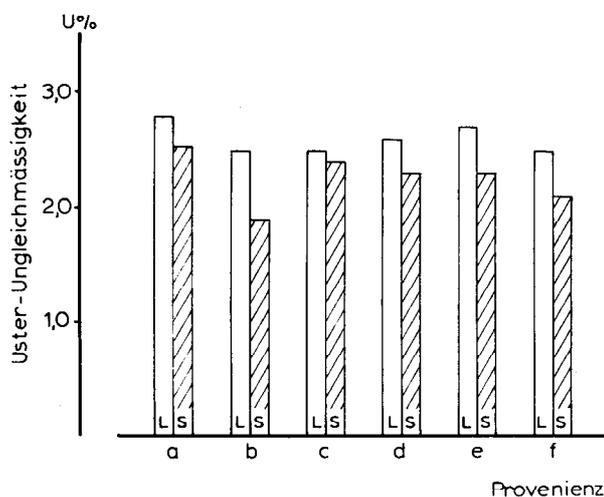


Abb.25b: Prozentueller Anteil der häkchenfreien Fasern in Abhängigkeit von verschiedenen Verarbeitungsverfahren

Es fällt auf, daß beim Verfahren in der dritten Reihe (mit Bandstraße, zwei Streckenpassagen und Bandumkehr zwischen der ersten und der zweiten Passage) die hakenfreien Fasern auf dem Flyer mehr als bei anderen Verfahren zunehmen, was auf die richtige Vorlage der vom Kardenband stammenden Schlepphäkchen am Flyer zurückzuführen ist. Leider kommt dieses Verfahren in der Praxis nicht in Betracht, da auf der Ringspinnmaschine der noch vorhandene Rest an Schlepphäkchen als solche vorgelegt werden sollte, was hier jedoch eine Direktspeisung vom Flyer zur Ringspinnmaschine erforderlich machen würde. Am Flyer kann deshalb stets nur mit „falscher“ Häkchenrichtung gearbeitet werden. Seine hakenauflösende Wirkung ist daher nur gering und kann auch durch eine Erhöhung des Verzugs nicht wesentlich gesteigert werden. Aus dieser Überlegung heraus bietet die Doublierung am Flyer, die außerdem mit der schwierigen Handhabung bei der Kannenvorlage verbunden ist, keinen Vorteil.

e) Der Einfluß der Faserhäkchenrichtung auf die Streckenbandgleichmäßigkeit

Der hohe Anteil an Schlepphäkchen im Kardenband und der von verschiedenen Autoren gefundene Einfluß auf die Verzugskraft veranlaßte uns, den Einfluß der Häkchenrichtung auf die kurzwelligen Masseschwankungen des Streckenbandes zu untersuchen.



a =	Polyacryl	3,3 dtex/60	weiss
b =	Polyacryl	3,3+67 dtex/60	weiss glzd.
c =	Polyamid	3,1 dtex/60	weiss glzd.
d =	Polyamid	3,1 dtex/60	roh.w. matt
e =	Polyester	4,4 dtex/60	roh.w. glzd.
f =	70% Polyacryl 30% Polyamid	3,3 dtex/60 3,1 dtex/60	h'matt schwarz matt

L = mit Bandumkehr (Leithäkchen-Vorlage)
S = ohne Bandumkehr (Schlepphäkchen-Vorlage)

Rein geometrisch kann jede mit einem Häkchen behaftete Faser als kürzer angesprochen werden und sich wegen der geringen Führung ähnlich wie eine schwimmende Faser verhalten. Wenn dies so ist, würde ein höherer Anteil an Häkchen den Verzugsvorgang ungünstig beeinflussen und zu einem Anstieg der Masseschwankungen im Streckenband führen.

Um diese Theorie nachzuprüfen, wurde bei den in Abbildung 26 angeführten Chemiefaserprovenienzen die Bandgleichmäßigkeit nach der ersten Streckenpassage untersucht, einmal mit Bandumkehr und im Vergleich dazu auch ohne dieselbe. Im ersten Falle gelangten die an der Karde gebildeten Schlepphäkchen (S) als Leithäkchen (L), im zweiten Falle als Schlepphäkchen (S) in das Verzugfeld der Strecke. Selbstverständlich wurden die Kardenbänder für diese Untersuchungen jeweils von ein und derselben Karde entnommen und der Versuch mehrere Male wiederholt, um Einflüsse jeglicher Art zu eliminieren.

Die Ergebnisse zeigen in allen Fällen günstigere Gleichmäßigkeitswerte bei Vorlage der Bänder ohne Bandumkehr. Das bedeutet, daß Schlepphäkchen den Verzugsvorgang weniger beeinträchtigen als Leithäkchen und dadurch geringere Masseschwankungen im Band entstehen. Dabei wurden in einigen Fällen Uster-Werte erzielt, wie sie beim konventionellen Verfahren erst nach zwei Passagen erreichbar sind. Diese Erkenntnis ist deshalb wichtig, weil keines der bekannten Reguliersysteme die Ungleichmäßigkeit der Streckenbänder gerade in diesem sehr kurzwelligen Bereich zu beeinflussen vermag.

f) Der Einfluß der Häkchenrichtung auf die Verzugskraft

In der Literatur wird über Messungen an Baumwollbändern berichtet, wonach bei der Vorlage von Schlepphäkchen die Verzugskraft höher sei. Es interessierte deshalb, ob auch bei Chemiefasern die Häkchenrichtung die Verzugskraft beeinflusst. Die Untersuchungen erfolgten an Kardenbändern nach der Methode der statischen Haftkraftmessung und an Flyervorgarn mit einem Verzugskraftmeßgerät^{13, 14}. Bei der Bestimmung der Haftkraft an den Kardenbändern wurde die Einspannlänge der Schnittlänge so weit wie möglich angenähert, um die Verhältnisse beim Walzenverzug wenigstens ungefähr zu reproduzieren. Nach dieser statischen Meßmethode war kein Einfluß der Häkchenrichtung auf die Haftkraft zu verzeichnen.

Auch auf dem Verzugskraftmeßgerät wurden weder bei „richtiger“ (Schlepp-) noch bei „falscher“ (Leit-) Häkchenlage im Vorgarn Unterschiede in der Verzugskraft festgestellt. Dies war bei einem Häkchenanteil von nur ca. 20 Prozent im Vorgarn auch nicht zu erwarten, nachdem im Kardenband selbst ein Häkchenanteil von 60 bis 70 Prozent auf die Haftkraft ohne Einfluß blieb. Im übrigen wäre die Verzugskraft ohnehin von untergeordneter Bedeutung, da mit den heutigen Streckwerksbelastungen auch höhere Verzugskräfte ohne weiteres zu beherrschen sind.

Abb. 26: Uster-Ungleichmäßigkeit an der ersten Streckenpassage in Abhängigkeit von der Laufrichtung des Kardenbandes

g) Der Einfluß der Hähchenrichtung auf die Garnhaarigkeit

Zur Bestimmung des Einflusses der Hähchenrichtung auf die Haarigkeit der Garne wurde von den verschiedenen Chemiefaserstoffen mit 40 oder 60 mm Schnittlänge jeweils nach vier Verarbeitungsverfahren Garne ausgesponnen.

Bezeichnung	Vorlage an der Ringspinnmaschine als:
K - S 1 / F / RM	Schlepphähchen
K / S 1 / F / RM	Leithähchen
K / S 1 / S 2 / F / RM	Schlepphähchen
K - S 1 / S 2 / F / RM	Leithähchen

Um Unterschiede maschineller Art zu eliminieren, erfolgte die Ausspinnung der Vergleichsarne von der Karde bis zur Ringspinnmaschine über ein und dieselben Maschinen bzw. Spindeln, ja sogar mit ein und denselben Läufem.

Zur Prüfung der Garnhaarigkeit diente das Pilosimeter I.T.F. C.R.I.T.E.R. Weder beim Zweipassagenverfahren noch beim Einpassagenverfahren waren Unterschiede zwischen der richtigen und der falschen Hähchenrichtung festzustellen.

len. Offenbar ist die Anzahl der Hähchen im Vorgarn zu gering, um sich gegenüber den zahlreichen sonstigen Einflüssen auf das Merkmal Garnhaarigkeit nennenswert auszuwirken. Selbst wenn ein geringer Einfluß vorhanden wäre, würde dessen Nachweis durch die maschinell und meßtechnisch bedingte Streuung sicher schwer zu erbringen sein. Auch zwischen dem konventionellen Zweipassagenverfahren und dem Einpassagenverfahren mit Bandstraße waren keine Unterschiede in der Garnhaarigkeit festzustellen.

h) Der Einfluß der Faserhähchenrichtung auf die Laufeigenschaften an Spinn- und Spulmaschinen sowie auf die Garnqualität

Für die optimale Gestaltung der Vorspinnerei hinsichtlich Passagenzahl, Doublierung und Bandlaufrichtung sind letztlich als maßgebende Kriterien die Laufeigenschaften an der Ringspinnmaschine und Spulmaschine sowie die Garneigenschaften entscheidend. Es wurden deshalb systematische Versuchsreihen mit einer, zwei und teilweise drei Streckenpassagen unterschiedlicher Bandlaufrichtung und einfacher bzw. zweifacher Doublierung am Flyer angesetzt. Zur Veranschaulichung der Ergebnisse mögen - was den Faserstoff

Gleichmäßigkeit, Reinheit, Fadenbruchzahlen
Zellwolle 1,7dtex/40 rohweiss glzd. Nm 70

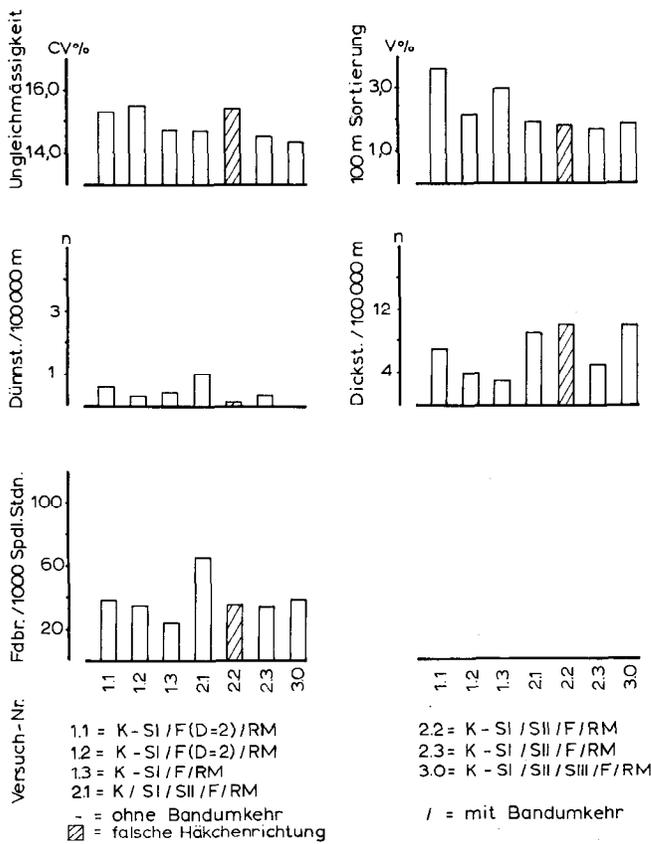


Abb.27a: Einfluß verschiedener Verarbeitungsverfahren auf Gleichmäßigkeit und Reinheit der Garne sowie auf die Fadenbrüche an der Ringspinnmaschine

Gleichmäßigkeit, Reinheit, Fadenbruchzahlen
Polyacryl 3,7+6,7dtex/60 (70:30) weiss glzd. Nm 40

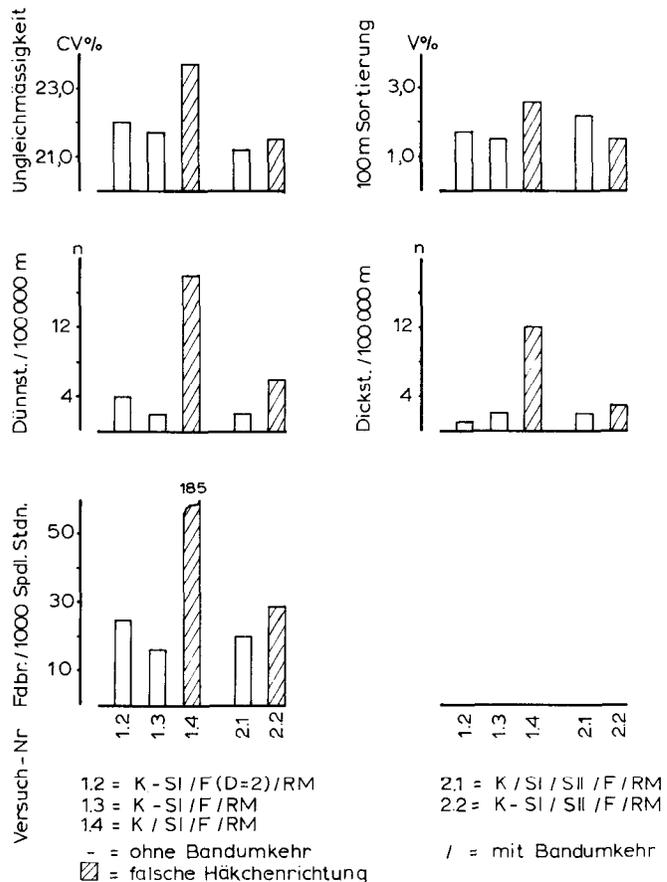


Abb.27b: Einfluß verschiedener Verarbeitungsverfahren auf Gleichmäßigkeit und Reinheit der Garne sowie auf die Fadenbrüche an der Ringspinnmaschine

bzw. die Garnkonstruktion betrifft - zwei typische Beispiele dienen, die in ihrer gegensätzlichen Aussage für Chemiefasergarne sicher charakteristisch sind.

In dem einen Falle handelt es sich um Zellwolle 1,7 dtex/40 mm glzd., die zu einem Garn Nm 70 ausgesponnen wurde (86 Fasern im Garnquerschnitt). In dem anderen Fall wurde eine Polyacrylfasermischung 3,7 + 6,7 dtex/60 mm, 70:30 glzd. zu Garn Nm 40 ausgesponnen (59 Fasern im Querschnitt).

Das Vorgarn aus den einzelnen Versuchsteilen wurde an der Ringspinnmaschine gleichzeitig aufgesteckt und nach Auslauf der ersten Spulenaufsteckung die Spindelgruppen nach einem festgelegten Schema vertauscht, um den Einfluß eventuell vorhandener Unterschiede zwischen den Spindeln zu eliminieren. Die Fadenbruchaufnahmen erstreckten sich über ca. 4000 Spindelstunden. Die Garne wurden auf einer Zugfestigkeitsprüfmaschine untersucht und dabei Reißdehnung und Reißkraft, deren Variationskoeffizienten sowie die Reißlänge bestimmt. Die Prüfung der Garngleichmäßigkeit erfolgte auf einem Uster-Gerät mit automatischem Integrator. Außerdem wurde der Variationskoeffizient der 100 m-Sortierung bestimmt und am Autoconer die Anzahl der Dünn- und Dickstellen registriert. Letztere beziehen sich

auf die gesamte ausgesponnene Garnmenge, das heißt pro Versuchsteil auf ca. 100 bis 120 kg.

Zunächst zur Zellwolle:

Zellwolle 1,7 dtex/40 mm glzd., Nm 70

- 1.1 K - S 1 / F (D = 2) /RM (ohne Regulierung)
 - 1.2 K - S 1 / F (D = 2) /RM (mit Regulierung)
 - 1.3 K - S 1 / F /RM (mit Regulierung)
 - 2.1 K / S 1 / S 2 / F /RM (ohne Regulierung)
 - 2.2 K - S 1 / S 2 / F /RM (ohne Regulierung)
 - 2.3 K - S 1 - S 2 / F /RM (ohne Regulierung)
 - 3.0 K - S 1 / S 2 / S 3 /RM (ohne Regulierung)
- (- = ohne Bandumkehr) (/ = mit Bandumkehr)

In den Abbildungen 27 und 28 sind die Ergebnisse graphisch dargestellt. Die Zellwolle lief zunächst so gut, daß die Zahl der Fadenbrüche für irgendwelche Aussagen einfach zu gering war. Erst nach Anheben der Spindeltourenanzahlen über das normale Maß hinaus wurden Fadenbrüche in brauchbaren Größenordnungen registriert, wie sie im Diagramm ver-

Festigkeit und Dehnung

Polyacryl 3,7+6,7 dtex / 60 (70:30) weiss glzd.
Nm 40

Festigkeit und Dehnung

Zellwolle 1,7 dtex/40 rohweiss glzd. Nm 70

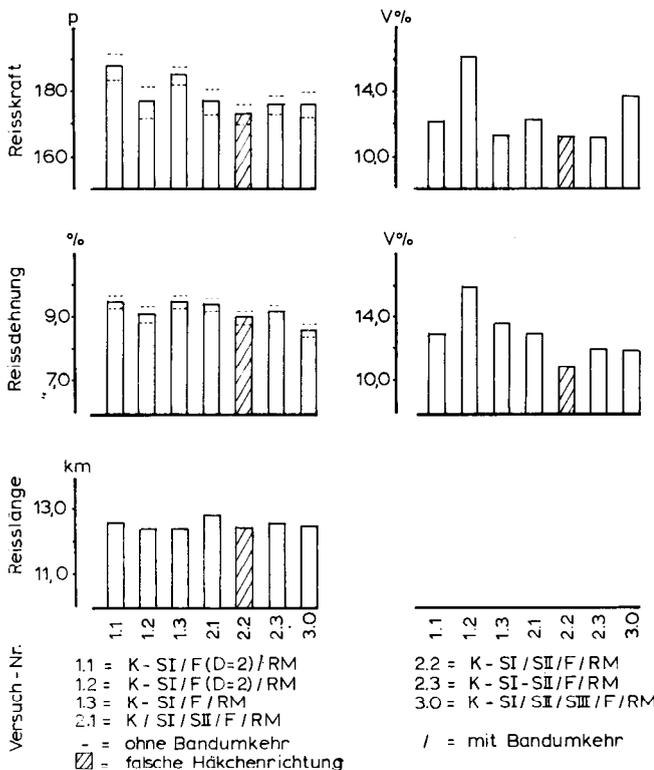


Abb.28a: Einfluß von verschiedenen Verarbeitungsverfahren auf die dynamometrischen Eigenschaften der Garne

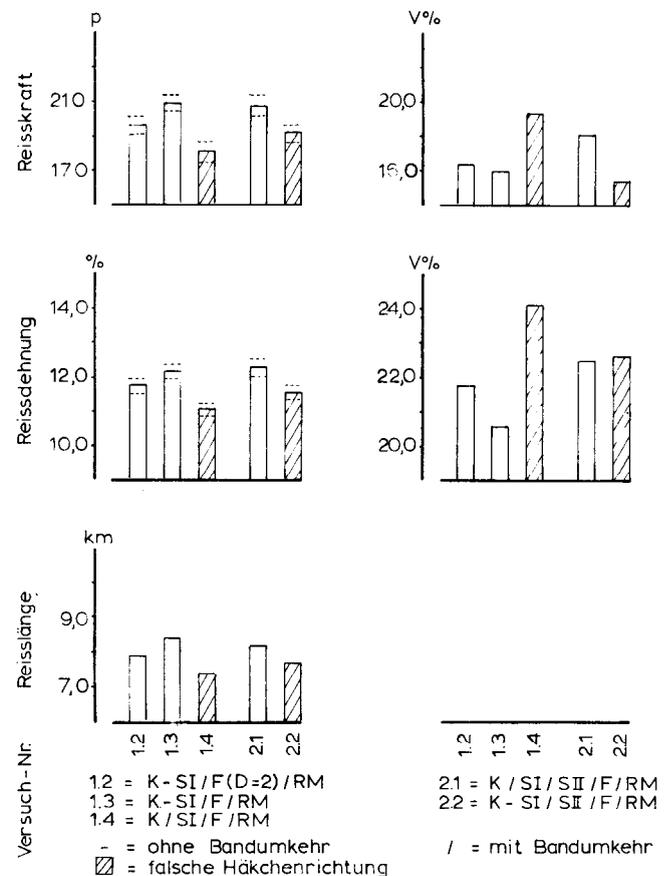


Abb.28b: Einfluß von verschiedenen Verarbeitungsverfahren auf die dynamometrischen Eigenschaften der Garne

zeichnet sind. Eine Tendenz über den Einfluß der Häkchenrichtung läßt sich daraus nicht ablesen. Auch zwischen den einzelnen Verfahren sind keine markanten Unterschiede festzustellen. Das gleiche gilt auch für die Garnmerkmale Reißfestigkeit, Reißdehnung, Gleichmäßigkeit und Reinheit. Anders verhielt sich dagegen die bezüglich der Faserzahl im Querschnitt kritische Ausspinnung mit Polyacrylfasergarn Nm 40. Hier wurden fünf Verfahren einander gegenübergestellt:

Polyacryl 3,7 + 6,7 dtex/60 mm (70:30) glzd., Nm 40

1.1	K - S 1 / F (D = 2)	/RM (mit Regulierung)
1.2	K - S 1 / F	/RM (mit Regulierung)
1.3	K / S 1 / F	/RM (mit Regulierung)
2.1	K / S 1 / S 2 / F	/RM (ohne Regulierung)
2.2	K - S 1 / S 2 / F	/RM (ohne Regulierung)
	(- = ohne Bandumkehr)	(/ = mit Bandumkehr)

Beim Einpassagenverfahren ist bei sämtlichen Merkmalen der Einfluß der Häkchenrichtung deutlich zu erkennen. Die Fadenbruchzahl liegt bei der falschen Häkchenrichtung zehnmal höher als bei der richtigen, und Reißkraft wie Reißdehnung sind um ca. 15 bzw. 12 Prozent niedriger. Die Garnungleichmäßigkeit und die Anzahl der am Autoconer registrierten Dünn- und Dickstellen zeigen gleichfalls deutlich ungünstigere Werte.

Beim Zweipassagenverfahren sind die Unterschiede zwischen falscher und richtiger Häkchenrichtung zwar noch zu erkennen, der Einfluß ist jedoch deutlich geringer als beim Einpassagenverfahren. Die Merkmale Reißkraft und Reißdehnung weisen gesicherte Unterschiede auf, bei den Kriterien Ungleichmäßigkeit, Dünnstellen, Dickstellen und Fadenbrüchen ist dies dagegen nur der Tendenz nach der Fall.

Die Doublierung am Flyer brachte keinen Vorteil. Im kurzwelligen Bereich ist dies vermutlich auf den durch die zweifache Doublierung erforderlichen hohen Verzug im Flyerstreckwerk zurückzuführen und im langwelligen auf die durch die Regulierstrecke bewirkte ohnehin schon gute Nummernhaltung.

Insgesamt haben die Untersuchungen an den zwei gegensätzlichen Chemiefasergarnen somit ergeben, daß der viel diskutierten Häkchentheorie bei bestimmten Faserstoffen bzw. Garnkonstruktionen mehr, bei anderen wieder weniger Bedeutung zukommt. Wenn von dem Einfluß der Häkchenrichtung auf die Laufverhältnisse bzw. auf die Garnqualität die Rede ist, muß man deshalb bei der Chemiefaserverspinnung sehr wohl differenzieren. Aus diesem Grunde ist es auch nicht möglich, für Chemiefasergarne bei Einsatz der Automatiklinie mit nur einer Streckenpassage allgemeingültige Ausspinnungsgrenzen anzugeben.

Was die Gestaltung der Vorspinnerei betrifft, so kommen als Fazit aus den durchgeführten Untersuchungen beim heutigen Stand der Entwicklung praktisch nur folgende zwei Verfahren in Betracht:

1) das konventionelle Zweipassagenverfahren mit jeweiligem Bandrichtungswechsel zwischen den einzelnen Verarbeitungsstufen und

2) das Einpassagenverfahren mit direkter Bandzufuhr von der Karde zur Strecke und kontrollierter Regelung.

Beide Verfahren sind bei den untersuchten Faserstoffen Zellwolle 1,7 dtex/40 mm glzd. und Polyacryl 3,3 + 6,7 dtex/60 mm glzd. als gleichwertig zu betrachten. In einigen Fällen weist das Einpassagenverfahren bei zwar guten Laufverhältnissen an der Ringspinnmaschine doch ein etwas ungünstigeres Fadenbruchverhalten auf. Der endgültige Abschluß der Untersuchungen bleibt hier noch abzuwarten.

7. Schlußfolgerungen und Ausblick

Lassen Sie mich abschließend zu dem gestellten Thema noch einige Bemerkungen mehr grundsätzlicher Natur anfügen, die mir aus der Sicht des Technologen wichtig erscheinen.

Was zunächst den Verarbeitungsweg vom Ballen bis zum Kardenband anbetrifft, so ist dieser Prozeß einmal dadurch automatisierbar, daß man die verschiedenen Maschinen nach entsprechender Anpassung durch Rohrleitungen oder andere Transportsysteme einfach verbindet. Die Maschinen bleiben in ihrer Grundkonzeption als solche erhalten. Gegen diese zweifellos naheliegende Methode der Automatisierung ist bei entsprechender Partiegröße nichts einzuwenden, das heißt, daß erstens die Ausfallzeit durch das erforderliche gründliche Putzen bei Partiewechsel gegenüber der Gesamtlaufzeit so klein sein muß, daß die Wirtschaftlichkeit dadurch nicht beeinträchtigt wird, und zweitens, daß die Anzahl der jeweils gleichzeitig bzw. überlappend vorgelegten Ballen ausreichen muß, um etwaige Unterschiede in der Farbauffinität auszugleichen. Legt man bei der Chemiefaserverarbeitung zwölf Ballen zugrunde, so würde eine Kleinstanlage dieser Art aus beispielsweise zwei Zupfern mit je vier Zupfstellen, einer Schlagmaschine und sechs bis zwölf Hochleistungskarden bestehen. Daß eine solche Anlage, die eine Stundenleistung von 200 bis 220 kg erbringt und folglich je nach Garnnummer zehn bis hundert Ringspinnmaschinen versorgen kann, für einen Verkaufsspinner mit einer Vielzahl von Sortimenten keine befriedigende Lösung darstellt, liegt auf der Hand.

Es erhebt sich daher die Forderung, die Automation des Spinnereivorwerks noch auf eine andere Art zu verwirklichen, welche der Beschickung kleiner Sortimente eher angepaßt ist. Will man sich eine gewisse vom Markt oder von der Mode gebotene Beweglichkeit bewahren, so wird man sich bis zu einem bestimmten Grade davon frei machen müssen, die Automatisierung sozusagen zwangsläufig immer im Zusammenhang mit großen Partien zu sehen. Eine solche Alternative zum automatisierten Vorwerk mit der erwähnten Stundenleistung von mindestens 200 kg bietet sich dadurch, daß man die Zupf- und die Schlagstelle an die Karde verlegt und so aus drei Verarbeitungsstufen, die hinsichtlich ihrer Produktionshöhe bei kleinerer Stundenleistung nicht in Einklang zu bringen sind, eine einzige macht.

Dieser Gedanke wird umso interessanter, je weiter die Leistung der Karde in Zukunft noch gesteigert werden kann, bzw. die Produktion einer Einzelkarde für die Beschickung kleinerer Ringspinnsortimente ausreicht. In den USA ist die-

ser Gedanke bekanntlich schon mehrfach in die Tat umgesetzt worden (Abb. 29).

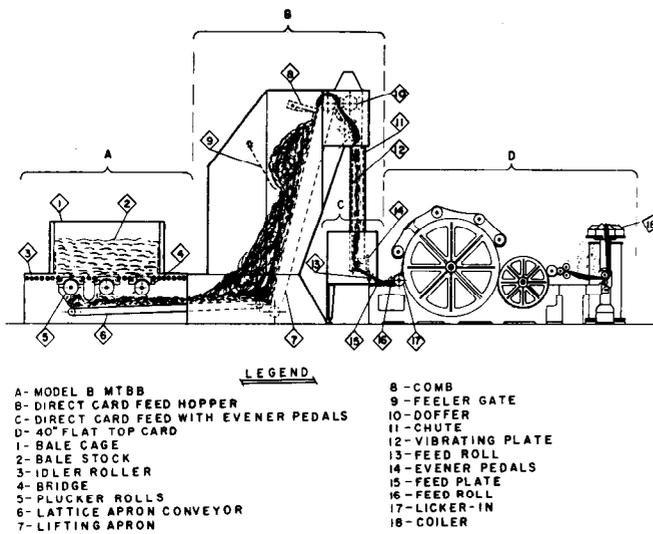


Abb. 29: Kombination von Öffner und Karde (J. Hunter Machine Company)

Eine zwingende Voraussetzung ist allerdings damit verbunden, nämlich die nach der Beschickung derartiger Karden (die man vielleicht am treffendsten als *Kombikarden* bezeichnen könnte) mit vorgemischten Ballen, und zwar sowohl bei Reinverspinnung, wo es um den Ausgleich eventuell vorhandener Farbauffinitätsunterschiede geht, wie erst recht bei echten Mischungen mit vorgeschriebenen Prozentsätzen. Derartige "preblended" Ballen sind ja bei der Baumwolle schon lange im Gespräch, bei Chemiefasern jedoch meines Wissens kaum eingeführt.

Ein weiterer kritischer und immer wieder zur Diskussion stehender Punkt ist die Kopplung von Karde und Strecke, denn die Liefergeschwindigkeit der Strecke erhält durch die erforderliche Regelung eine unerwünschte Begrenzung nach oben. Selbst wenn sich die Geschwindigkeit an der Strecke in Zukunft noch erhöhen ließe und man durch Reduzieren der mit einer Strecke gekoppelten Karden, beispielsweise von sechs auf vier, eine gewisse Anpassung erreichen könnte, werden die Hochleistungskarden eines Tages doch mehr produzieren, als eine Strecke abzuziehen vermag. Der Alternativlösung, nämlich der Ablieferung der Kardenbänder in große Kannen und Vorlage derselben an der Strecke, muß deshalb auf die Dauer die größere Chance eingeräumt werden, auch wenn diese Arbeitsweise wegen der Hakenrichtung zwei Passagen erfordert; es sei denn, man würde eine technische Lösung finden und seitens der Spinner auch akzeptieren, bei der die Kardenkannen um 180° gekippt und die Kardenbänder also ohne Laufrichtungswechsel der Strecke vorgelegt werden können. Während die Hochleistungs-

karde - geeignete Garnituren vorausgesetzt - noch eine wesentliche Steigerung der Produktion erlaubt, ist die Strecke, ob mit oder ohne Regelung, früher oder später an der Grenze der realisierbaren Geschwindigkeit angelangt und damit der Kopplung mit der Karde auf längere Sicht nicht mehr gewachsen.

Was die Gestaltung der Vorspinnerei, das heißt der Fertigungsstufen vom Kardenband bis zur Feinspinnmaschine betrifft, so wird man bei künftigen Entwicklungen bzw. Überlegungen das OE-Spinnverfahren - gleich welcher Bauart - nicht außer acht lassen dürfen. Noch wissen wir freilich über dieses Verfahren und über die erforderliche Beschaffenheit des vorgelegten Bandmaterials zu wenig, um aus der Vorspinnerei gedanklich neben dem Flyer auch schon eine oder gar beide Streckenpassagen streichen zu können. Immerhin ist es heute schon eher vorstellbar, daß die Automatisierungsbestrebungen in der Spinnerei in logischer Konsequenz früher oder später zu weiteren Verkürzungen im Verarbeitungsprozeß führen werden, wobei beim heutigen Stand der Entwicklung im Extremfalle nur noch zwei Fertigungsstufen übrig bleiben könnten:

Einmal das bis einschließlich Karde automatisierte Vorwerk und zum anderen die eigentliche Spinnmaschine, wobei die Sortierungsgleichmäßigkeit durch geeignete Regelorgane an der Karde gewährleistet sein müßte. Wenn man auch den Spulenwechsel und das Fadenbruchbeheben an der Spinnmaschine automatisieren könnte, bliebe als einzige manuelle Tätigkeit das Ansetzen der Kannen bzw. der Bänder. So gesehen sind Automation und OE-Spinnverfahren keine gegensätzlichen Entwicklungen, sondern miteinander durchaus vereinbar und sich gegenseitig vorteilhaft ergänzend.

How spun-yarn will be manufactured in 1993

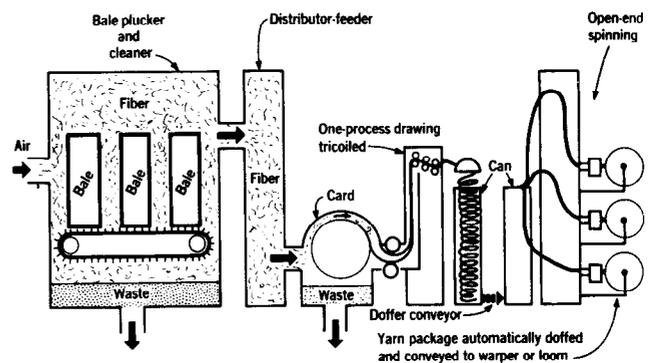


Abb. 30 bis 32: Spinnereien der Zukunft (aus Textile World, April 1968)

Zu welchem gedanklichen Höhenflug man sich im Hinblick auf das nächste Jahrhundert Spinnerei bzw. deren totale Automation hinreißen lassen kann, hat - wie sich die meisten von Ihnen erinnern werden - A s h m o r e ¹⁵⁾ in der

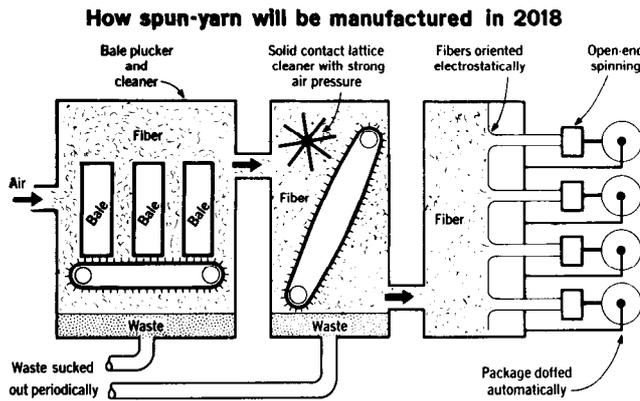


Abb. 31

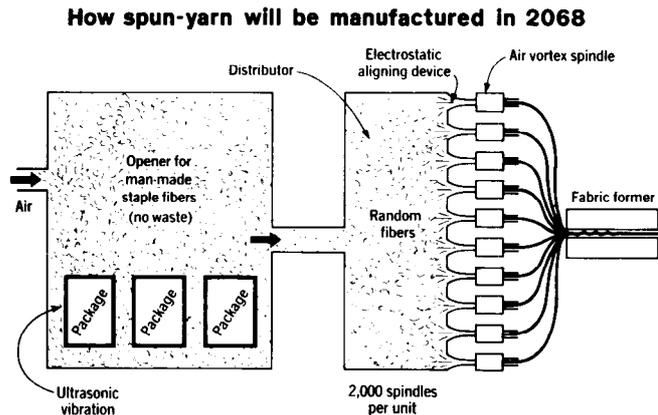


Abb. 32

Ausgabe der Textile World vom April 1968 drastisch unter Beweis gestellt. Wie er sich in 25, 50 und 100 Jahren die Garnfertigung vorstellt, zeigen die drei letzten Abbildungen (Abb. 30, 31 und 32).

Wenn diesen Darstellungen zweifellos auch etwas Phantasti-

ches anhaftet und diese visionären Gedankengänge heute noch belächelt werden, so dürfte doch eines absolut klar sein, nämlich daß die dem ständigen Wandel und Fortschritt unterliegende Technik auch der Spinnerei immer wieder neue Wege weisen wird.

Literatur:

- 1) R. Siegl: „Die Automation in der Baumwollspinnerei, ihr Weg - unser Standpunkt“; Melliand Textilberichte **45**, 591 (1964)
„Die Evolution in der Baumwollspinnerei“; Melliand Textilberichte **49**, 17 (1968)
- 2) H. Peuker: „Automatisierung und Kontinuierung des Dreizylinderspinnverfahrens“; Z.ges.Textilind. **67**, 247, 340 und 429 (1965)
- 3) O. v. Großmann: „Die Flockenspeisung von Baumwollkarden“; Melliand Textilberichte **47**, 963 (1966)
- 4) R. Wildbolz und R. Binder: „Spezifische Probleme der Automatik-Linie vom Ballen bis zum Streckenband“; Textil-Praxis **21**, 522 und 782 (1966)
- 5) H. Keller: „Die Automation in der Stapelfaserspinnerei“; Melliand Textilberichte **47**, 1089 (1966)
- 6) R. Binder und E. Ott: „Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zur Automatisierung in der Baumwollspinnerei“; Textil-Praxis **21**, 861 (1966)
- 7) R. Binder und M. Frey: „Technologische Untersuchungsergebnisse von teilautomatisierten Baumwollspinnereien“; Textil-Praxis **22**, 381 (1967)
- 8) W. Wegener und H. Bechlenberg: „Neuartige Meßeinrichtungen zur Einleitung der selbsttätigen Materialvergleichmäßigkeit beim Verstrecken“; Textil-Praxis **22**, 29 (1967) und 9 Fortsetzungen
- 9) W. Wegener und H. Peuker: „Verkürzte Baumwollspinnerei“; herausgegeben von der Z.d.ges.Textilindustrie
- 10) C.H. Lindsley: „Measurement of Fiber Orientation“; Textile Research J. 1951, p. 39
- 11) H. Perner und S. Petzold: „Der Einfluß verschiedener Streckwerksparameter auf die Faserparallelisierung in der Baumwollspinnerei“; Faserforschung und Textiltechnik **13**, 178 (1962)
- 12) J.F. Martindale: „An Instrument for the Measurement of the Forces Operating Between Fibers During Drafting“; Journal of Text. Inst. **38**, 151 (1947)
- 13) K. Quaas und F. Koch: „Einfluß der Art und der Einstellung des Streckwerkes auf die Verzugs- und Klemmkräfte“; Textil-Praxis **9**, 324 (1954)
- 14) E. Kleinhansl: „Zur Frage der Eignung des Kanalwalzen-Durchzugsverfahrens in der Dreizylinderspinnerei“; Textil-Praxis **22**, 387 (1967)
- 15) W.G. Ashmore: „The Pace of Change - Yarn Manufacturing“; Textile World 1968, p. 92

**KORROSIONSSCHUTZ
W. HÖHNEL KG.**

Sandstrahl-, Flammstrahl-, mechanische Entrostung, staubfreies Sandstrahlen mit Vacu-Blast, Naßstrahlen, Schutz- und Industrieanstriche aller Art, Behälterauskleidungen mit lösungsmittelfreiem Kunststoff, Holzschutz, Isolierungen und Streichgummierungen, Metallspritzten von Zink, Aluminium und Aluminiumlegierungen, kathodischer Korrosionsschutz, Klimatisierung zur Trockenlegung von schwitzwasserfeuchten Anlageteilen.

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

Diskussion:

Dipl.Ing. D. Keller: Im Hinblick auf die Automation wird es sicher sehr wichtig sein, die Fadenbruchzahlen in der Ringspinnerei niedrig zu halten. Sie haben in Ihren Diagrammen gezeigt, daß beim Einpassagenverfahren die Fadenbruchzahl etwas höher ist. Könnten Sie noch etwas ausführlicher darüber sprechen, wie Fadenbrüche vermindert werden könnten, sowie über die Theorie, inwieweit diese Schlepphäkchen zu Fadenbrüchen führen und inwiefern diese Frage durch Läufer und Ring beeinflussbar sind.

Dipl.Ing. Kleinhansl: Beim Einpassagenverfahren mit einer relativ groben Acrylfaser spielt die Faserhäkchenrichtung eine eindeutige Rolle. Das heißt, bei falscher Häkchenrichtung tritt eine hohe Fadenbruchzahl auf, die einfach nicht zu verantworten ist. Bei richtiger Häkchenrichtung sind die Fadenbruchzahlen mit jenen des Zweipassagenverfahren vergleichbar. Bei diesem liegen die Fadenbruchzahlen bei Anwendung der falschen Häkchenrichtung nur wenig höher.

Wenn Sie nun fragen, warum dieser Einfluß bei der einen Faser auftritt und bei der anderen nicht, dann ist das schwer zu beantworten. Es liegt vermutlich auch an der Sprödigkeit sowie an der Biegesteifigkeit der Faser, denn der Restanteil an Faserhäkchen muß irgendwie verkräftet werden. Die Faser muß ja *gerichtet* werden. Dabei wird eine Faser mit größerer Biegesteifigkeit diesem Prozeß einen hohen Widerstand entgegensetzen und wahrscheinlich Ansatzpunkte für einen Fadenbruch liefern. Man könnte die Untersuchungen so weit führen, daß man auch die Garnnummer als Variable einführt und prüft, wann dieser Einfluß der Faserhäkchenrichtung zurückgeht. Dabei würde man sicher auch bei der Acrylfaser in größere Bereiche gelangen, wo die falsche Häkchenrichtung keine Rolle mehr spielt. Die Zellwolle hat dagegen eine wesentlich geringere Biegesteifigkeit, nicht allein vom Titer, sondern auch vom Material her gesehen. Sehr wahrscheinlich wird diese dem Ausrichteprozeß an der Ringspinnmaschine weniger Widerstand entgegensetzen. Deshalb tritt bei Zellwolle auch kein Einfluß der Häkchenrichtung auf.

Dipl.Ing. Vogler: Sie haben zwei Verfahren als gleichwertig nebeneinander gestellt, die beide die richtige Häkchenrichtung in der Ringspinnmaschine aufweisen. Das eine Verfahren ist das konventionelle mit zwei Streckenpassagen und jeweiliger Bandumkehr zwischen den einzelnen Maschinen, das zweite Verfahren ist das Einstreckenverfahren ohne Bandumkehr, das direkt von der Karde her gespeist wird. Gibt es eine bestimmte Garnnummerngrenze, bis zu der man sagen kann, daß das eine Verfahren dem anderen gleichwertig ist, oder ist ab einer bestimmten Garnnummer ein bestimmtes Verfahren vorzuziehen?

Dipl.Ing. Kleinhansl: Für die bisher untersuchten Faserstoffe waren, was das Laufverhalten und auch die Garnwerte betrifft, diese beiden Verfahren gleichwertig. Wir prüfen derzeit noch eine Qualität mit sehr feiner Ausspinnung dahingehend, ob wir Unterschiede in den beiden Verfahren finden können (Einpassagenverfahren mit Bandstraße und Zweipassagenverfahren mit richtiger Häkchenrichtung). Ich erwähnte in meinem Vortrag, daß in dem einen Fall die Qualität

in bezug auf das Fadenbruchverhalten etwas ungünstiger lag (9 bzw. 18 Fadenbrüche pro 1000 Spindelstunden). Der Spinner würde die letztgenannte Zahl akzeptieren, wenn er von der besseren nichts wüßte.

Dipl.Ing. Vogler: Beim Einpassagenverfahren soll die Strecke eine Regulierstrecke sein, beim Zweipassagenverfahren haben Sie eine Regulierstrecke nicht ausdrücklich erwähnt. Das führt zwangsläufig zu dem Schluß, daß sie hierbei nicht benötigt wird.

Dipl.Ing. Kleinhansl: An den Längenvariationskurven haben Sie gesehen, daß das Zweipassagenverfahren ohne Regulierung im Längenbereich ab 5 m bedeutend ungünstiger liegt als das Einpassagenverfahren mit Regulierung. Es ist nun die Frage, ob sich der Spinner mit diesen Ungleichmäßigkeiten zufrieden gibt. Selbstverständlich ist eine Regulierstrecke auch beim Zweipassagenverfahren auf jeden Fall ein Vorteil.

Dir. Keller: Die Firma Rieter hat schon seit Jahren Einpassagensysteme in Betrieb. Fadenbruchzunahmen haben wir bei allen Anlagen in In- und Ausland nur in einem einzigen Fall festgestellt. Zur Nummernbegrenzung möchte ich bemerken, daß wir Ne 30 bis 40 garantieren.

Noch eine Frage an die Chemiker: Wann sind die Chemiefaserfabriken endlich bereit, vorgemischte Ballen zu liefern?

Dipl.Ing. Kleinhansl: Zur Beantwortung der letzten Frage bin ich nicht kompetent. Vielleicht kann dazu einer der Herren des Auditoriums Stellung nehmen?

Dr. Peuker: Sie gaben uns eine Zukunftsprognose für die nächsten hundert Jahre, wie sie in Wort und Bild in einem Sonderheft der "Textile World" (April 1968, Yarn Manufacturing the Next 100 Years) schon einmal vorgestellt wurde. Der zuletzt erwähnte Hinweis ist zum Teil bereits verwirklicht. Man denke an die Vliesstoffherstellung!

Die Ungleichmäßigkeiten im Garn oder im Gewebe müssen sich auch verkaufen lassen. Ich denke da an Ihre Darstellung von der Sortierung an der Strecke, die Sie nach unten hin mit einem halben Meter beschränkten. Wenn Sie diese Kurven nach links in den Bereich der kurzen Längen extrapolieren, dann sehen wir in der Nichtberücksichtigung der kurzen Bandlängen einen Gefahrenpunkt, der sich auf das Garn enorm auswirken kann. Bedenken Sie doch, daß ein halber Meter Bandsortierlänge bei 30fachem Verzug noch 15 m-Garn (bei 100-fachem Verzug 50 m-Garn usw.) ergibt. Damit haben Sie eine von der Regelung unbeeinflusste Garmlänge. Diese kurzen Längen können wir also selbst nach dem heutigen Stand der Technik noch nicht hinreichend vergleichmäßigen!

Eine 15 bis 150 m lange periodische Ungleichmäßigkeit sollte aber „zerhackt“ werden (Doublierung). Diese Störung der Periodizitäten spielt zum Beispiel für die Wirkerei eine Rolle, weil sich gerade dort die kurzperiodischen Schwankungen besonders auswirken. Wir müssen gegebenenfalls eine zweite Strecke doch noch nur wegen der Milderung kurzperiodischer Ungleichmäßigkeiten einschalten.

Technische Fortschritte in der Entwicklung synthetischer Fasern für Teppiche

Dr. Georges P a m m
E.I. du Pont de Nemours & Co., Genf

Vorerst wird ein historischer Überblick über den Einsatz verschiedener Faserarten im Teppichsektor, wo der Anteil der synthetischen Fasern immer größer wird, gegeben. Im Anschluß daran werden die Schwierigkeiten in der Beurteilung der Gebrauchseigenschaften von Teppichen besprochen.

Trotz der Vorteile der gebauschten Nylonendlosfasern bleibt für Teppiche aus anderen Fasertypen noch genügend Raum auf dem Markt. Die vielen Modifizierungen hinsichtlich Stapel- oder Endlosfaser, Titer, Querschnitt, Glanz, Anfärbbarkeit, Kräuselung sowie des Prinzips der Differentialfärbung werden anhand von Acrylfasern demonstriert. Man bekommt einen Einblick, wie sehr sich die optischen Fasereigenschaften auf das scheinbare Anschmutzungsverhalten, das vor einiger Zeit zur Entwicklung von Teppichfasern mit Hohlräumen geführt hat, auswirken.

Schließlich richtet der Autor seinen Blick in die Zukunft, wo es Wegwerfteppiche sowie Teppiche mit abnehmbarer Nutzschiicht bei Saisonwechsel geben wird.

A historical review of various types of fibres in carpets, where the market share of synthetic fibres is constantly increasing, is given and the difficulties evaluating the in-use properties of carpets are discussed.

In spite of the advantages of bulked continuous filament nylon, there remains enough room in the carpet market for other types of fibres. The many modifications possible as regards staple or filament, denier, cross-section, luster, dyeability, crimp and the principle of differential dyeing are demonstrated on the basis of acrylic fibres. The strong effect of the optical properties of fibres upon the apparent soiling of carpets recently led to the development of hollow carpet fibres.

Prospects for the future are throw-away carpets and carpets with a removable wearing surface which can be changed according to the season.

Den meisten Maßstäben nach stellen Teppiche einen wichtigen Verwendungszweck für Textilfasern dar; dies nicht nur, weil es sich um einen großen Markt handelt, sondern auch um einen, der ständig wächst und der seit 1960 eine fast phänomenale Zuwachsrate aufweist. Ich möchte heute mit Ihnen einige der technischen Gründe für dieses Anwachsen

untersuchen, um anhand dieser zu zeigen, daß eine Weiterentwicklung der Teppichfasertechnologie zu einem noch größeren Wachstum führen könnte (Abb. 1).

**JÄHRLICHER VERBRAUCH
VON OBERGARNEN FÜR BREITE TEPPICHE
MILLIONEN PFUND**

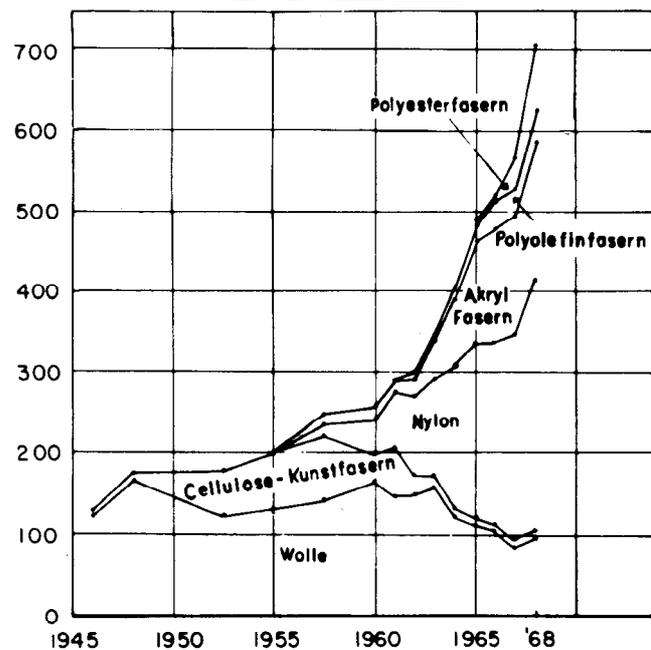


Abb. 1: Jahresverbrauch von Polgarnen in gewebten Teppichen (in Mio lb.)

Im ersten Diagramm sind Statistiken über den Faserverbrauch für gewebte Teppiche von 1946 bis heute graphisch dargestellt. Um die starken jährlichen Schwankungen in diesem Zeitraum etwas auszugleichen, sind für die Perioden 1946 bis 1950, 1950 bis 1955 und 1955 bis 1960 jeweils die Fünfjahresdurchschnitte eingetragen worden. Beginnend mit 1960 ist aber der jeweilige Jahresverbrauch der einzelnen Faserarten eingezeichnet, nicht nur um die enorme Expansion des Marktes selbst, sondern auch den Verbrauch der individuellen Fasertypen in diesem Markt zu zeigen.

Der Teppichmarkt wurde bis nach dem Zweiten Weltkrieg von der Wolle beherrscht. Um 1948 begann die Verwendung von Zellulosefasern, entweder allein oder in Mischung mit Wolle. So wurden spezielle Reyonfasern für die Mischung mit Wolle entwickelt, und außerdem verwendete man kleine Quantitäten von Zelluloseazetat. Der Verbrauch an Zellulosefasern erreichte 1957 seinen Höhepunkt, ist aber seither zurückgegangen.

Ende der Fünfzigerjahre begannen Nylon und die Acryl-

fasern vorzudringen. Sie lösten nicht nur die Zellulosefasern ab, sondern schufen sich auch ihre eigenen großen, sich ständig ausweitenden Märkte. Auf ähnliche Weise wurde 1962 das Polypropylen als Teppichgarn eingeführt, und ungefähr drei Jahre später begannen Polyesterfaserteppiche in Erscheinung zu treten. Alle diese Synthefasern haben sich seither eines beträchtlichen Wachstums erfreut. Der Wollverbrauch dagegen ist in diesem Zeitraum leicht zurückgegangen. Um diesen vergrößerten Markt ganz mit Wolle beliefern zu können, hätte die Produktion von Teppichwolle um das Vierfache des Spitzenjahres gesteigert werden müssen. Die Voraussetzungen für eine solche Expansion, das heißt die Schafherden, das entsprechende Weideland und die benötigten Schafhirten, waren aber nicht vorhanden.

Heute muß man wohl annehmen, daß der Markt in erster Linie infolge des starken positiven Eindrucks der synthetischen Fasern gewachsen ist. Drei Faktoren scheinen dafür verantwortlich zu sein:

- die Vielfalt nützlicher Eigenschaften, die die verschiedenen Polymere besitzen und die innerhalb eines Polymer-systems zur Verfügung stehen;
- die wirtschaftlichen Vorteile der synthetischen Fasern im Vergleich zu Wolle, einschließlich ihrer leichten Verfügbarkeit;
- die von den synthetischen Fasern gebotene Möglichkeit, eine sich ständig weitende Vielfalt von neuen, verschieden gearteten Teppichstrukturen, Farben und Griffeseigenschaften schaffen zu können.

Fast alle faserbildenden Polymeren sind im Hinblick auf den Einsatz in Teppichen geprüft worden. Es zeigte sich, daß aus fast allen zufriedenstellende Teppiche hergestellt werden können, vorausgesetzt, daß hinreichende Mengen Florgarn verwendet und daß die Teppichkonstruktion und die Florigenschaften den Forderungen, die an die betreffende Teppichart gestellt werden, in zweckmäßiger Weise angepaßt werden. Selbst Papierteppichen wird jetzt einige Aufmerksamkeit geschenkt. Vielleicht werden sich diese als westliches Gegenstück zum japanischen Tatami entwickeln.

Die technischen Anforderungen, die an Teppichflorgarne gestellt werden, sind im allgemeinen von denen an andere Textilerzeugnisse verschieden. Die Teppichstruktur selbst ist insofern außergewöhnlich, als die Dicke des Teppichs die wichtigste Dimension darstellt, und daß die für den Flor verwendeten Garne der Kompression unterworfen werden. Teppiche werden nach Quadratmetern verkauft, aber sie werden auf Grund ihrer Farbe, ihrer Dicke und ihres Gewichts ausgewählt. Der Widerstand, den der Teppich dem Zusammendrücken des Flors entgegensetzt, steht in direktem Zusammenhang mit seinem Preis. Ein gutes Erholungsvermögen nach kompressiver Verformung wird im allgemeinen als jene Eigenschaft angesehen, die zusammen mit dem Verschleißwiderstand den wichtigsten Beitrag zur Gebrauchstüchtigkeit eines Teppichs leistet. Da die Kompressionseigenschaften eines Teppichs sehr wichtig sind, kann angenommen werden, daß auch Faserbiege- und Kompressionswiderstand gleichfalls von Bedeutung sind.

Die Prüfung der Teppichkompression ist einfach, die Messung der Kompression von Fasern ist aber recht schwierig. Die normalen physikalischen Faser- und Garnprüfmethoden, hauptsächlich die des Zugverhaltens, können entsprechend umgewandelt auf solche des Biegens, Knickens und Zusammendrückens angewandt werden. Vorsicht ist aber geboten. Als Beispiel können wir eine typische Garnprüfung, nämlich die des Erholungsverhaltens, anführen (Abb. 2).

ZUGELASTISCHE ARBEIT VON TEPPICH FASERN

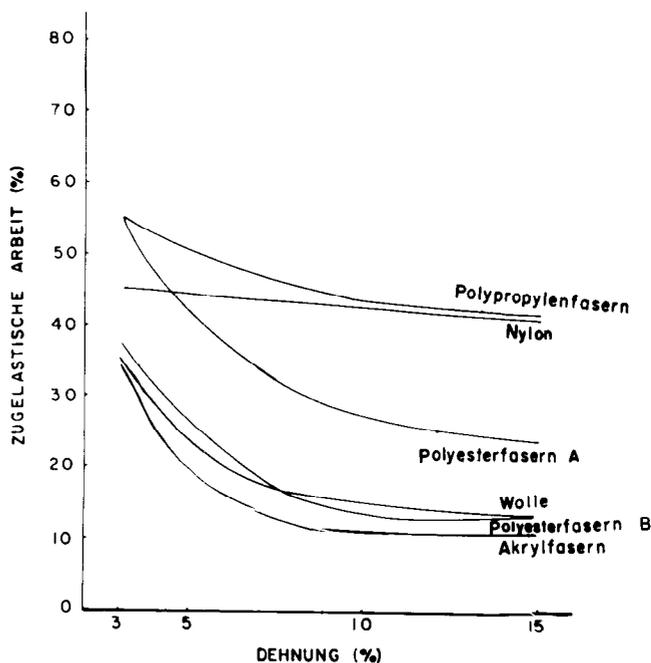


Abb. 2: Erholungsvermögen von Teppichfasern nach Zugbeanspruchung

In diesem Diagramm von einer Gruppe typischer Teppichfasern sind die Erholungswerte nach der Dehnung eingetragen. Auf Grund dieser Daten scheinen Nylon und Polypropylen ausgezeichnete Erholungseigenschaften zu besitzen; Polyester erscheint im mittleren Bereich, während Wolle und Acrylfasern als völlig unbefriedigend anzusehen sind. Die Erfahrung lehrt aber, daß diese Annahmen irrig sind. Wir müssen daher nach anderen Möglichkeiten der Charakterisierung Umschau halten.

Ein Mittel dazu ist der *Busse-Erholungstest*. Dieser besteht im Zusammendrücken eines Faserhäusches mit einem Druck von 10 000 lb/in² (703 kp/cm²) sowie der nachträglichen Entlastung und Messung des Ausmaßes der Erholung des Häusches (Abb. 3).

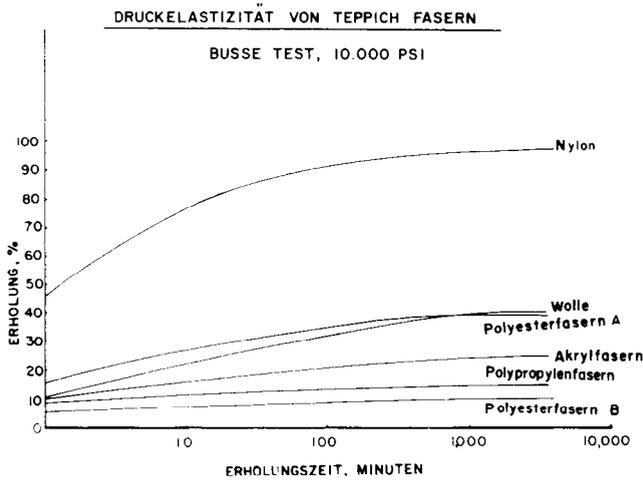


Abb. 3: Erholungsvermögen von Teppichfasern nach Kompression: Busse-Test, 10 000 psi (703 kp/cm²)

Diesem Test zufolge besitzt Nylon ein ausgezeichnetes Erholungsvermögen, Wolle und Polyester verhalten sich ähnlich, Acrylfasern sind etwas weniger gut, aber Polypropylen, das im Hinblick auf die Erholung nach Zugbeanspruchung dem Nylon gleichkommt, erholt sich von dieser hohen Druckbelastung nur schlecht (Abb. 4).

Werden diese Faserprüfdaten mit der Erhaltung der Teppichdicke (wie in diesem Diagramm gezeigt wird) verglichen, so sehen wir, daß Nylon sowohl bei der Faserprüfung als auch beim Teppichtest ein gutes Erholungsvermögen aufweist. Wollteppiche kommen zu Beginn ihrer Nutzdauer jenen mit gutem Erholungsvermögen nahe, nach längerem Gebrauch waren sie aber ungefähr den aus Garnen mit geringem Erholungsvermögen hergestellten Teppichen ähnlich. Um die praktische Bedeutung dieses Schaubildes zu erläutern, ist zu sagen, daß 10 Prozent der Ordinate 0,05 in (1,27 mm) bedeuten, sodaß am Ende des Tests der Gesamtunterschied in der Florhöhe weniger als 0,1 in (2,54 mm) betrug.

Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß die Erholung nach Verformungen weder ein „Geignet“ oder ein „Ungeignet“ in der Bewertung der Gebrauchstüchtigkeit der Faser noch der des Polymeren darstellt. Sie hilft aber jene Teppichkonstruktionen zu beschreiben, mit denen eine zufriedenstellende Gebrauchsleistung erzielt werden kann. Ein Vergleich der Eignung der verschiedenen synthetischen Fasern für Teppiche führt zu dem Schluß, daß Nylon, welches ein rasches Erholungsvermögen, hohe Scheuerfestigkeit und gute Stabilität gegenüber Wärme und Licht besitzt, für Teppiche, die extremer Begehung ausgesetzt sind, am besten geeignet zu sein scheint. In der Praxis hat sich Nylon gerade für solche Einsätze als besonders gebrauchstüchtig erwiesen.

Acryl- und Polyesterfasern besitzen physikalische Eigenschaften, die denen von Wolle ähnlich sind. Diese Fasern werden daher in erster Linie für Spinnfasergarne verwendet, die auf dieselbe Weise wie Wolle verarbeitet werden. Ihr trockener Griff ergibt auch Griffeseigenschaften, die jenen der Wolle ähnlich sind.

Auch Acryl- und Polyestergarne bieten die meisten der von den synthetischen Fasern für die Teppichherstellung und -gebrauchstüchtigkeit gezeigten Vorteile. Mit Nylon haben sie die vielen verschiedenen Möglichkeiten der Teppich-, Garn- und Faserfärbverfahren gemeinsam; es können gleichfalls mehrere Farbstoffklassen verwendet und dadurch ein breiter Bereich unterschiedlicher Färbungen erzielt werden. Die Garne können auch drallfixiert werden, wodurch eine gute Erhaltung der Drehung während des Gebrauchs erreicht wird. Die Faseroberflächen sind glatt, sodaß sich eine ausgezeichnete Schmutzabweisung und Fleckenentfernung ergibt.

Die Rolle der Polyolefine für Teppiche hängt stark von dem Erfolg ab, mit dem Fasereigenschaften, Teppichart und -konstruktion miteinander in Einklang gebracht worden sind. Polyolefinteppiche mit loser Poldecke scheinen das geringe Erholungsvermögen nach Biegebeanspruchungen, das die individuellen Fasern zeigten, zu reflektieren. Werden die Polyolefine aber für kurzflorige, dichte, getuftete Erzeugnisse bzw. für Nadelfilze verwendet, so wird dieses niedrige Erholungsvermögen nach kompressiver Verformung etwas verbessert, weil die Biegebeanspruchung der einzelnen Faser reduziert wird. Die geringe Anfärbbarkeit unmodifizierter Polyolefine, die zwar gewisse Probleme in der Färberei aufwirft, hat aber auch ihre geringe Aufnahmefähigkeit für wäßrige Flecken zur Folge, sodaß sich die Entfernung sol-

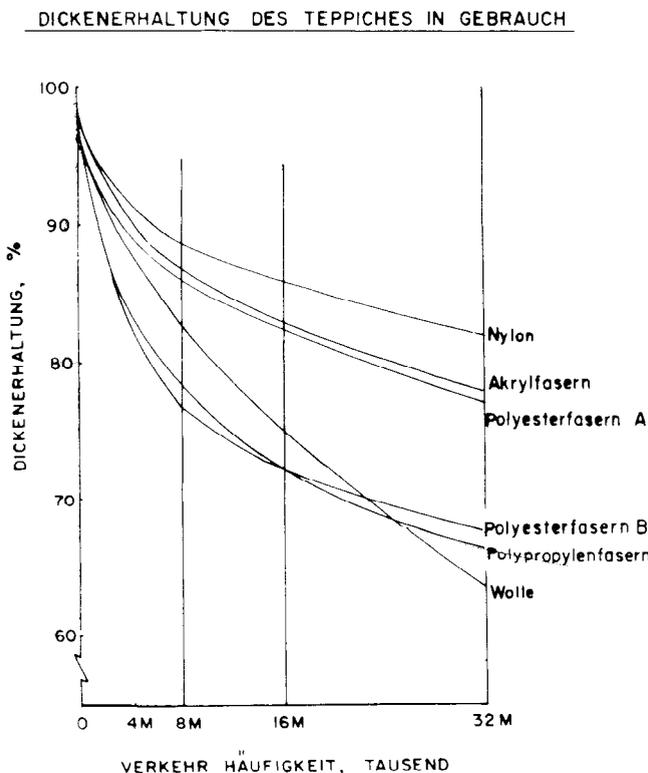


Abb. 4: Stabilität der Teppichdicke im Gebrauch

cher Flecken und anderer wäßriger Anschmutzungen leicht vornehmen läßt.

Die treibende Kraft, synthetische Fasern für Teppiche zu verwenden, wirkte sich in vielen Richtungen aus. Zum Beispiel stieg die Verwendung gebauschter Nylonendlosfäden rasch an, nachdem neue Kräuselfverfahren der Faser Bauschigkeit und Deckkraft verliehen hatten, die zusammen mit hoher Faserfestigkeit und Haltbarkeit die Herstellung von leichten, dauerhaften und schönen Teppichen ermöglichten. Dieser für den Verbraucher hohe Gebrauchswert ging Hand in Hand mit einem ähnlich hohen Wert für den Teppichhersteller, denn die feste Faser gewährleistete einen hohen Wirkungsgrad beim Tuften, während die anstelle der Flocken- oder Garnfärberei angewendete Stückfärberei die Färbekosten stark reduzierte und die Lagerhaltung weitgehend vereinfachte.

Alle für die Teppichindustrie verwendeten synthetischen Fasern können auch auf breiter Basis für andere Einsatzgebiete gebraucht werden. Dadurch ergeben sich niedrige und relativ stabile Preise. Diese wiederum bieten dem Teppichhersteller eine feste wirtschaftliche Grundlage, auf die er seine Teppichkonstruktionen und Preiskalkulationen stützen kann. Außerdem fördern sie eine Ausweitung der Produktion in der zuversichtlichen Erwartung, daß die Faserbelieferung gesichert und der wirtschaftliche Ertrag interessant ist.

Jedes der zur Verfügung stehenden Teppichgarne liefert seinen spezifischen Beitrag für die verschiedenen Teppicharten und wird wahrscheinlich im Teppichmarkt seinen Platz dort finden, wo es optimale Gebrauchstüchtigkeit bieten kann. Es wäre aber irrig anzunehmen, daß die Verfügbarkeit der verschiedenen Polymeren allein genügt, um die Stoßkraft zu erklären, die den beobachteten Grad der Marktausweitung verursacht hat. Wir werden für einen Augenblick noch einmal zum ersten Diagramm zurückkehren.

Wenn wir ausschließlich das Wachstum von Nylon in diesem Markt betrachten, dürfen wir nicht übersehen, daß dieses viele verschiedene Faserarten und Garne umfaßt. Es gibt zwei verschiedene Nylonpolymere: 6 und 66, und zwei Hauptfaserformen: gebauschte Endlosfäden und Stapelfasern. Die gebauschten Endlosfäden gibt es in drei verschiedenen Kräuselungsarten, und ein vierter Typ ist in kleinen Mengen verfügbar. Derzeit sind die Garne in drei Haupttitern erhältlich, mit der Aussicht, daß weitere sehr bald zur Verfügung stehen werden. Es gibt Fasern mit rundem und solche mit modifizierten Querschnitten; von letzteren gibt es mindestens dreierlei Typen. Es gibt glänzende und opake Garne; es gibt matte und seit kurzer Zeit auch hochglänzende Garne. Es gibt Garne, die Affinität zu Säure-, Dispersions- und zu kationischen Farbstoffen besitzen. Ja, das Programm eines Faserherstellers umfaßt sogar Fasern mit Affinitäten zu fünf verschiedenen Farbstoffen, sodaß in einem Färbbad bis zu fünf Farben gleichzeitig erzielt werden können. Bei der letzten Zählung gab es über siebzig verschiedene gebauschte Endlosfadenerzeugnisse, wobei jene, die in relativ kleinen Quantitäten für Sonderbehandlungen geliefert wer-

den, wie zum Beispiel für *Space-dyeing* oder für die *Taslan*[®]-Texturierung, gar nicht eingerechnet sind.

Die Verwendung von geschnittenen Stapelfasern bietet die Möglichkeit der Herstellung einer Vielfalt von Mischungen. Während das ursprüngliche Nylon-Stapelfasergarn aus geschnittenem 15 Denier Strumpfgarn bestand, sind heute viele individuelle Faserkomponenten erhältlich. Diese unterscheiden sich in Querschnitt, Glanz und Anfärbbarkeit. Ein Faserhersteller bietet dreizehn verschiedene Stapelfasertypen für die Erzeugung gewebter Teppiche an und ein weiteres Dutzend für die Verarbeitung zu Überwürfen oder in Mischungen.

Das Anwachsen des Nylonverbrauchs war also nicht einfach die Folge des steigenden Verbrauchs eines einzigen Produktes, sondern die von vielen. Es ist wohl ein konkreter Beweis für die Vielseitigkeit eines Polymeren, wenn man bedenkt, daß es die Basis für die Herstellung von hundert verschiedenen Arten von Bodenbelägen bildet. Während Nylon zweifellos das augenfälligste Beispiel dieser Entwicklungstendenz darstellt, so wird auch der Acrylfasermarkt jetzt mit verschiedenen Faserarten versorgt, die sich nicht nur in der Zusammensetzung des Polymeren unterscheiden, sondern auch in Querschnitt, Glanz, Kräuselung, Farbstoffaffinität und in der Reaktion auf verschiedene Ausrüstungs- und Färbbehandlungen.

Als es klar wurde, daß der Teppichmarkt ein wachsendes und wirtschaftlich interessantes Absatzgebiet für synthetische Fasern darstellt, begann eine Fülle von verfahrenstechnischen Einzelheiten publik zu werden, die alle auf diesen speziellen Verwendungszweck hinielen. Die unterschiedliche Anfärbbarkeit ist bereits erwähnt worden. Sie ist deshalb wichtig, weil die Teppichfärberei eine kritische Zwischenstufe in der Teppichherstellung bildet. Die ständige Zunahme des Stückfärbens hat das Augenmerk auf die Wichtigkeit der hinreichenden Beherrschung der Farbaufnahme und der Affinität zu verschiedenen Farbstofftypen gelenkt.

Gebauschte Nylon-Endlosfadengarne für unterschiedliche Anfärbungen sind seit 1961 allgemein erhältlich. Diese drei Garne ermöglichten nicht nur eine Ton-in-Ton-Färbung, sondern durch die Verwendung von Dispersions- und Säurefarbstoffen auch modifizierte Überfärbungen. Nachdem basisch anfärbbares Nylon entwickelt worden war, wurde echtes Überfärben möglich, und zur Zeit besteht ein breites Angebot in nach diesem Verfahren gefärbten Teppichen.

Muster I ist ein Beispiel für einen interessanten Teppichtyp, der in einem Bad stückgefärbt wurde. Die Abstufung wurde hier durch das Zusammenfachen von Garnen mit verschiedenen Farbstoffaffinitäten erzielt. Bei gebauschten Endlosfäden ist der Umfang der durch Fasermischung erreichbaren Mischfarbeneffekte relativ klein, und man verläßt sich hier mehr auf die optische Wirkung des Zusammenspiels mehrerer verschieden gefärbter Garne. Bei Stapelfasergarnen kann jedoch das Mischen entweder vor dem Krempeln oder an der Nadelstabstrecke oder sogar während des Spinnens vorgenommen werden, um mehr oder weniger innige Mi-

schungen und dadurch exquisite Farbabstufungen zu erzielen.

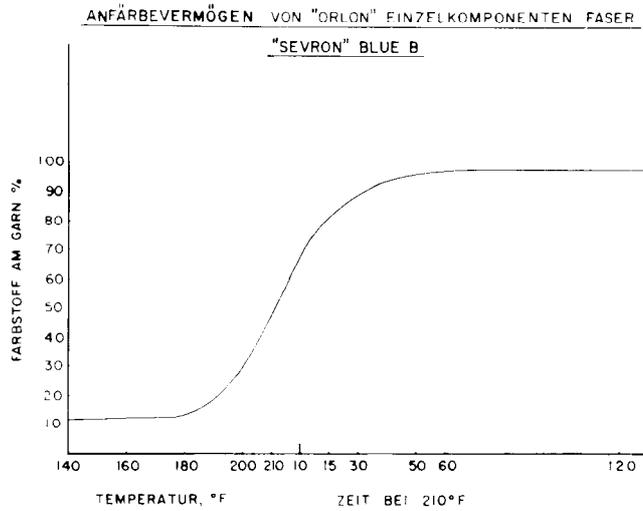


Abb. 5: Färbbarkeit der „Orlon“-Homogenfaser mit „Sevron“-Blau B

Die technischen Einzelheiten des *Differential-Färbeverfahrens* sind in letzter Zeit ausführlich behandelt worden; heute möchte ich das Färbeverhalten von ähnlichen, speziell für dieses Färbeverfahren hergestellten, auf Acrylpolymeren basierenden Fasern besprechen. Die betreffenden Garne waren *Orlon*[®], Typ 33, eine heller anfärbende Abart des Typs 33 mit basischer Anfärbbarkeit und eine Homopolymerfaser mit saurem Affinitätsverhalten. Im nächsten Diagramm wird eine modifizierte Adsorptionsisotherme für den Homopolymerfaseranteil der Mischung des Typs 33 gezeigt (Abb. 5).

Diese Kurve stellt das Aufziehen des Farbstoffes auf die Faser in Abhängigkeit von der Temperatur bis zum Kochen und dann in Abhängigkeit von der Zeit bei Kochtemperatur dar. Das ist der normale Verlauf eines Färbevorgangs und bedarf keiner weiteren Erläuterungen.

Im nächsten Bild (Abb. 6) haben wir der Homopolymerfaser noch eine bikomponente Faser beigelegt, die anders anfärbt. Der Farbstoff zieht zuerst auf die bikomponente Faser auf und dann, bei fortgesetztem Kochen, wird ein Teil des Farbstoffes auf die Homopolymerfaser übertragen. Die Gesamtaffinitäten dieser zwei Teile der Mischung sind so eingestellt, daß nach einem normalen Färbeverlauf im wesentlichen eine einheitliche Färbung entsteht.

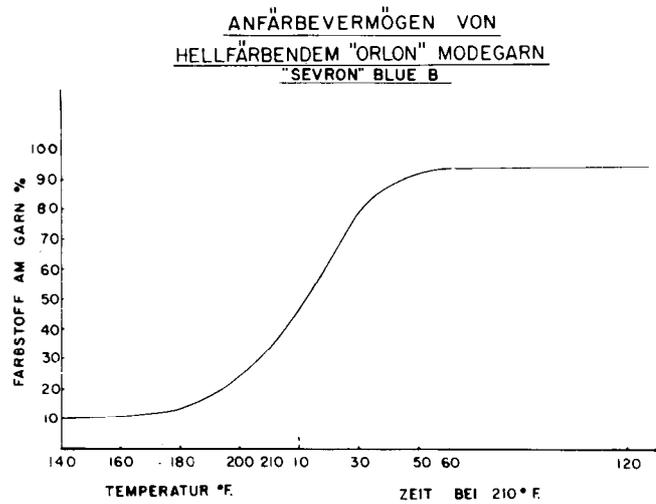


Abb. 7: Anfärbbarkeit der hellfärbenden „Orlon“-Stylingfaser mit „Sevron“-Blau B

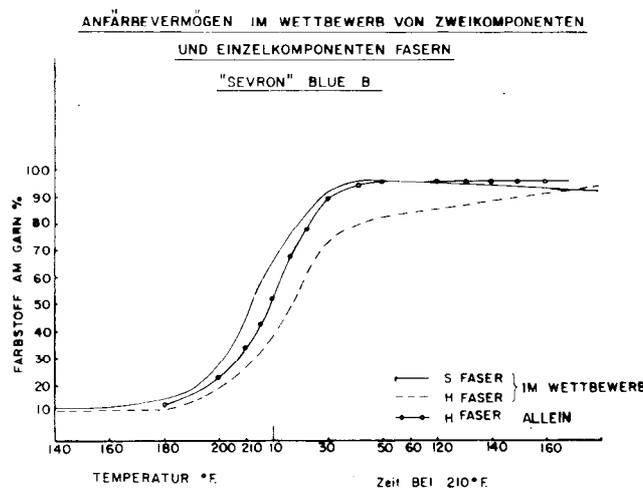


Abb. 6: „Competitive“ Anfärbbarkeit von Bikomponenten- gegenüber Homopolymerfasern mit „Sevron“-Blau B

In Abbildung 7 wird die Aufziehkurve für die hellfärbende bikomponente Faser gezeigt. In Abbildung 8 sind dieser Kurve die Anfärbbarkeiten des normal und des hell anfärbenden Fasermaterials im selben Farbbad überlagert. Es ist zu beachten, daß die zwei Komponenten des Standardtyps 33 nach dem normalen Färbevorgang dazu neigen, gleich anzufärben, während das heller anfärbende Fasermaterial mit seiner kleineren, für die Färbung zur Verfügung stehenden Oberfläche in („competitive“) Kombinationsfärbungen viel heller ausfällt.

In Abbildung 9 haben wir die Aufziehkurve eines Säurefarbstoffes auf eine sauer anfärbende Faser in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Die Anfärbgeschwindigkeit ist sehr hoch. Wir müssen auch die Anfärbbarkeit der Faser mit basischem Affinitätsverhalten mit Säurefarbstoffen in Betracht

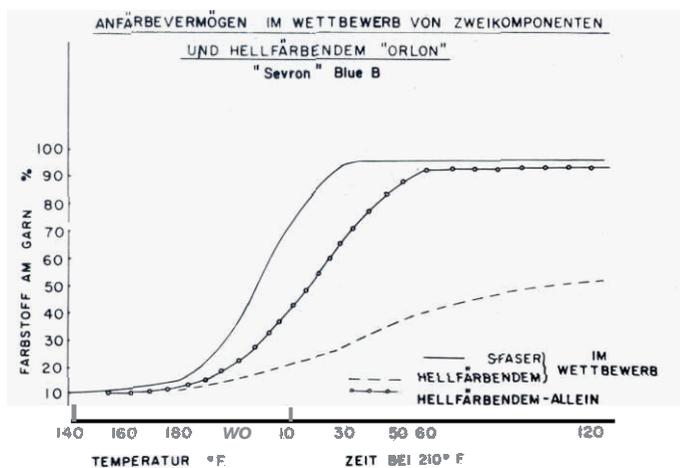


Abb. 8: „Competitive“ Anfärbbarkeit von Bikomponenten- gegenüber hellfärbenden Fasern mit *Sevron*[®]Blau B

ziehen, obwohl bei Farbegleichgewicht nur verhältnismäßig kleine Mengen adsorbiert werden können. In einem Teppich, der alle diese Fasern enthält, können kleine Mengen der sauren Farbstoffe bei niedriger Temperatur vorübergehend von den basisch anfärbenden Fasern adsorbiert werden, um dann bei steigender Temperatur auf die sauer anfärbenden Fasern zu wandern.

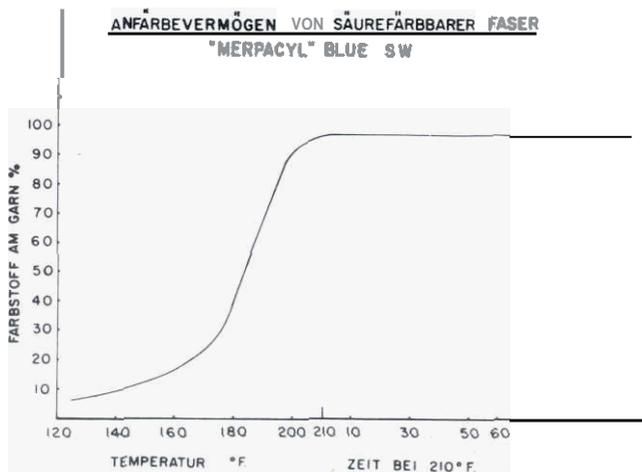


Abb. 9: Färbbarkeit sauer färbender Fasern mit *Merpacyl*[®]Blau SW

Stückgefärbte Teppiche, die unter Verwendung dieser Methode hergestellt werden, besitzen ein schönes Aussehen (Muster II).

Die sauer anfärbende Faser besitzt hohen **Glanz**. Dieser Umstand unterstützt die Brillanz der sauren Farbstoffe, sodaß diese Faser in mehrfarbigen Teppichen vorteilhaft zur Hervorhebung einzelner Farbtöne verwendet werden kann. Da es sich um Stapelfasern handelt, kann das Fasermaterial auf jeder beliebigen Stufe des Herstellungsprozesses gemischt werden, um verschiedene Arten von Farbmischungen zu erzielen. Fasermischungen gewährleisten eine innige Mischung der Farben; Mischungen der Faserbänder bringen moulinéartige Effekte hervor.

Beim Fachen gemischte Zwirne werden außer in stückgefärbten Teppichen auch in bedruckten Bodenbelägen verwendet, wo sie zur Dämpfung des Druckmusters neigen und zur Schönheit des Teppichs beitragen (Muster III).

Ein anderer Aspekt der Fasertechnologie, dem jetzt steigende Beachtung geschenkt wird, ist die starke Wirkung der optischen Fasereigenschaften auf das Anschmutzverhalten. Obwohl die Methode zur Zeit in erster Linie für Nylon angewendet wird, liegen doch keine Gründe vor, warum sie nicht auch auf andere Polymere angewandt werden konnte. Die Anschmutzbarkeit kann durch die Modifizierung der Opazität der Faser kontrolliert werden, zum Beispiel durch den Einschluß von Titanoxydpigmenten oder durch Veränderung des Faserquerschnitts.

In einem von Dr. Emerson Tippetts vor drei Jahren hier in Dornbirn gehaltenen Vortrag beschrieb er eine Faser, die unter dem Handelsnamen *Antron*[®] auf dem Markt bekannt ist. Diese Spezialfaser hat einen runden Querschnitt in Verbindung mit einer inneren mehrhohlräumigen Struktur, um eine Faseropazität ohne Glanzverlust zu erzielen. Die Antronfaser wurde deshalb mit einem runden Querschnitt hergestellt, weil ein gewisser Verlust an Volumen in Kauf genommen werden mußte, da bemerkt worden war, daß die Riefen in mehrlobigen Garnen dazu neigen, Schmutzpartikel und Ölschmutz zurückzuhalten (Abb. 10).

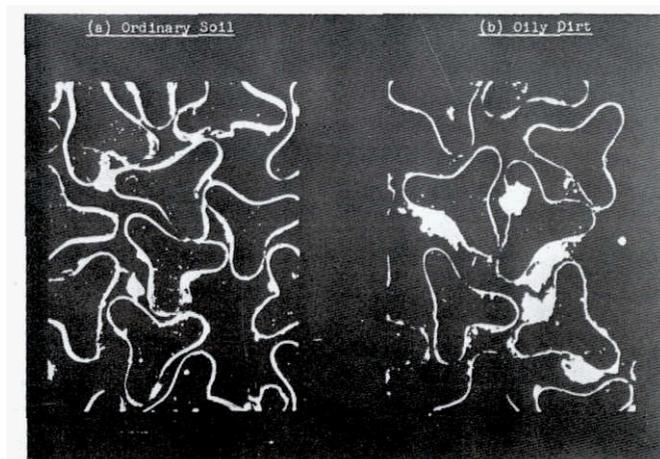


Abb 10: In trilobalen Querschnitten zurückgehaltener Schmutz: a) gewöhnliche Verschmutzung; b) Ölschmutz

Das die Hohlräume bildende Material in der runden Antronstruktur war ein zweites Polymeres, das während der Behandlung (Abb. 11) zum Teil ausgelaugt worden war. Die Bildung der schmutzverbergenden Eigenschaft wurde - zumindest teilweise - durch die Behandlungsbedingungen bestimmt.

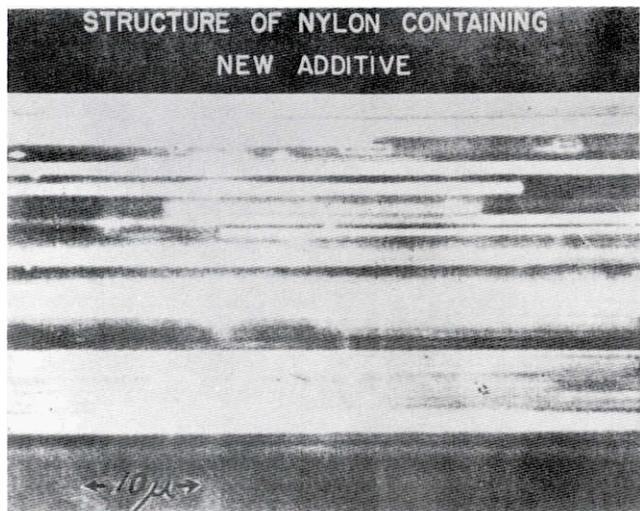


Abb. 11: Struktur von Nylon mit neuem Additiv

Eine zweite Möglichkeit für die Erzielung von Faserundurchsichtigkeit besteht darin, den Gegensatz zwischen dem reflektierenden und dem nichtreflektierenden Teil der Faser zu erhöhen. Das kann durch eine Kontrolle der Faserform erreicht werden. Die Grundlage dafür ist, wenigstens zum Teil, aus dem nächsten Bild ersichtlich (Abb. 12).

Hier zeigen wir den Weg des Lichtes durch Fasermodelle mit rundem wie mit triobalem Querschnitt, und zwar sowohl stillstehend als auch rotierend. Der große Unterschied an optischer Intensität an verschiedenen Punkten des Umfangs des Fasermodells ist offensichtlich. Eine physiologische Folge davon ist, daß das Auge verwirrt wird und ihm dadurch der Schmutz verborgen bleibt. Diese besondere Methode ermöglicht es, Teppiche mit leuchtenden Farben sowie mit gutem Widerstand gegen Anschmutzung herzustellen. Jene Fasern aber, in denen dieser Effekt bis zum Maximum gesteigert wurde, enthalten (wie bereits in einem früheren Bild gezeigt worden ist) kleine Schmutzfallen eingebaut, die die Wirksamkeit dieser Antisoilmethode wieder verringern.

Dann kam uns folgender Gedanke: Wenn es ein Mittel gäbe, das Innere der lobalen Faser nach außen zu kehren, könnte man eine schmutzverbergende Faser mit einer gut deckenden internen Struktur und glatter Außenseite schaffen. Um die Struktur zu festigen, wurden innere Lappen miteinander verbunden. Im Laufe der Untersuchungen erhöhten wir de-

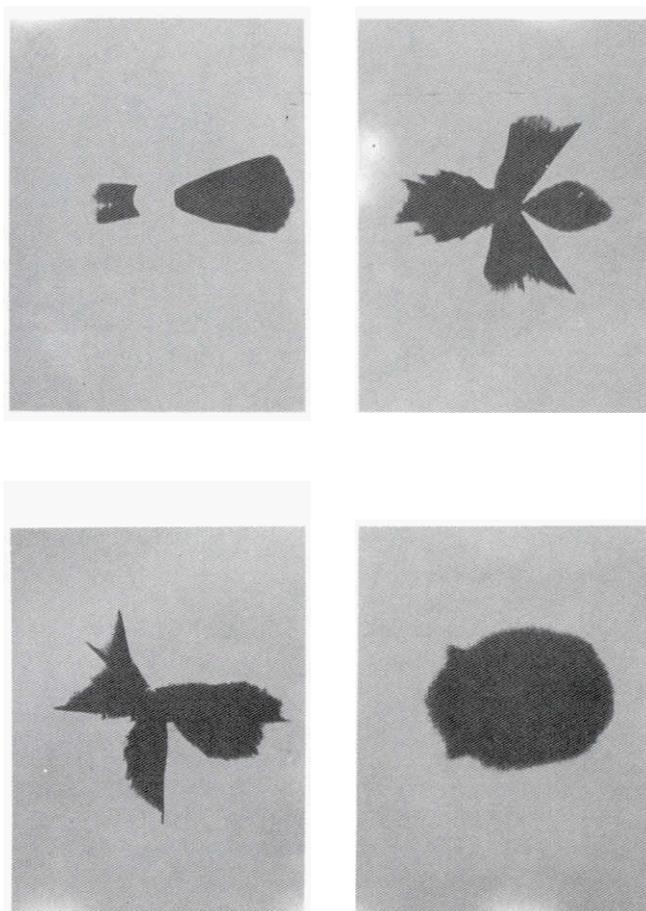


Abb. 12: Lichtdurchlässigkeit und -reflexion runder und trilobaler Endloosfäden:

Lichtrichtung	
runder Endloosfaden stationär	trilobaler Endloosfaden stationär
trilobaler Endloosfaden stationär	trilobaler Endloosfaden rotierend

ren Anzahl von drei auf vier, sodaß das Endprodukt so aussieht wie in Abbildung 13.

Die Hohlräume ergeben interne reflektierende Flächen, um Faseropazität zu erzielen, während der Außenumfang des Querschnitts, obwohl nicht ganz rund, so doch glatt ist und keine einspringenden Winkel besitzt. Die Antisoileigenschaften dieser Faser sind ausgezeichnet und jenen der früheren runden Antisoil-Antron®-Endloosfaser überlegen. Diese Faser wird jetzt in mehreren Teppichfabriken großangelegten Testen unterzogen.

Zu den verschiedenen neuen Verfahren, das Faseraussehen zu kontrollieren, gehört auch die Erzeugung von reflektierenden Polymer-/Luft-Grenzschichten, beispielsweise solche, wie ich sie eben beschrieben habe, wie auch von Polymer-/Polymer-Grenzschichten. In letzterem Falle sind die Unterschiede zwischen den Brechungsindices nicht groß genug,

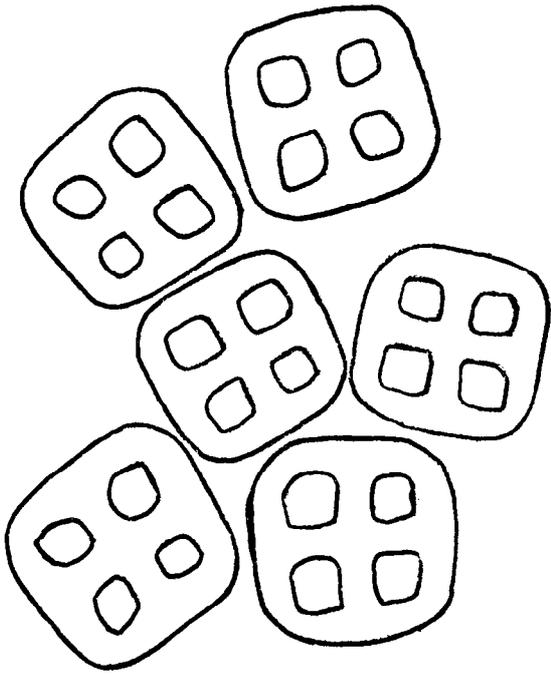


Abb. 13: Querschnitt einer neuen Teppichfaser mit erhöhten schmutzabweisenden Eigenschaften

um hochopake Fasern zu ergeben. Sie bieten aber neue, ausgeglichene optische Eigenschaften, die wirkungsvoll eingesetzt werden können.

Eines der wichtigsten Gebiete, in dem die optischen Eigenschaften den Gesamteindruck eines Teppichs entscheidend beeinflussen, ist der Glanz. Lange nach Einführung der synthetischen Fasern für Bodenbelagzwecke wurde der Glanz so abgestimmt, daß er jenem von Wolle möglichst nahe kam. Als sich aber die synthetischen Fasern ihren eigenen Markt geschaffen hatten, war es nicht länger notwendig, ihren Glanz dem der Wolle anzugleichen, und es konnten je nach Wunsch glänzendere oder mattere Fasern hergestellt werden.

Die Teppichentwerfer bevorzugen jetzt sogar Fasern mit stärkerem Glanz, um neue Effekte zu erzielen, die dann zum Mittelpunkt der Raumausstattung werden sollen. Zuerst konnte man nur synthetische Fasern mit dem Glanz der Polymersubstanz allein entwickeln und stellte dann mattere Fasern durch Zusatz verschiedener Mengen von Mattierungsmitteln her. Gegenwärtig wissen wir aber bereits, wie der Glanz der Fasern über das Ausmaß hinaus, das man normalerweise mit einer kompakten, runden Faser erreicht, erhöht werden kann. Außer dem erhöhten Glanz zeigt ein Teppich einer *Hochglanzmischung* (Muster IV) einen zusätzlichen Farbeffekt in einem Teppich mit teilweisem Schnittflor insofern, als die Farbwirkung wie auch der Glanz davon

abhängen, ob die Faser von der Seite oder von den Schnittenden her gesehen wird. Ganz unerwarteterweise konnten Trittsuren (*tracking*), die aus diesem Grunde besonders sichtbar wurden, in eine neue Möglichkeit der Teppichgestaltung bzw. -musterung umgewandelt werden. Es sind Teppiche mit szintillierendem Flor (*living pile*) hergestellt worden, die mit ihrem sehr hohen Glanz und ihren Glanzkontrasten am besten zur Wirkung kommen, wenn sie stark begangen werden.

Abgesehen davon, daß das Gesamtaussehen der Faser verändert worden ist, sind wir jetzt auch in der Lage, ein Wechselspiel zwischen der Faserfarbe und der Art des reflektierten Lichtes zu erzielen. Zum Beispiel finden wir in Muster V. einer roten trilobalen Modellfaser, die sowohl eine reflektierende Vorderseite besitzt wie auch ein internes Reflexionsvermögen (letzteres entweder von einem Punkt innerhalb der Faser oder von der Rückseite derselben), daß sowohl weißes wie auch farbiges Licht ins Auge des Beschauers reflektiert wird. Dadurch wird ein vollfarbiger Hintergrund mit weißen Glanzlichtern und gesteigerter Brillanz geschaffen. Da diese Glanzverbesserung auch die Schaffung von opaken Fasern begünstigt, ist das alte Problem der Anschmutzung von hochglänzenden textilen Flächengebilden vereinfacht worden.

Die Polymere können aber auch auf andere Weise kombiniert werden, um eine gute Gebrauchstüchtigkeit zu erzielen. Nebeneinander verwendete bikomponente Fasern ermöglichen zum Beispiel die kontrollierte Entwicklung der Faserkräuselung während der Ausrüstung der Teppiche, und durch die richtige Auswahl der zwei, die Faser bildenden Polymeren kann ein weiterer Spielraum in der Kräuselintensität erzielt werden. Die Kräuselung ergibt sich infolge des eingebauten verschiedenartigen Faserschrumpfes. Obwohl die ursprünglichen Bodenbeläge, für die dieses Verfahren angewandt wurde, aus Acrylfasern bestanden, so liegen doch keinerlei technische Gründe vor, warum ähnliche Erzeugnisse nicht auch aus anderen Polymeren hergestellt werden könnten.

Das ganze Gebiet der Kräuselentwicklung, das jetzt gründlich erforscht wird, ist faszinierend. Die Beziehungen zwischen Kräuselentwicklung und Morphologie der Teppichnoppen sind zum Beispiel in einer neuen Polyesterfaser ausgewertet worden. Diese Faser besitzt eine beträchtliche Kräuselungskraft und kann diese auch in gedrehtem Zustand entwickeln. Ein Verfahren, bei dem dieses Verhalten angewandt worden ist, ist das folgende:

Ein gedrehtes, einfaches Stapelfasergarn wird nach der Tuftingmethode auf das Grundgewebe aufgebracht und in normaler Weise stückgefärbt. Während des Färbvorgangs und der Kräuselentwicklung geht die Drehung des Einfachgarns verloren, mit dem Ergebnis, daß sich die Fasern stark verschlingen. In Abbildung 14 wird die Aufnahme einer frisch geschnittenen, ungefärbten Noppe dieser Polyesterfaser gezeigt. Man beachte die rechtwinkelig geschnittenen Faserenden. Das ergibt das Aussehen eines typischen einfachen Stapelfasergarns mit niedriger Drehung.

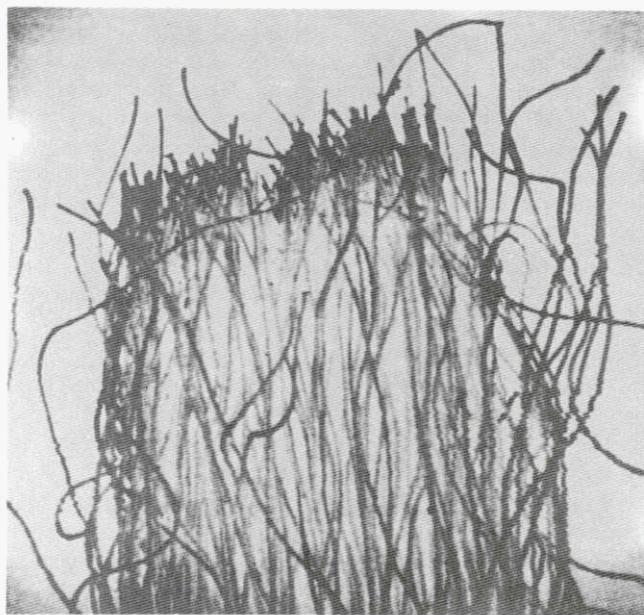


Abb. 14: Morphologie der Noppenspitze in einem Teppich mit Schnittpol aus Polyester-Bikomponentenfaser (nicht ausgerüstet)

In der Aufnahme der gefärbten Noppe (Abb. 15) sehen wir, daß der Charakter der Noppenspitze während des Färbeprozesses völlig verändert worden ist. Wenn man versuchen würde, eine Nadel bis zur Hälfte der Noppenlänge einzuschie-



Abb. 15: Morphologie der Noppenspitze in einem Teppich mit Schnittpol aus Polyester-Bikomponentenfaser (ausgerüstet)

ben, würde man finden, daß es praktisch unmöglich ist, diese mehr als 1 1/2 mm einzustecken, was auf die sehr starke Faserverschlingung zurückzuführen ist.

Neben einer einzigartigen, gerundeten, strohdachformigen Noppenstruktur verhindert die Verschlingung der einzelnen Fasern einer Noppe untereinander das Herausarbeiten der Fasern aus der Noppe und die Verschlingung derselben mit den Fasern der benachbarten Noppen. Dadurch wird eine scharf umrissene Noppenstruktur erzielt und die nachhaltige Bewahrung der Struktur des Teppichs im Gebrauch gewährleistet.

Ja, diese Polyesterteppiche haben eine weit bessere Gebrauchstüchtigkeit bewiesen, als die eingangs gemachten Angaben vermuten ließen. Das scheint einen eleganten, billigen Weg für die Herstellung von Schnittflorteppichen zu eröffnen, der eine genau beschriebene Noppenstruktur und die Beibehaltung der Teppichstruktur gewährleistet (Muster VI). Der Hauptvorteil in der Kostenkalkulation liegt selbstverständlich darin, daß weder ein Fachen des Gams noch eine Drallfixierung benötigt wird.

Es scheint, daß die Teppichindustrie ein enormes Aufnahmevermögen für neue Produkte und neue Verfahren besitzt und daß sie beides sehr wirkungsvoll auszuwerten weiß. Einige dieser neuen Erzeugnisse wurden entwickelt, um Sonderanforderungen zu entsprechen; Antisoilfasern sind ein Beispiel dafür. Andere Produkte, wie unterschiedlich anfarbende sowie bikomponente Garne, wurden für eine Vielfalt von Endzwecken entwickelt und sind den an Teppiche gestellten Forderungen angepaßt worden.

Diese Tendenz wird wahrscheinlich weiterhin anhalten, weil immer mehr bisher unbedeckte Fußböden mit Teppichen belegt werden und die so ausgestatteten Flächen nach und nach aus dem Haus hinaustreten und/oder auf die Wände übergreifen. Jedes dieser neuen Absatzgebiete für Teppiche hat seine eigenen Sonderbedingungen bzw. kritischen Anforderungen. Für Freilufteinsatz benötigen wir Stabilität gegenüber ultraviolettem, sichtbarem und infrarotem Licht, gegenüber Regen, Schnee und Eis sowie gegenüber einer Vielfalt von mechanischen Beanspruchungen, wie Gehen, Springen, Laufen, Rutschen und Liegen. Mehrere dieser Bedingungen können zur Gänze von bereits bestehenden Fasern erfüllt werden; andere Gebrauchsleistungen können nur schwer erreicht werden. Zum Beispiel werden Freiluftteppiche, die den Rasen ersetzen sollen, wahrscheinlich keiner breiten Farbenskala bedürfen; da aber Meinungsverschiedenheiten bezüglich der wirklichen Farbe des Grases bestehen, stellt die Erzielung eines Grasgrüns mit hinreichenden Echtheitseigenschaften eine ziemlich komplizierte Aufgabe dar.

Von Wandteppichen wird eine niedrige Entflammbarkeit verlangt werden, während eine hohe Verschleißfestigkeit nicht notwendig ist. Ernest Dichter sagt in seinem "Handbook of Consumer Motivation" (Handbuch der Verbrauchermotivierung), daß die amerikanische Hausfrau ihr Heim nicht mehr als ihr Castle (Schloß) ansieht, sondern als eine mit Samt ausgeschlagene Hohlle.

Mit dem Aufkommen von Wandteppichen wird diese Behauptung noch aktueller. Die Firma Shelley Textiles stellt einen „Höhlentepich“ her, der mit einer von einer vorgeschichtlichen Höhlenwand kopierten Zeichnung gemustert ist.

Werden die Verbraucher weiterhin mit den Teppichen, wie wir sie jetzt kennen, zufrieden sein? Wahrscheinlich nicht, denn neue Teppichherstellungsmethoden, die hier und im Ausland zur Anwendung kommen, ergeben neue Anpassungsmöglichkeiten, sowohl in der Art des Teppichs wie auch in seinem Preis. Man kann sich Wegwerfteppiche vorstellen, die zwar dekorativ, aber doch so hergestellt sind, daß sie nach einiger Zeit beiseite gelegt und durch andere ersetzt werden können, und daß der Preis dementsprechend erstellt ist. Den Jahreszeiten angepaßte Teppiche mit kühl wirkenden Farben und gedämpften Strukturen für den Sommer und warmen Farben in fülliger Struktur für den Winter würden zweifellos gerne gekauft werden - vorausgesetzt, daß ihr Preis angemessen ist und daß sie in der Zwischenzeit entsprechend gelagert werden können. Damit könnte auch - falls gewünscht - eine Teppichreinigung und -pflege verbunden werden. Man könnte sich auch eine Art „Easy-care-Teppich“ vorstellen, der aus einer abnehmbaren und dauerhaften, aber leichten Nutzschiene besteht, die in der Haushaltswaschmaschine gereinigt werden kann. Alle diese Bodenbelagsarten, in einer breiten Palette von Farben und Konstruktionen, liegen unter Verwendung von bereits für Teppiche oder andere Zwecke entwickelten Verfahren durchaus im Bereich des Möglichen.

Der Begriff einer „idealen“ Teppichfaser ist wahrscheinlich nicht länger zu halten, da das Optimum für eine Teppichart nicht auch automatisch das Optimum für alle anderen Arten darstellt. Der Markt ist groß genug, um viele verschiedene Fasern aufnehmen zu können. Das heißt, daß die Herstellung „nach Maß“ von verschiedenen Spezialfasern für besondere Teppicharten ein verlässliches technisches Ziel darstellt, und daß voraussichtlich die sich ergebenden Geschäftsmöglichkeiten auf lange Sicht eine gesunde wirtschaftliche Fundierung für alle die gewährleisten werden, die Fasern und Teppiche herstellen und verkaufen, und einen steigenden Wert und die Erfüllung der Ansprüche für die, die die Teppiche kaufen und sie verwenden.

Diskussion

Dr. Albrecht: Auch hier stellt sich wieder die Frage, ob es überhaupt eine ideale Teppichfaser geben kann, oder ob besser jeweils eine geeignete Faser für jeden speziellen Zweck geschaffen werden soll. Es wäre wohl erforderlich, die Zweckvorstellungen in einem Katalog zusammenzufassen, der dann die Faserauswahl beeinflusst. Das Thema „Teppich“ dürfte uns alle sehr anregen, weil hier noch ein echtes Konstruieren gegeben ist.

Dr. Studt: Sie haben von einem Garn gesprochen, bei dem die Kräuselung beim Färbvorgang entwickelt wird. Handelt es sich dabei um eine Bikomponentenfaser? Wie hoch ist deren mechanische bzw. thermische Kräuselstabilität?

Die Eigenschaften von Nylon sind ziemlich verschieden von jenen anderer Fasern, was beispielsweise Scheuerung, Erholung oder Deckkraft betrifft. Wie ist die starke Zunahme von Polyester- bzw. Polyacrylnitrilgarnen auf dem amerikanischen Markt zu erklären? Be ruht das auf technologischen Aspekten oder bloß auf der Werbung?

Dr. Pamm: Die erwähnte Polyesterfaser ist eine Bikomponentenfaser und stammt von DuPont. Sie wurde im Versuchslabor entwickelt, wird aber noch nicht kommerziell hergestellt. Ihre Kräuselstabilität ist mindestens ebensogut wie die von Nylon.

Dr. Albrecht: In Abbildung 3 haben Sie uns zwei verschiedene Polyester (A und B) gezeigt. A verhielt sich in bezug auf das Erholungsvermögen nach Kompression viel besser als B.

Dr. Pamm: A ist ein Homopolymer, B ein Copolymer.

Dr. Terrier: Wie steht es mit der elektrostatischen Aufladung beim Begehen der Teppiche, Das galt doch lange Zeit als Problem!

Dr. Pamm: Derzeit können wir dieses Problem noch nicht vom Garn her lösen, sondern nur durch die Ausrüstung.

Dr. Studt: Was denken Sie über das Zumischen von Stahlfasern, beispielsweise zu Nylon?

Dr. Pamm: Der Teppich verliert trotzdem nach einiger Zeit seine antistatischen Eigenschaften. Die Stahlfasern brechen nämlich ab und werden dann bei der Reinigung mitentfernt.

Dr. Laub: Die Polyamidfaser hat als besondere Eigenschaft eine hohe Abriebfestigkeit, die Acrylfaser dagegen die Wollähnlichkeit und die Polypropylenfaser die Billigkeit. Welche spezifische Eigenschaft rechtfertigt Ihrer Ansicht nach den wachsenden Einsatz der Polyesterfaser auf dem Teppichmarkt?

Dr. Pamm: Die Polyesterfasern sind jenen aus Polyacrylnitril ziemlich ähnlich, nur sind sie viel stärker und dauerhafter. Es ist natürlich sowohl eine Frage der echten technologischen Eigenschaften als auch eine der Neuigkeit -, die Leute wollen eben immer etwas Neues.

Dr. Laub: Wenn man Polyacryl und Polyester miteinander vergleicht, dann wundert man sich über den Polyestereinsatz, weil dessen Fasern eine viel geringere Abriebfestigkeit aufweisen. Ihrer Antwort zufolge ist Polyester dem Polyacrylnitril sehr ähnlich. Bedeutet das, daß der Vorteil des Polyesters gegenüber Polyacrylnitril in der stärkeren Wollähnlichkeit (Aussehen, Griff) besteht?

Dr. Pamm: Man kann aus Polyesterfasern Teppiche machen, wie man sie aus Acrylfasern niemals herstellen kann. Polyesterfasern sind ja schmelzgesponnen, Polyacrylnitrilfasern dagegen naßgesponnen.

Wittauer: Polyester hat gegenüber Polyacrylnitril gewisse Vorteile. Da ist einmal die Stückfärbbarkeit (was eine geringe Lagerhaltung bedingt). Außerdem wissen Sie, daß das Drehungsfixieren von Garnen sehr teuer ist, wenn Sie es im Strang ausführen. Bei Polyester können Sie aber die Drehungsfixierung und das Stückfärben gleichzeitig vornehmen.

Nichtsdestotrotz sind die Gründe für die Einführung von Polyester doch hauptsächlich das Marketing. DuPont betreibt schon seit langem die Forschung auf dem Teppichsektor. Die Diagramme, die Sie gesehen haben, haben uns vor Jahren zu dem falschen Schluß verleitet, daß Nylon schlechthin die ideale Faser für Teppiche sei und daß die anderen Fasern hierfür gar keine Berechtigung hätten. Die Konkurrenz hat uns jedoch eines anderen belehrt. Nicht nur die Fasereigenschaften verkaufen sich gut, sondern auch die Ästhetik des Teppichs. Die Acrylfasern haben sich bereits bewährt, und die Polyesterfasern werden sich ebenfalls noch sehr stark einführen, weil der Verbraucher darauf Wert legt.

Dr. Martin: Leidet bei Fasern, deren Querschnitte die von Ihnen gezeigten Hohlräume aufweisen, die Texturierbarkeit? Und inwiefern sinkt die Wiedererholung? Möglicherweise können Sie durch diese Hohlräume einen Vorteil erzielen, da man auf Grund des geringeren Fadengewichts auch entsprechend mehr Fäden im Teppich unterbringen kann. Aber ich glaube, daß die Erholung dann etwas nachläßt. Dieses Verhältnis würde mich interessieren.

Dr. Pamm: Die Texturierbarkeit leidet nicht.

Dr. Martin: Beruht das eventuell auf geometrischen Gründen, wenn beispielsweise ein runder Querschnitt eine bessere Erholung bewirkt als ein derart deformierter?

Dr. Pamm: Wir haben keinen Unterschied gesehen, obwohl wir ihn eigentlich theoretisch erwartet hatten. Unser Texturverfahren ist kein mechanisches, es greift also die Faser nicht mechanisch an.

Dr. Studt: Ich glaube, das Färben von Polyester kommt teurer als das von Polyacrylnitril.

Wittauer: Wenn Sie die jetzigen Marktpreise berücksichtigen, dann stimmt das.

Dr. V. Gröbe: Geben Sie der Matrizenpolymerisation auf Vliesen eine Chance im Hinblick auf die Herstellung von Teppichen? Diese Methode wurde kürzlich von der BASF veröffentlicht.

Dr. Pamm: Dazu kann ich nicht Stellung nehmen.

Dr. Röder: Sie haben nur von Fußboden- und von Wandteppichen für Innenräume gesprochen. Es gibt aber auch noch - gerade in Amerika - die sogenannten Outdoor-Teppiche. Können Sie über deren Einsatz sowie über die dafür verwendeten Fasertypen sprechen?

Noch eine Anwendung dürfte sehr aussichtsreich werden: Spitäler zum Beispiel, wären sehr an Teppichen interessiert, die nach einigem Gebrauch weggeworfen werden könnten, um Infektionen zu vermeiden. Das Problem der Wiederinfektion ist ja in allen Spitälern der Welt aktuell. Der Flor dieser Teppiche sollte eher glatt sein, damit er leicht gereinigt werden kann. Was sagen Sie dazu?

Dr. Pamm: In Wilmington prüfen wir soeben Teppiche, die die Rasenflächen von Golfplätzen ersetzen sollen. Zu Ihrer zweiten Frage kann ich nichts sagen.

Dr. Satlow: Der heutige Stand der Teppichhygiene sowie des Auflegens von Teppichböden in Krankenhäusern ist etwa folgender:

Unsere Forschungsarbeiten zusammen mit jenen des Instituts für Hygiene der Universität Düsseldorf haben überraschenderweise ergeben, daß sich Bakterien auf Teppichböden nicht vermehren können, ja daß sie nicht einmal weiterzuleben imstande sind. Die Absterberate fällt innerhalb 24 Stunden bis auf 0,1 Prozent ab. Es wurde bei diesem Test mit Coli- und Eiterbakterien gearbeitet. Die Möglichkeit einer schnellen Desinfektion ist dadurch gegeben, daß man dem Teppichschampun ein Desinfektionsmittel zusetzt, das weder die Farbe noch die Faser angreift, im pH-Wert also relativ neutral ist. Gewisse Schwierigkeiten bestehen bei den Pilzen. Diese vermehren sich zwar nicht, aber ihre Absterberate ist unter Normalbedingungen (50 %

rel. Luftfeuchtigkeit bei 20°C) ziemlich gering. Man kann sie aber auch bei der Teppichreinigung abtöten.

Wir verfallen leider oft in den Fehler, den einzelnen Fasern Noten erteilen zu wollen. Wir sollten uns aber davor hüten zu sagen, diese Faser wäre besonders gut und jene wäre schlecht, weil Teppiche doch in verschiedenen Lebensbereichen aufgelegt werden. Ein Teppich mit einer Reyonpolschicht wird sich im Gäste- bzw. im Schlafzimmer (somit in wenig begangenen Räumen) ebensogut bewähren wie ein Teppichboden aus Polyamid in Büroräumen. Durch das Diagramm, auf dem nur das Kompressionsverhalten der Fasern dargestellt war, mußte einfach der Eindruck entstehen, als ob Polyacrylnitril oder Wolle weniger gut geeignet wäre als Polyamid.

Dr. Albrecht: Zurückgreifend auf das Manuskript dürfen wir dem Vortragenden keine lehrerhafte Notengebung unterstellen. Es wurde sehr oft zwischen den einzelnen Polymeren gewechselt. Die Diversifikation ist im Teppichsektor schon so stark geworden, daß wir uns jedesmal fragen müssen, welche Faser und welches Herstellungsverfahren jeweils wohl am geeignetsten sei.

Dr. Kratzsch: Eine Frage zu Polyester und zu Nylon: Wenn wir von Nylon sprechen, haben wir es in der Regel mit texturiertem Garn zu tun. Beabsichtigt Ihr Haus auch texturiertes Polyesterger Garn herauszubringen? Oder wird es bei Stapelfasern bleiben? In diesem Fall müßte man ja bei Polgewichten von 1000 g/m² bleiben, während sich Nylonteppeiche aus texturiertem Garn doch schon wesentlich von dieser Höhe entfernt haben und bereits auch durch ihre Preisgünstigkeit überzeugen konnten.

Dr. Pamm: Wenn ein solches Material gebraucht wird, werden wir es auch auf den Markt bringen.

Dr. Albrecht: Das bedeutet also, daß man aus normalem Polyesterger Garn gar kein texturiertes Endlosger Garn herstellen kann.

Dr. Pamm: Wir haben noch kein derartiges Garn für den Verkauf erzeugt, da wir noch nicht spüren, daß man es heute braucht.

Dr. Studt: Was halten Sie vom Texturverfahren der American Viscose Corporation für Endlospolyester?

Eine Bikomponentenfaser kann ja auch als gekräuselte Endlospolyester gelten. Vielleicht ergibt das jene Kräuselung von großer Beständigkeit, die Sie vorhin so gelobt haben.

Dr. Pamm: Es gibt immer mehrere Wege, um eine endlos texturierte Faser herzustellen. Welchen Weg wir verfolgen, kann ich hier nicht diskutieren.

Isotopentechnik in der Textilindustrie

Dr. Hubert V o g g
Laboratorium für Isotopentechnik,
Gesellschaft für Kernforschung m.b.H., Karlsruhe

Nach einer kurzen Einführung in das Fachgebiet der Isotopentechnik werden anhand ausgewählter Beispiele die Anwendungsmöglichkeiten für radioaktive Stoffe in der Textilindustrie aufgezeigt. Dabei wird in einem ersten Abschnitt auf den Einsatz umschlossener radioaktiver Präparate, zum Beispiel für Flächengewichtsmessungen oder zur Feuchtigkeitsbestimmung, eingegangen. Ein zweites Kapitel behandelt die Anwendung von Radionukliden als Leitisotope bei sogenannten *Tracermarkierungen*. Diese Methode ist vor allem für verfahrenstechnische Untersuchungen von besonderem Interesse.

Abschließend wird über ein spezielles kerntechnisches Analysenverfahren, die sogenannte *Aktivierungsanalyse*, berichtet. Ihre Anwendung gestattet die Durchführung von Leitisotopenversuchen auch mit inaktiven Stoffen, indem der kerntechnische Teil der Arbeit in ein Isotopenlabor verlegt wird; sie ist aber auch als analytisches Hilfsmittel einerseits für Schnellanalysen im Makrokonzentrationsbereich, andererseits für Spurenanalysen bis in den Bereich von 10^{-6} bis 10^{-7} Prozent von großer Wichtigkeit.

A brief introduction into the science of isotopes is followed by selected examples demonstrating possible applications of radioactive substances by the textile industry. Chapter 1 deals with the use of restricted radioactive preparations e.g. in measuring the weight per unit area or in determining the moisture content. A second chapter concerns the use of radionuclides as tracers in what is called *tracer marking*. This method is of special interest to process engineering.

In concluding, a report is given on a special nuclear analytical process, the so-called *activation analysis*. It permits tracer experiments with inactive substances by referring the nuclear part of the work to an isotope laboratory; it is also of major importance as an analytical aid in making rapid analyses in the range of macro-concentration on the one hand, and in making tracer analyses within a range of down to 10^{-6} to 10^{-7} per cent, on the other.

Unter Isotopentechnik wird allgemein die Anwendung radioaktiver Stoffe verstanden. Diese Beschränkung auf ausschließlich radioaktive Isotope ist vom Wort *Isotopentechnik* allein nicht ableitbar; sie ist vielmehr durch den Verlauf der Entwicklung nur so zu erklären, daß aus dem häufigen Gebrauch von Radioisotopen und deren Anwendung eine eigene Technik entstanden ist, für die man schließlich in ab-

gekürzter Form „*Isotopenanwendung* bzw. *Isotopentechnik*“ als feststehende Begriffe geprägt hat.

Isotopentechnik im Sinne der folgenden Ausführungen soll so verstanden werden, daß die Strahlung radioaktiver Stoffe dabei ausschließlich als Erkennungsmerkmal benützt wird, sei es, daß man aus einer gemessenen Strahlungsschwächung heraus bestimmte Aussagen über das Absorbermaterial machen kann, sei es, daß man mittels der Strahlung einen radioaktiven Stoff an einer bestimmten Stelle lokalisieren oder seinen Weg verfolgen kann. Nicht betrachtet wird, entsprechend der gegebenen Definition, die technische Strahlenchemie, bei der die Strahlung allein als Energielieferant dient. Hier ist nicht nur die Anwendung eine völlig andere, sondern auch der Anwender selbst muß über andere fachliche Voraussetzungen verfügen, als sie vom „*Isotopentechniker*“ im erstgenannten Sinne erwartet werden.

1. Notwendige Grundbegriffe

Will man radioaktive Stoffe in der Technik einsetzen, so ist die Kenntnis folgender Einzelheiten wichtig:

- a) Art der Strahlung
 - b) Energie der Strahlung
 - c) Aktivitätsmenge
 - d) Halbwertszeit
 - e) Verfügbarkeit
 - f) spezifische Aktivität
 - g) Nachweismöglichkeiten
 - h) Radiotoxizität und Strahlenschutz.
- zu a) Neben der α -, β - und γ -Strahlung wird in der Isotopentechnik noch die Neutronenstrahlung ausgenützt. Diese Neutronenstrahlung kommt zustande, wenn man α -Teilchen, beispielsweise von Americium-241, auf Beryllium einwirken läßt. Dabei findet eine sogenannte (α, n)-Reaktion statt, das heißt, nach Absorption eines α -Teilchens durch einen Berylliumkern wird aus dem gebildeten Zwischenkern ein Neutron emittiert.
- zu b) Für die Energie der Strahlung stehen unter den heute zugänglichen Radionukliden sowohl für β - wie für γ -Strahler Energien zwischen einigen keV und einigen MeV zur Verfügung. Die Strahlungsenergie ist wichtig, weil die Möglichkeit der Durchstrahlung von Materie davon stark abhängt.
- zu c) Die Aktivitätsmenge wird in Curie (Ci) oder in dazu kleineren Einheiten, wie Millicurie (mCi = 10^{-3} Ci) oder Mikrocurie (μ Ci = 10^{-6}), angegeben. 1 Curie bedeutet, daß $3,7 \cdot 10^{10}$ radioaktive Zerfälle pro Sekunde stattfinden.
- zu d) Die Halbwertszeit eines radioaktiven Stoffes gibt die Zeit an, in der seine Aktivität auf die Hälfte abnimmt. Nach zwei Halbwertszeiten ist die Radioaktivität auf ein Viertel, nach zehn Halbwertszeiten auf etwa ein Tausendstel der Ausgangsaktivität abgeklungen. Für die Halbwertszeit beim Einsatz von Radionukliden gibt es ebenfalls breite Auswahlmöglichkeiten. Radio-

nuklide mit Sekunden-Halbwertszeiten bis hin zu solchen mit Halbwertszeiten von mehreren Jahren stehen zur Verfügung.

- zu e) Unter Verfügbarkeit ist zu betrachten, ob ein radioaktiver Stoff leicht (z.B. käuflich) zugänglich ist, bzw. unter welchen Voraussetzungen er in einem Reaktor oder Zyklotron hergestellt werden kann.
- zu f) Die spezifische Aktivität gibt die erzielte Aktivität pro Masse des Ausgangselements an. Sie muß manchmal für das Gelingen eines Versuchs möglichst hoch sein, zum Beispiel, wenn hohe Verdünnungen während eines Versuchsablaufes auftreten. Die spezifische Aktivität kann entsprechend den Gesetzen für die Erzeugung eines radioaktiven Stoffes nur bis zu einem bestimmten Maximalbetrag, der sogenannten *Sättigungsaktivität*, erhöht werden.
- zu g) In der hohen Nachweisempfindlichkeit für radioaktive Strahlung ist die Anwendung radioaktiver Stoffe im wesentlichen begründet. Hier besteht ein enger Zusammenhang zur Energie der nachzuweisenden Strahlung, da härtere Strahlung leichter nachzuweisen geht als schwachenergetische Strahlung.
- zu h) Die Radiotoxizität trägt der unterschiedlichen Gefährlichkeit der einzelnen Radionuklide Rechnung. Jede Versuchsplanung muß aus der Kenntnis der Details heraus so erfolgen, daß keinerlei Sicherheitsrisiken während des Versuchsablaufes existieren. Dazu sind in den jeweils gültigen Strahlenschutzverordnungen die allgemeinen Regeln beim Umgang mit radioaktiven Stoffen genau festgelegt.

Durch geschickte Kombination der oben angegebenen Einzelparameter kann erreicht werden, daß ein Optimum an Information aus einem Versuch bei einem ebenfalls gegebenen Maximum an Sicherheit gewonnen werden kann.

2. Anwendungsbeispiele

Die in der Folge beschriebene mögliche Anwendung radioaktiver Stoffe gliedert sich in drei große Gebiete:

- a) Ausnutzung der Strahlung als solche, unabhängig vom die Strahlung aussendenden chemischen Element oder dessen Verbindung (Einsatz umschlossener radioaktiver Kleinstrahlenquellen, Radiometrie).
- b) Einsatz bestimmter, auch vom chemischen Element her festgelegter radioaktiver Stoffe zum Zwecke der Markierung von Materie; diese wird durch die Markierung über die Strahlungsmenge in ihrer Konzentration festgelegt (Anwendung offener radioaktiver Stoffe).
- c) Radioaktive Stoffe als Hilfsmittel der Analytik; Aktivierungen.

Zu a) Anwendung umschlossener radioaktiver Stoffe

Unter umschlossenen radioaktiven Stoffen versteht man käuflich erwerbbar Strahlenquellen, deren Radioaktivität von μCi bis zu etwa 100 mCi reicht.

Neben der Aktivitätsmenge sind die Art der Strahlung, die

Energie der Strahlung sowie die Halbwertszeit maßgebende Kenngrößen.

Während für Strahlenart und Strahlenenergie je nach Anwendungsproblem eine breite Variation möglich ist, soll die Halbwertszeit der verwendeten Radionuklide wegen einer guten Langzeitkonstanz der Strahlungsintensität möglichst lang sein, freilich ohne daß dabei die spezifische Aktivität zu niedrig wird. Am günstigsten sind Radionuklide mit Halbwertszeiten zwischen fünf und fünfzig Jahren. Trotz der Vielfalt von verfügbaren Radionukliden erfüllen diese Voraussetzung nur einige wenige. Es müssen daher manchmal auch Stoffe herangezogen werden, deren Halbwertszeit kleiner als fünf Jahre ist. Die wichtigsten, für Kleinstrahlenquellen sich eignenden Radionuklide sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Gebräuchliche umschlossene radioaktive Kleinstrahlenquellen

Radionuklid	Halbwertszeit	Art u. Energie (MeV) d. Strahlung			
			α	β	γ
Am-241	458 a	5,4	—	—	0,06; 0,03
Co-60	5,2 a	—	—	0,31	1,17; 1,33
Cs-137/Ba-137m	30 a	—	—	0,51	0,66
Ir-192	74 d	—	—	0,67	0,32; 0,47
Kr-85	10,7 a	—	—	0,67	—
Pm-147	2,67 a	—	—	0,22	—
Sr-90/Y-90	27,7 a	—	0,54; 2,26	—	—
Tl-204	3,8 a	—	—	0,76	—

Für den Einsatz umschlossener radioaktiver Kleinstrahlenquellen in der Textilindustrie hat es eine Reihe von Vorschlägen, vor allem auch auf der vom Büro EURISOTOP im Mai 1967 in Evian-les-Bains veranstalteten Informationstagung gegeben. Das Meßprinzip besteht entweder in der Durchstrahlung von textilem Material, wobei über die Strahlungsschwächung (Absorptionsverfahren) die Messung des Flächengewichts erfolgt, oder in der Ermittlung der Massenbelegung durch die Rückstreumeßtechnik, bei der nur von einer Seite an das zu prüfende Material herangegangen werden muß. Neben verschiedensten Flächengewichtsmessungen, unter anderem zum Beispiel von an Rundstrickmaschinen gewonnenem Textilmaterial¹⁾, wurden besonders Gleichmäßigkeitsprüfungen von Bändern^{2, 3)}, die Bestimmung des Schlichteauftrags⁴⁾, Beschichtungsprobleme⁵⁾ oder die Erkennung von Dichteschwankungen im Fasermaterial⁶⁾ bzw. in Imprägnierbädern⁷⁾ als durchführbare Anwendungsmöglichkeiten demonstriert. Auch Feuchtigkeitsmessungen unter Verwendung der Neutronenmeßtechnik wurden gezeigt⁸⁾.

Es herrscht der Eindruck vor, daß für derartige Anwendungen keine besonderen Entwicklungen mehr notwendig sind, und daß die bei den Herstellern von Strahlungsmeßgeräten vorhandene reichhaltige Erfahrung für derartige Meßproble-

me die beste Gewähr für einen breiten Einsatz der radiometrischen Methoden auch im Textilbereich bietet.

Wenn trotzdem die Anwendung nicht im erwarteten Umfang gelungen ist, so dürfte es dafür zwei wesentliche Ursachen geben:

1. Im Einzelfall mag eine bestimmte Spezialproblematik gegeben sein, die durch ein käufliches Gerät nicht automatisch und sofort gelöst werden kann, sondern einer Spezialanpassung bedarf, für die niemand Zeit und Kosten aufzubringen bereit ist.
2. Ohne die Möglichkeit von Vorexperimenten kann der Erfolg solcher Messungen manchmal schwer vorausgesagt werden, häufig mit der zwangsläufigen Konsequenz, daß finanzielle Investitionen aus Vorsichtsgründen dann nicht getätigt werden.

Beide Schwierigkeiten kann man überwinden, indem man außer den Firmen für Strahlungsmessgeräte isotopentechnische Laboratorien, die es in jedem Lande heute gibt, miteinschaltet. Diese Stellen arbeiten in der Regel mit den Strahlungsmessgerätfirmen eng zusammen und sind in der Lage, notwendige Spezialanpassungen durchzuführen oder mit vorhandenen Geräten in einem abzusprechenden Versuchsprogramm diese oft erwünschten Demonstrationen an Ort und Stelle eines Betriebes zu verwirklichen.

Zu b) Anwendung offener radioaktiver Stoffe

Während für einen breiten Einsatz der radiometrischen Meßmethoden keine grundsätzlichen Schwierigkeiten existieren, sondern dafür nur nach den günstigsten organisatorischen Voraussetzungen gesucht werden muß, ist für die Anwendung offener radioaktiver Stoffe ein sehr viel massiverer Anstoß notwendig. Ein Hauptgrund dürfte darin bestehen, daß die Markierung mit offenen radioaktiven Stoffen, die auch als *Tracertechnik*, *Indikator-* oder *Leitisotopenmethode* bezeichnet wird, in ihren Möglichkeiten noch zu unbekannt ist. Man muß deshalb das Prinzip kurz erläutern.

Bei diesen Verfahren will man bestimmte Reaktionen oder Produktionsströme oder auch Produkte selbst dadurch näher untersuchen, daß man artgleiche Radionuklide zur Markierung zugibt, um durch Messung deren Strahlung in Abhängigkeit von der Zeit das Verhalten des Gesamtsystems verfolgen zu können. Auf diese Weise lassen sich auch in geschlossenen Systemen Materialbewegungen oder Konzentrationsänderungen ermitteln.

Für die praktische Durchführung ist zu beachten, daß durch offene radioaktive Markierung eine *Kontamination* des betreffenden Systems verursacht wird und daher Strahlenschutzmaßnahmen entsprechend sorgfältig vor auszuplanen und Überwachungseinrichtungen vorzusehen sind.

Im Gegensatz zum Einsatz geschlossener Kleinstrahlenquellen muß man für die Verwendung offener radioaktiver Stoffe in der Technik relativ kurze Halbwertszeiten verlangen. Es sind dies Halbwertszeiten zwischen mehreren Stunden und mehreren Tagen. Kann diese Bedingung erfüllt werden, dann ist man sicher, daß die Radioaktivität durch natürli-

chen Zerfall entsprechend der Halbwertszeit in einer im voraus angebbaren Zeit aus dem System wieder verschwindet.

Zu beachten sind ferner die maximal zulässigen Konzentrationen der verwendeten Radionuklide vor allem in Wasser und Luft.

Die Einhaltung dieser Forderungen muß mit genügender Sicherheit garantiert werden. Dazu sind entsprechende Meßgeräte sowie im Umgang mit radioaktiven Stoffen geschultes Personal erforderlich. Wer darüber nicht verfügt, kann von privaten wie von öffentlichen Stellen im Auftrag Versuche durchführen lassen. Manchmal besteht außerdem die Möglichkeit, durch Modellversuche die Untersuchungen vom Betrieb weg in ein Isotopenlabor zu verlegen.

Die wichtigsten Radionuklide, die für eine offene Anwendung in Frage kommen, sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tab. 2: Gebräuchliche offene radioaktive Stoffe

Radionuklid	Halbwertszeit	Art u. Energie (MeV) d. Strahlung	
		β	γ
Na-24	15,0 h	1,39	1,37; 2,75
K-42	12,5 h	3,54	1,52
Sc-47	3,4 d	0,44; 0,60	0,16
Mn-56	2,6 h	1,03; 2,84	0,85
Cu-64	12,8 h	$\beta^-0,57; \beta^+0,66$	1,34
Ge-77	11,0 h	1,56; 2,12	0,27
As-76	26,0 h	2,42; 2,97	0,56
Br-82	36,0 h	0,44	0,55; 0,78
Zr-97	17,0 h	1,91	1,15
Mo-99/Tc-99m	67,0 h	1,23	0,14; 0,74
Sb-122	66,0 h	1,4; 1,97	0,56
I-132	2,3 h	0,8; 1,61	0,67; 0,77
I-131	8,0 d	0,61	0,36
La-140	40,0 h	1,1; 1,38	0,49; 0,75; 1,6
Au-198	65,0 h	0,96	0,41

Für eine praktische Anwendung kommt im wesentlichen das große Gebiet der chemischen Verfahrenstechnik in Frage. Überall, wo Reaktionen ablaufen und Produkte erzeugt werden, beispielsweise bei der Faserherstellung, treten Fragen über die Verweilzeit von Einzelbestandteilen zwischen verschiedenen technischen Aggregaten⁹⁾ auf. Durch radioaktive Tracermarkierung lassen sich solche Vorgänge ohne Eingriffnahme in das System durch Messung von außen, zum Beispiel an einer Rohrleitung, verfolgen.

Probleme der Durchmischung von Ausgangsstoffen treten in jedem Industriezweig, so auch in der Textilindustrie, auf. Man gibt auch hier wieder ein radioaktives Leitelement zu. Die Verteilung kann man wie folgt bestimmen: Man nimmt entweder zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Stellen

des Mischgefäßes kleine Probemengen ab und bestimmt darin auf einfachem, **radiometrischem Wege den Anteil** der zugegebenen aktiven Substanz, oder man **mißt** von außen am Mischaggregat selbst durch aufgebaute **Sonden an den interessierenden Stellen** die Radioaktivität durch die Behälterwandung hindurch. In letzterem Fall kann das Ergebnis auf Schreibern registriert und nach **Auswertung** eine Fülle **verfahrenstechnischer Details** herausgefunden werden.

Betrachtet man die Probleme des **Gleichmäßigkeitsauftrags**, sei es nun von Farbstoffen, von **Schmälzmitteln**, von Appreturen oder dergleichen **auf Textilien**, so **gibt es keine ähnlich elegante Methode des Verteilungsnachweises** dieser Stoffe, wie die durch radioaktive **Markierung^{10, 11, 12)}**. Dabei hat man in diesen Fällen in der **sogenannten Autoradiographie** ein hervorragendes Mittel, die Ergebnisse nicht etwa in einer Fülle von **Zahlendaten**, sondern als **echtes photographisches Abbild der realen Verteilungsverhältnisse** in anschaulicher Weise darzustellen.

Auf diesem Wege wird derzeit von uns die Verteilung des als Katalysator bei der Polyesterherstellung eingebrachten Antimons in diesem Fasermaterial **untersucht**, ein Beispiel, an dem **stellvertretend für** die vielen genannten Möglichkeiten die Methode der Autoradiographie erläutert werden kann. Bestrahlt man Polyester, vorliegend am besten in **Plattenform**, in einem Reaktor und **läßt** man die Probe zum **Abklingen erzeugter kurzlebiger Radionuklide etwa eine Woche** liegen, **dann enthält** dieses Material vorwiegend nur noch **Sb-Aktivität (Sb-122 mit einer Halbwertszeit von 2,7 Tagen bzw. Sb-124 mit einer Halbwertszeit von 60,3 Tagen)**. Der Prüfkörper wird jetzt für einige Zeit mit einem **photographischen Film** in Kontakt gebracht und nach Entwicklung der Prüfkörper als **Schwärzungsbild** erhalten (Abb. 1).

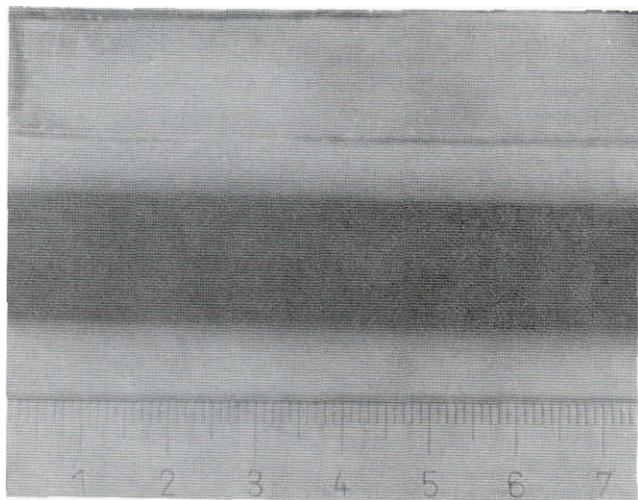


Abb. 1: Sb-Autoradiographie von Polyester (Bestrahlungszeit 60 Minuten bei einem Fluß von $9 \cdot 10^{13}$ n/cm²/sec. Verwendeter Film: Kodak AR 10, Expeditionszeit: 48 Stunden)

In einer **Ausschnittvergrößerung** (Abb. 2) zeigen sich, besonders wenn man mit einer durch **Belichtung mit diffusum Licht** gewonnenen Aufnahme vergleicht, **im Bereich von ca. 5 µ Schwärzungsunregelmäßigkeiten**, die auf eine in diesem Bereich **ungleichmäßige Verteilung des Antimons** zurückgeführt werden konnten. Durch noch empfindlichere Untersuchungen müssen **darüber** exaktere Aussagen noch gewonnen werden.

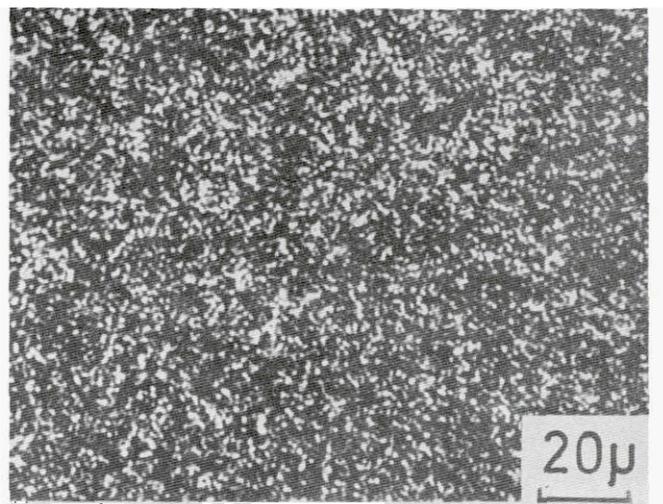


Abb. 2: Ausschnittvergrößerung aus Abbildung 1. Sb-Autoradiographie von Polyester

Denkt man weiter an das umfassende Gebiet der **Verschmutzung und Reinigung von Textilien**, so hat man wiederum **hervorragende Anwendungsmöglichkeiten**, zum Beispiel für die Praxis des **Entwicklungslabors**, vor **sich^{13, 14)}**.

Auf **Verschleißmessungen**, die besonders für den auch im **textilen Bereich stark vertretenen Maschinenbausektor** interessant sind, sei ebenfalls hier kurz hingewiesen. Durch **radioaktive Markierung bestimmter Verschleißteile** können in **kurzen Versuchsläufen wichtige Verschleißdaten** schnell gewonnen werden.

Die angeführten Beispiele zeigen, daß diese Untersuchungen nicht so sehr für den **Betriebsingenieur** interessant sind, der in der Regel **kontinuierliche Kontrollmessungen** am durchlaufenden Produkt haben will, sondern daß solche Versuche vor allem den **Verfahrensingenieur**, der mit **Verfahrensoptimierung** zu tun hat, ansprechen. Es ist enorm wichtig, darin eine **bedeutende Aufgabe zu sehen**; will man nämlich einen **echten technischen Fortschritt** erzielen, dann muß man sich mit den **Grundlagen der Verfahrenstechnik** in der täglichen Praxis auseinandersetzen.

Inaktive Markierungen

Trotz des großen Angebotes für Versuche mit offenen radioaktiven Stoffen ergeben sich wegen besonderer betrieblicher Gegebenheiten manchmal Anwendungsschwierigkeiten, die eine Markierung mit offenen Radionukliden nicht zulassen. Hier bietet sich die günstige Möglichkeit einer inaktiven Tracermarkierung an, bei der man den kerntechnischen Teil der Untersuchungen ins Isotopenlabor verlegt, indem man gezogene Analysenproben nachträglich aktivierungsanalytisch auf das zugegebene inaktive Leitisotop untersucht.

Das Prinzip dieses Verfahrens kann in einem praktischen Beispiel, das wir zur Zeit zusammen mit der Forschungsgesellschaft für Chemiefaserverarbeitung Denkendorf bearbeiten, gezeigt werden.

Hierbei handelt es sich um die Bestimmung der Mischkomponentenverteilung im System Polyester/Zellwolle. Polyester wurde bei seiner Herstellung mit 0,2 Prozent Lanthan inaktiv markiert und mit diesem Material ein Mischkomponentengarn Polyester/Zellwolle im Verhältnis 70/30 hergestellt. Gibt man Garnabschnitte dieses Materials zur Aktivierung in einen Reaktor, so finden entsprechend der stofflichen Zusammensetzung des Garns verschiedene Kernreaktionen statt. Die wichtigste davon ist die sogenannte *Neutroneneinfangreaktion*, bei der von einem Atomkern ein einzelnes Neutron eingefangen und damit ein um die Masse 1 schwereres Isotop gebildet wird. Eine derartige Reaktion geht auch das im Polyester enthaltene Lanthan ein, indem aus dem stabilen Lanthan-139-Kern durch Neutroneneinfang Lanthan-140 gebildet wird. Dieses Lanthan-140 ist radioaktiv und kann auf Grund seiner emittierten γ -Strahlung meßtechnisch bequem nachgewiesen werden. Andere im

Garn erzeugte Radioaktivität, die von anderen Matrixelementen stammt (z.B. Sb), stört den Nachweis dieses Lanthan-140 nicht.

In den Abbildungen 3 und 4 ist jeweils das nach Reaktoraktivierung erhaltene γ -Spektrum einer reinen Polyesterkomponente sowie einer mit Lanthan markierten Polyesterkomponente dargestellt.

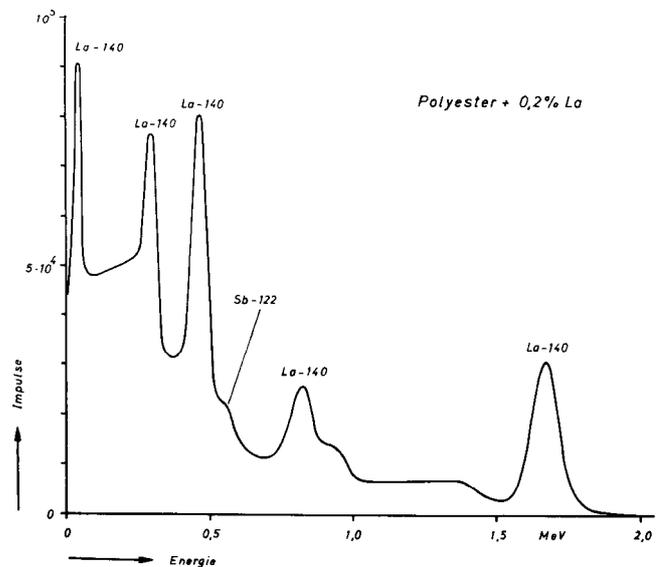


Abb. 4: γ -Spektrum von neutronenbestrahltem, Lanthan-markiertem Polyester

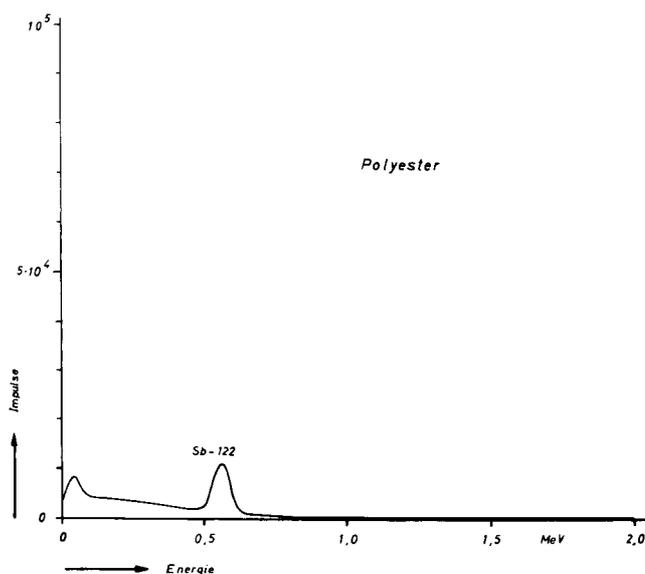


Abb. 3: γ -Spektrum von neutronenbestrahltem, reinem Polyester

Da das Lanthan repräsentativ ist für Polyester, ermittelt man über die Lanthananalyse unmittelbar den Polyestergehalt und schließlich die Verteilung Polyester/Zellwolle. Der besondere Vorteil dieses aktivierungsanalytischen Nachweises liegt darin, daß täglich bis zu 200 Analysenproben auf diesem Wege verarbeitet werden können. Man hat daher in kurzer Zeit genügend statistisches Material, um die Längenvariationskurve des Mischkomponentengarns aufstellen zu können.

Zu c) Analytische Anwendungen

Offene radioaktive Stoffe leisten auch wichtige analytische Hinweise. Gibt man beispielsweise einem Reaktionsgemisch eine bestimmte Menge einer radioaktiven Lösung zu, wartet, bis eine homogene Mischung erreicht ist, und zieht dann wieder eine Probe, so kann man über eine einfach mögliche Radioaktivitätsbestimmung in dieser Probe den Verdünnungsgrad und damit leicht die Gesamtmenge des Reaktionsgemisches ermitteln (Verdünnungsanalyse).

Besondere Bedeutung hat die bereits beschriebene Methode der Aktivierungsanalyse erlangt. Mit keinem anderen Verfahren kann die Bestimmung von Spurenelementen ohne Zerstörung der Probe ähnlich schnell und elegant durchgeführt werden. So wurden von uns ohne besondere Schwierigkeiten

rigkeit in Polyester die Elemente Natrium, Mangan, Chlor, Brom, Zirkon, Gold und Caesium als Spurenelemente qualitativ ermittelt. Quantitative Analysen auf diesem Wege sind ebenfalls ohne Schwierigkeiten möglich. Die Methode hat Bedeutung, um über die Reinheit von Ausgangsmaterialien Auskunft zu erhalten oder über ein bestimmtes Spurenmuster eine Güteklassifizierung oder eine Herkunftsbestimmung zu treffen.

Neben der Bestimmung von Spurenelementen ist die Aktivierungsanalyse als besondere Schnellanalysenmethode im Makro Konzentrationsbereich ebenfalls stark zu beachten. Dazu stehen heute leicht zugängliche, käufliche Neutronengeneratoren zum Zwecke der Probenaktivierung zur Verfügung. Eine derartige Bestrahlungseinrichtung zeigen die Abbildungen 5 und 6.

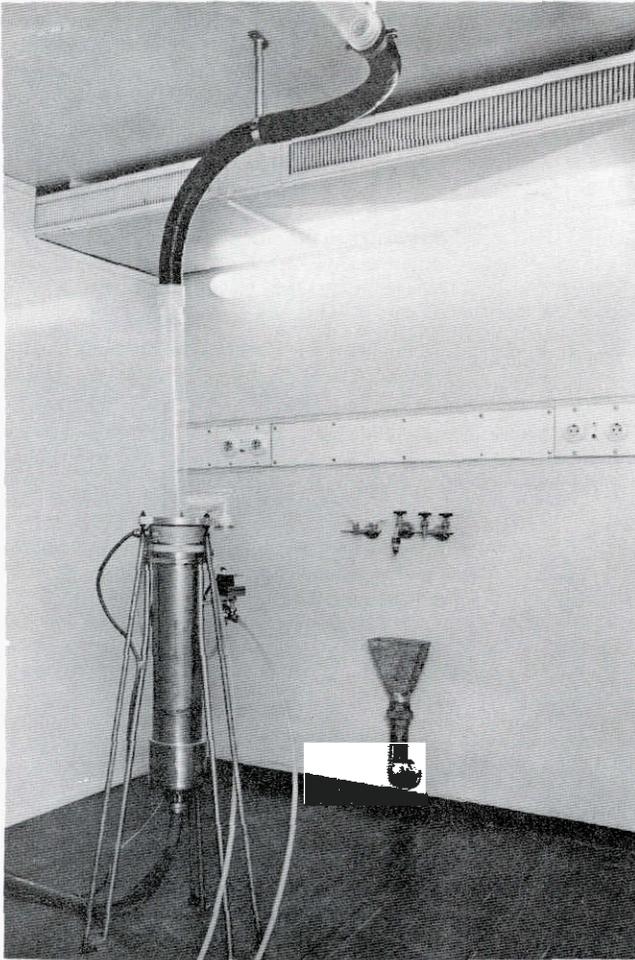


Abb. 5: Neutronenröhre des Laboratoriums für Isotopentechnik der Gesellschaft für Kernforschung, Karlsruhe

In Abbildung 5 ist die eigentliche Neutronenröhre - es handelt sich um eine abgeschmolzene Röhre vom Typ Philips,

Quellstärke $3 \cdot 10^{10}$ n/sec -, in Abbildung 6 die Meßeinrichtung dargestellt. Neutronenröhre und Meßeinrichtung sind über ein Rohrpostsystem für schnellen Transport der Bestrahlungsproben miteinander verbunden.

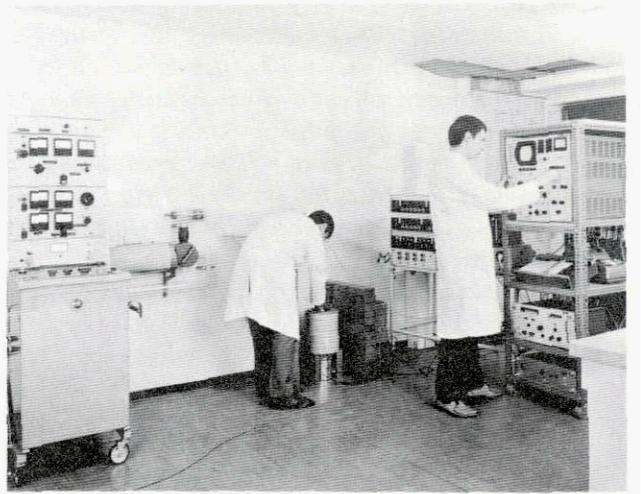


Abb. 6: Meßeinrichtung zur Auswertung bestrahlter Proben, bestehend aus Multikanalanalysator und 2 NaJ-4"x4"-Detektoren. Laboratorium für Isotopentechnik der Gesellschaft für Kernforschung, Karlsruhe

Sauerstoffanalysen sind aktivierungsanalytisch unter Verwendung von Neutronengeneratoren im Makro- wie im Mikrokonzentrationsbereich (eine Neutronenquellstärke von $3 \cdot 10^{10}$ n/sec erlaubt bei kompakten Proben O₂-Analysen bis zu einem Gehalt von etwa 10⁻³ %) ebenfalls leicht möglich. Ist der Sauerstoffgehalt einer reinen Faser zum Beispiel konstant, so kann dies auch zur Feuchtigkeitsbestimmung herangezogen werden, indem einmal der Wert für getrocknete Faser ermittelt und damit jeweils der Wert der unterschiedlich feuchten Faser verglichen wird. Auf diese Weise kann sogar in Zellwolle, die einen relativ hohen Sauerstoffgehalt aufweist, die Feuchtigkeitsbestimmung bei Werten zwischen 10 und 14 Prozent auf etwa 1/2 Prozent genau erfolgen. Die benötigte Zeit für diese Analyse beträgt etwa 1 Minute, die Kosten liegen bei etwa DM 15,-.

3. Ausblick

Es kann kaum ein Zweifel bestehen, daß isotopentechnische Methoden auch in der Textilindustrie gute Dienste leisten können. Zwischen Textilfachleuten und solchen der Isotopentechnik gilt es, einzelne interessante Probleme durch das gegenseitige Gespräch herauszuarbeiten und gemeinsam anzugehen.

Solches Bemühen darf nicht unterminiert werden, indem in übertriebener Weise als erste Frage immer wieder die nach den wirtschaftlichen Gewinnen gestellt wird. Eine ökonomi-

sche Betrachtungsweise ist notwendig, sie sollte jedoch den Schlußpunkt und nicht den Auftakt zu isotopentechnischen Studien bilden.

Eine allgemeine Antwort auf die Frage der Wirtschaftlichkeit kann man geben. Sie lautet:

Ertragsrechnungen lassen sich bei Anwendung von umschlossenen Kleinstrahlenquellen mit fest eingebauten Detektoren und Strahlungsmeßgeräten im Einzelfall immer durchführen. Dies gilt in gleicher Weise auch für die analytischen Anwendungen. Bisherige Ergebnisse sprechen für die isotopentechnischen Methoden. Bei verfahrenstechnischen Untersuchungen mit offenen Radionukliden, einer Untersuchungsmethodik, die sich mehr den Grundlagen zuwendet, ist eine Ertragsrechnung nur schwer möglich. Daraus darf man nicht ableiten, daß diese Verfahren unwirtschaftlich seien. Genau das Gegenteil ist der Fall; erkennbar wird dies freilich nur für diejenigen sein, der weiß, wieviel eine gesunde, erforschte und letztlich optimierte Verfahrenstechnik wert ist.

Abschließend möchte ich nicht versäumen, meinen Mitarbeitern für die Durchführung der autoradiographischen Untersuchungen auch an dieser Stelle zu danken.

Literatur:

- 1) K.H. Wächter: „Möglichkeiten der Überwachung des Flächen­gewichts von an Rundstrickmaschinen gewon­nenem Textilmaterial mittels Radionukliden“; Tex. I/13; Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967
- 2) P.G. Caldera, M. Bona: „Von Radioisotopen gebotene Mög­lichkeiten zur Messung der Gleichmäßigkeit des Bandes in den Streckwerken“; Tex. I/11, Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967
- 3) E. Langel, E. Kirschner: „Gleichmäßigkeitsprüfung von Bän­dern an der Baumwollregulierstrecke“; Tex. I/5, Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967
- 4) E. Schenkel: „Über die Anwendung von β -Strahlen zur konti­nuierlichen quantitativen Bestimmung des Schlichteauftrags“; Tex. I/24, Büro EURISO­TOP, Brüssel, 1967
- 5) I. Wendt: „Kontrolle der Latexbeschichtung von Teppichen“; Tex. I/27, Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967
- 6) D. Debuchy: „Ermittlung gelegentlicher Fehler der Faserdich­te am Kardenband durch Rückstreuung und Ab­orption“; Tex. I/6, Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967
- 7) H.J. Brielmaier, I. Wendt: „Kontrolle der Dichte von Imprä­gierbädern bei der Naß-auf-Naß-Ausrüstung“; Tex. I/18, Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967
- 8) L. Wiesner, W.H. Zilg: „Feuchtigkeitsbestimmung an Wollbal­len und an Stoffstapeln und -ballen“; Tex. I/21, Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967
- 9) P.G. Caldera: „Kontrolle der Verweilzeit von Stoffen bei der Chemiefaserherstellung durch Anwendung radio­aktiver Isotope“; Tex. II/16, Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967
- 10) M. Rieber, G. Schulze-Pillot: „Bestimmung der Menge und Verteilung der Präparation auf Polyesterfäden durch radioaktive und inaktive Markierung“; Tex. II/6, Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967
- 11) P. Rochas: „Untersuchungen über die Markierung von Schmälz­mitteln auf Garnen beim Haspeln, Spulen und Zwirnen“; Tex. II/4, Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967
- 12) P. Rochas: „Untersuchung der Paraffinverteilung auf Trikot­garnen“; Tex. II/5, Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967
- 13) E. Fischer: „Anwendung radioaktiv markierter Substanzen bei der Untersuchung von Wasch- und Reinigungs­vorgängen“; Tex. II/10, Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967
- 14) P. Cüppers, I. Wendt: „Untersuchungen über Verschmutzungen und Reinigungsverfahren von Teppichen“; Tex. II/9, Büro EURISOTOP, Brüssel, 1967

Diskussion

Dr. Riggert: Zu dem ersten von Ihnen genannten Anwendungsgebiet unter das auch die Absorptionsmessungen fallen, möchte ich hinzufügen, daß diese bei der Herstellung von Spinnrohstoffen bereits zum Stand der Technik gehören (z.B. wenn das Oberflächenniveau in Reaktoren bestimmt werden soll). Besonders trifft dies für im Durchfluß betriebene Reaktoren zu, in denen das Polymerisat vollkontinuierlich hergestellt wird. Diese Methode wird nur dann problematisch, wenn sich an der Oberfläche starker Schaum bildet. In diesem Falle muß man zum Teil auf mechanische oder auf elektrische Meßmethoden zurückgreifen.

Als zweites Anwendungsgebiet brachten Sie das Beispiel der Antimonverteilung in Polyäthylenterephthalat. Wurde das Antimon bei Beginn der Kondensation als lösliche oder als unlösliche Verbindung eingesetzt?

Dr. Vogg: Zur ersten Frage, der Oberflächenniveaumessung in Reaktoren, möchte ich bemerken, daß meines Wissens bei einigem Aufwand die radiometrische Absorptionsmessung so exakt durchgeführt werden kann, daß sogar eine Schaumzone gesondert erfaßt werden kann.

Die zweite Frage kann ich nicht beantworten, weil wir die Polyesterplatten in fertigem Zustand erhielten und keine Angaben über den Herstellungsverlauf besitzen. Vielleicht kann Herr Dr. Albrecht darüber Auskunft geben.

Dr. Albrecht: Die Antimonverbindung wurde in löslicher Form zugesetzt.

Dr. Thater: Wie sieht es mit der Abwasserbelastung durch kurzlebige Produkte aus? Gibt es schon gesetzliche Bestimmungen über die zulässige Konzentration? Auch bei Verwendung kurzlebiger Isotope wird man damit rechnen müssen, daß einiges im Verlauf der Ausrüstung der textilen Produkte ins Abwasser gelangt.

Ist es möglich, selbst zu aktivieren, wenn man mit kurzlebigen Radionukliden im Betrieb arbeiten will?

Eine Frage zur Ökonomie: Wie teuer sind solche Produkte überhaupt?

Dr. Vogg: Es gibt in jedem Land Strahlenschutzbestimmungen, in denen die maximal zulässigen Konzentrationen für radioaktive Stoffe in Wasser und in Luft festgelegt sind. Allgemein ist zu bemerken: Je kurzlebiger ein Radionuklid ist, desto größer ist auch die zulässige Toleranzkonzentration. Das ist verständlich, weil die Gefährlichkeit mit der Halbwertszeit gekoppelt ist. Je kürzer letztere ist, desto einfacher ist die Handhabung. Bevor man einen radioaktiven Versuch durchführt, muß man selbstverständlich von Fall zu Fall genau berechnen, in welchen Konzentrationen die radioaktiven Stoffe im Wasser anfallen. Bei Überschreitung der Toleranzkonzentration ergeben sich zwei Möglichkeiten: Entweder führt man vor der Ableitung zusätzliches Verdünnungswasser zu, oder man schaltet Tanks dazwischen, um die Radioaktivität abklingen zu lassen.

Bei Verwendung kurzlebiger offener radioaktiver Stoffe wird gerade wegen der kurzen Halbwertszeit bei Versuchsbeginn häufig eine relativ hohe Radioaktivität vorgegeben, in vielen Fällen zum Beispiel von mehreren 100 mCi. Das erfordert freilich eine gewisse radiochemische Erfahrung, über die in der Regel nur radiochemisch ausgebildetes Personal in Speziallaboratorien verfügt. Solche Speziallaboratorien befinden sich meist am Ort eines Reaktors, weil damit auch die Möglichkeit zur Erzeugung kurzlebiger Radionuklide durch Reaktoraktivierung in einfacher Weise gegeben ist. Eine Aktivierung in einem Betrieb selbst, zum Beispiel durch Verwendung eines Neutronengenerators, scheidet in den meisten Fällen aus, da auf diese Weise nicht genügend hohe Aktivitätsmengen erzeugt werden können.

Wir selbst machen in meinem Laboratorium viele Versuche durch Markierung mit Natrium-24, das 15 Stunden Halbwertszeit besitzt. Bei einer so kurzen Halbwertszeit ist die Radioaktivität innerhalb einer Woche fast völlig abgeklungen. In einem solchen Falle gibt es dann auch keine Schwierigkeiten mit den Behörden, um für solche Versuche die Genehmigung zu erhalten.

Die Frage, was diese Stoffe kosten, kann ich nur so beantworten: Sie sind außerordentlich billig. Auch die Aktivierung als solche ist alles in allem sehr billig. Ein kurzlebiges Radionuklid verlangt ja auch auf Grund der Bildungsgesetze nur eine kurzzeitige Aktivierung im Reaktor. Etwas anderes ist es, wenn man solche Versuche, wie ich es für viele Fälle empfehlen würde, von Speziallaboratorien machen läßt. Dort gehen im wesentlichen nur die Personalkosten in die Kalkulation ein. Ein Durchmischungsproblem zu untersuchen, oder eine Verweilzeitmessung durchführen zu lassen, kostet heute pauschal etwa DM 2000,- bis DM 3000,-.

Dr. Albrecht: Herr Dr. Vogg hat diesen Vortrag dahingehend konzipiert, daß man sich bereits zu Hause überlegen kann, was man unter Umständen mit solchen Methoden in der Praxis anfangen kann. Er hat ausdrücklich darauf hingewiesen, daß Details erst im direkten Gespräch geklärt werden können, weil die Textilfachleute mit dieser Materie nur selten vertraut sind.

Prof. Köb: Es hat sich schon die Frage erhoben, ob für die Textilindustrie nicht die Möglichkeit bestünde, daß sich ein Forschungsinstitut, das die textilen Belange - insbesondere die Ausrüstungsprobleme - kennt, einer solchen Sache annimmt und sich dann mit Ihnen in Verbindung setzt. Ich denke, das wäre eine günstigere Lösung, als wenn jeder einzelne Textilbetrieb mit der Bitte an Sie heranträte, dieses oder jenes Problem zu lösen. Das Team, das dann von Ihnen geschickt würde, stünde in letzterem Fall dem textilen Problem wie der Maschinerie fremd gegenüber.

Dr. Vogg: Ich bin durchaus der gleichen Meinung wie Sie. Wahrscheinlich denken Sie in Weiterführung Ihres Gedankens auch an ein eigenes Isotopenlabor für die Textilindustrie. Eine solche Einrichtung wäre meines Erachtens sehr zu begrüßen. Der Plan, Isotopenlaboratorien in einen Industriezweig einzuführen (z.B. als zentrale Forschungsstelle) scheidet freilich zumeist daran, daß viele Leute von der Nützlichkeit einer solchen Sache nicht restlos überzeugt sind. Wir sind daher der Ansicht, daß erst einmal die Nützlichkeit kerntechnischer Methoden in einem Industriezweig demonstriert werden muß. Wenn dies in einigen Fällen gelungen ist, dann fällt der Entschluß, die hohen Investitionskosten für den Aufbau eines solchen Laboratoriums zu übernehmen, schon leichter.

Ich habe Ihnen hier nicht mangels Masse nur einige wenige Beispiele vorgeführt - man kann weitere experimentelle Arbeiten jederzeit in der Literatur finden (auch wurden in Evian-les-Bains und in Baden-Baden darüber bereits Konferenzen abgehalten) -, ich wollte Sie vielmehr durch ein Übersichtsreferat zu weiterem Nachdenken anregen bzw. Sie bitten, Ihre eigenen Probleme dahingehend zu überprüfen, inwieweit diese mit isotopentechnischen Hilfsmitteln zu lösen sind.

Dr. Albrecht: Noch eine Frage zum Beispiel der Verteilung im Garn: Können Sie sich vorstellen, daß sich die Aktivierungsanalyse bzw. die radioaktive Messung auch auf dem laufenden Faden durchführen läßt?

Dr. Vogg: Zunächst schnitten wir die Fäden in Stücke und führten damit die Lanthananalyse durch. Ein Ziel ist es in der Tat, diese Messung am laufenden Faden vornehmen zu können. Dies wird jedoch höchstens im Textilforschungslabor möglich sein. In der Produktion selbst erscheint es aussichtslos, da die Geschwindigkeiten der Textilmaschinen für eine kontinuierliche Messung zu hoch sind.

Dr. Stoll: Sehen Sie eine Möglichkeit, die Tracermethode mit der radioaktiven Regelungsmethode zu kombinieren? Wie Herr Dr. Riggert bereits erwähnte, gehört die radioaktive Niveaumessung schon zum Stand der Technik. Das ist besonders interessant, soweit dies die kontinuierlichen Verfahren betrifft. Wäre es möglich, noch zusätzliche Messungen über die Verteilung bzw. die Strömungsart in den Reaktoren vorzunehmen? Vielleicht ebenfalls durch den Zusatz von Tracern? Haben Sie schon Erfahrungen darüber gesammelt, ob man nicht eventuell zu diesem Zweck verschiedene Strahler einsetzen könnte?

Dr. Vogg: Ich sehe an dieser Frage, daß ich doch etwas mißverstanden worden bin. Die Beispiele aus der Tracertechnik, von denen ich

erzählt habe, bezeichnen wir als singuläre Fälle. Sie dürfen die Tracertechnik nicht so verstehen, als ob sie eine betriebsmäßige Kontrollmethode wäre, wo Sie ständig solche Messungen einfach durch Zugabe von Tracern während des Produktionsverlaufs durchführen könnten. Der Zusatz von Tracern wird wohl ein einmaliger Fall sein. Die Niveaumessung dagegen, die Sie vergleichsweise dazu erwähnen, ist eine stationäre Messung mit einem umschlossenen radioaktiven Präparat und eignet sich für eine kontinuierliche Kontrolle.

Prof. Rais: Als vor ein paar Jahren die Radioisotope in der Praxis eingesetzt wurden, glaubte man, daß sie alle Schmerzen in der Analytik wie in der Praxis heilen könnten. Es gab aber doch auch manchen Mißerfolg. Wir haben beispielsweise die Waschkraft verschiedener oberflächenaktiver Textilhilfsmittel bestimmt. Dazu haben wir radioaktiven Kohlenstoff-14 als Ruß zugesetzt. Der Tracer zeigte zwar die Verteilung bzw. die Beseitigung des restlichen Schmutzes an, aber eine optische Auswertung erwies sich als vorteilhafter. Ebenso gelang uns die Beseitigung der statischen Elektrizität in den Spinnereien nicht. Dabei spielten gesundheitliche Rücksichten die größte Rolle. Antistatische Hilfsmittel haben dieses Problem dagegen einwandfrei gelöst.

Ebenso wenig erfolgreich war die Messung von Gleichmäßigkeit und Dicke der Avivagenschicht an der Faseroberfläche. Es zeigte sich nämlich, daß die Isotopentechnik für bestimmte Zwecke zu empfindlich, für andere Bestimmungen sogar völlig ungeeignet ist. Ihr großer Nachteil besteht hauptsächlich darin, daß die Strahlung in alle Richtungen des Raumes wirkt. Das bedeutet aber, daß man in einer bestimmten Richtung keine bestimmte anisotrope Messung durchführen kann.

Sehr gut haben sich die Radionuklide dagegen bei der Bestimmung der Stapelfaserverteilung in Vliesen, Kammzügen oder in Garnen bewährt, ebenso zur Bestimmung der Wanddicke in geschlossenen Kesseln. Für uns Chemiker sind die Radioisotope am nützlichsten zur Bestimmung von Reaktionsmechanismen bei der Herstellung von künstlichen Fasern, sowie bei der Untersuchung von Färbeprozessen (beispielsweise bei reaktiven Farbstoffen). Ihre größte Zukunft sehe ich in der Verwendung als Spurenelement, womit sie den Stoffwechsel des Körpers aufklären helfen.

Dr. Vogg: Dem wesentlichen Inhalt Ihrer Ausführungen muß ich leider widersprechen. Sie haben recht, daß man seinerzeit mittels der Isotopentechnik viele Probleme lösen wollte, die für eine Lösung durch sie aber gar nicht besonders gut geeignet waren. Das hing aber weitgehend von einer gewissen Fehleinschätzung ab und von der Hektik, die damals alle nach der Einführung der Isotopentechnik ergriffen hatte.

Die praktischen Beispiele aber, die Sie erwähnt haben, wie Verschmutzungs- oder Reinigungsvorgänge, die lassen sich sehr wohl durch positive Ergebnisse belegen, weil man gerade solche Prozesse mittels der Traceranalytik in außerordentlich eleganter Weise aufklären kann.

Ich glaube ferner, daß man die Probleme der Avivagenverteilung durch die Mikroautoradiographie lösen kann. Wir sind in unseren Laboratorien derzeit dabei, diese Methode auszuarbeiten. Ich würde daher dem Tenor, den Sie in Ihre Frage gelegt haben, meinerseits nicht beipflichten.

Dipl.-Chem. Hering: Auch wir haben Untersuchungen mit der Anwendung von offenen bzw. geschlossenen Strahlern sowie mit Aktivierungsanalysen gemacht. Auch wir sind heute auf dem Standpunkt, daß für die Textilindustrie allein die geschlossenen Strahler und die Aktivierungsanalyse anwendbar sind. Die offenen Strahler sind zu kompliziert in der Handhabung, und die Arbeitskräfte sind dafür noch nicht genügend ausgebildet. Offene Strahler sehen wir nur für Forschung und Entwicklung vor. Auf diesem Gebiet haben sie bereits sehr gute Ergebnisse gebracht. Kennen Sie vielleicht derartige Anwendungsbeispiele aus der Industrie? Sie erwähnten vorhin die Konzentrationsmessungen; aber diese können ja auch mit Hilfe anderer Methoden vorgenommen werden, was wir im Moment noch als günstiger erachten.

Dr. Vogg: Ich bin für diesen Diskussionsbeitrag sehr dankbar, denn er unterstreicht, wie die Isotopentechnik in manchem Land auch auf dem Textilsektor bereits Erfolge zu erzielen half. Sie sind bereits in einer Entwicklungsphase, wo man diese Dinge möglichst in eigener Regie im eigenen Betrieb handhaben möchte. Bei uns ist man noch lange nicht so weit. Wir sind daher der Meinung, daß man zunächst - weil eben diese Technik noch nicht so bekannt ist - solche Aufgaben den Speziallaboratorien übertragen sollte. Zweifellos wird einmal die Zeit kommen, wo jeder Betrieb dann selbst mit radioaktiven Stoffen wird umgehen können.

Zu Ihrer letzten Bemerkung über die Konzentrationsmessung möchte ich antworten, daß es vor allem bei größeren Apparaturen im geschlossenen System wohl kaum eine andere Möglichkeit über Konzentrationsnachweise geben wird, als die der radioaktiven Markierung und Messung durch die Behälterwandung hindurch.

Dr. Albrecht: Ich möchte nochmals darauf hinweisen, daß man sich auch mit neuen Dingen auseinandersetzen soll. Allerdings sollte man dann nur Leute fragen, die wirklich etwas davon verstehen. Eine ökonomische Betrachtungsweise ist sicher notwendig, sie sollte jedoch nicht am Beginn der Überlegungen stehen, sondern am Ende reiflicher Prüfung. Denn wenn allen Forschungsvorhaben die ökonomischen Überlegungen vorangestellt würden, dann sollte man aufhören, über Neuerungen nachzudenken.



**Strick- & Wirkwarenfabrik
Inh. L. Golitschek Elbwart**

A-1070 Wien, Schottenfeldgasse 53 - Tel. 93 35 51

Das Verhalten von Chemiefasern in der Konfektion

Fritz K a u n
 Textiltechnisches Institut der
 Glanzstoff-AG., Wuppertal-Elberfeld

Alle Stufen der Textilindustrie müssen bei ihren Entwicklungen die Belange der Konfektion berücksichtigen. Häufig zeigen sich Schwierigkeiten und Probleme erst dann, wenn der Stoff verarbeitet wird. Verschiedene Stoffarten verlangen bis zu einem gewissen Grad eine besondere Konfektionstechnik.

Die Modellgestaltung muß den jeweiligen Stoffcharakter berücksichtigen. Der beste und interessanteste Stoff kann durch unsachgemäßes Nähen enttäuschende Ergebnisse bringen.

Die Zutaten müssen gut auf den Oberstoff abgestimmt sein. Vor allem bei waschbarer und bügelfreier Bekleidung kommt den Zutaten eine besondere Bedeutung zu.

Hinsichtlich der Nahtelastizität bei Maschenware gibt der Vortragende Hinweise, auf welche Dinge besonders geachtet werden müssen. Er stellt die Frage, ob die Maschenware problematischer sei als das Gewebe. Außerdem zeigt er ein neues Verfahren der Konfektion, das auch für den Weber sowie für den Färber interessant sein dürfte: das „Frontfixieren“.

Due consideration must be given in all stages of textile production to the requirement of making up. Difficulties and problems fail to become apparent until the fabric is in the process of being made up. Some types of fabrics call for specialized methods of making up.

Model designing must take into account fabric characteristics. Disappointing results can be arrived at with the most valuable and interesting fabrics if they are not properly made up.

Accessories must be well adapted to the type of top cloth used. This holds good, in particular, in the case of washable no-iron wearing apparel.

The lecturer draws attention to crucial points to be considered in connection with knit goods. He raises the question of whether knit goods are more problematic than woven fabrics. He further demonstrates a new making-up process which might be of interest to both weavers and dyers, i.e. front fixation.

Stoffentwicklungen und Konfektion

Das ständig stärkere Vordringen der Chemiefasern in fast alle Gebiete der Konfektion erfordert ein gewisses Maß an Kenntnissen auch im Bereich der modernen Fasern und Fäden. Diese Kenntnisse allein genügen aber nicht immer, hochwertige Bekleidung zu erstellen. Stoff, Modell und Verarbeitung müssen harmonisch aufeinander abgestimmt sein. Ob textile Gebrauchsgüter im Markt erfolgreich sind, hängt in hohem Maße von Können und Wissen der Bekleidungsindustrie ab. Die Konfektion bemüht sich, den modischen

Erfordernissen Rechnung zu tragen, muß aber eine ausreichende Verarbeitbarkeit der Stoffe voraussetzen. So sollten Faser- und Stoffhersteller ihre Aufgabe nicht allein in der Entwicklung und Herstellung immer neuer und interessanter Artikel sehen, sondern auch die Belange der Konfektion mit in ihre Überlegungen einbeziehen. Es führt häufig zu Fehlentwicklungen und hohen Kosten, wenn nicht in gemeinsamer Entwicklungsarbeit von Textil- und Bekleidungsindustrie die Probleme jeder Verarbeitungsstufe rechtzeitig erkannt und beseitigt werden. Es ist irrig zu glauben, daß mit der Fertigstellung eines Stoffes alle Probleme gelöst sind. Leider ist diese Auffassung noch sehr verbreitet. Häufig zeigen sich die Schwierigkeiten erst dann, wenn der Stoff verarbeitet wird.

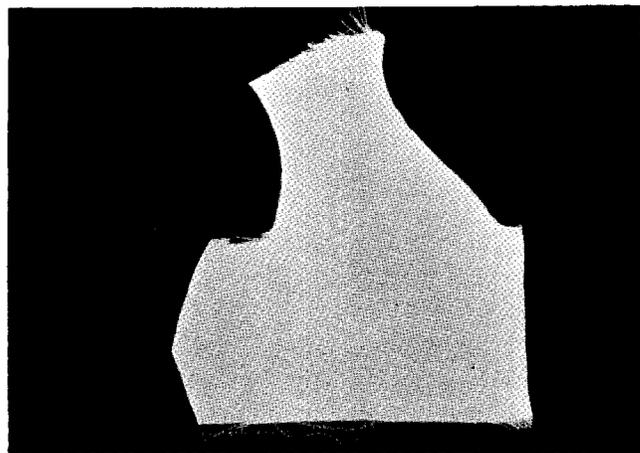


Abb. 1: Beispiel für sehr leichtes Abgleiten des groben Schußgarns von der Kette.

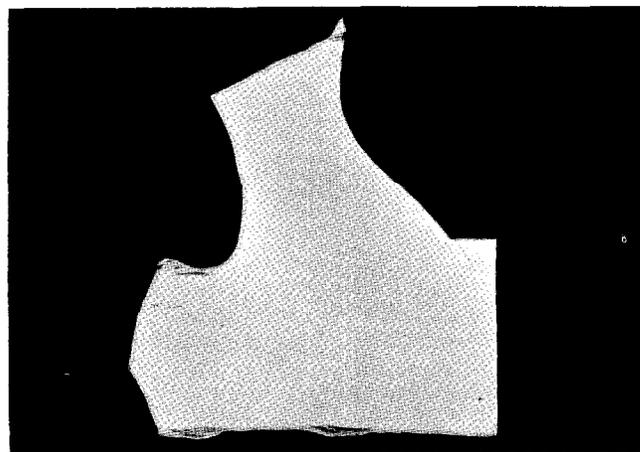


Abb. 2: Mißglückter Versuch, das Problem durch Überwendeln zu lösen.

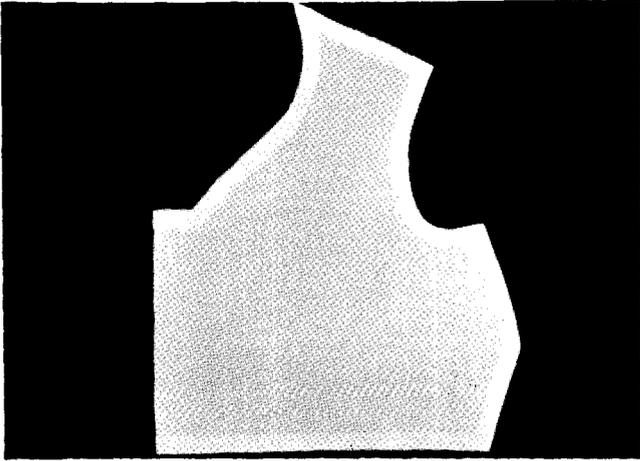


Abb. 3: Versuch, das Problem durch Verkleben der Schnittkanten zu lösen.

Selbstverständlich trifft oftmals den Konfektionär die Schuld, wenn er die Eigenart des Stoffes nicht genügend berücksichtigt und das Fertigteil nicht seinen Vorstellungen entspricht. Es geht nicht an, daß Konfektionsprobleme nur den Stoffherstellern und den vorgeschalteten Herstellungsstufen angelastet werden. Andererseits sollte aber nicht ausgerechnet der Konfektionär für die Sünden der Textilindustrie büßen.

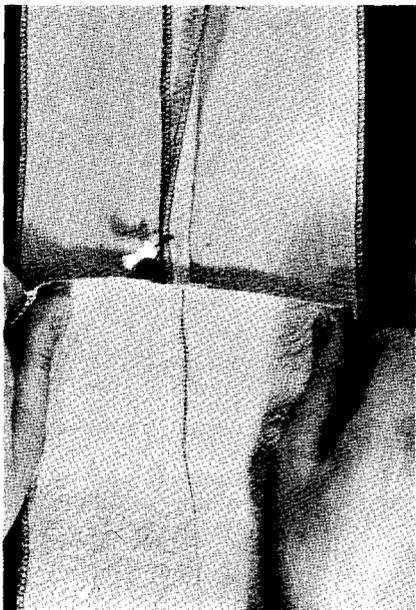


Abb. 4: Beispiel für ungenügende Schiebefestigkeit, die ein leichtes Öffnen bzw. Ausreißen der Naht zur Folge hat.

Hier müssen unter Umständen beide Parteien zu Konzessionen bereit sein. Stoffe, die modisch richtig und gut verarbeitbar sind, werden im Markt ankommen. Eine sinnvolle Zusammenarbeit aller Stufen wird für die Beteiligten bessere Resultate bringen, als wenn jede einzelne Sparte nur ihren eigenen Bereich sieht und die Fehler nur den anderen anzu-

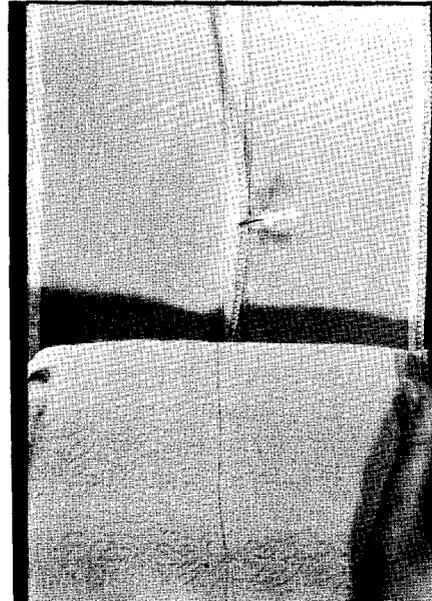


Abb. 5: Versuch, das Problem durch Aufkleben eines Bandes zu lösen. Diese Methode ist sehr aufwendig und daher für die Konfektion unzumutbar.

lasten versucht. Diese Erkenntnisse erforderten auch in unserem Hause neue Überlegungen und führten zu dem Entschluß, dem Textiltechnischen Institut der Glanzstoff AG. in Wuppertal-Elberfeld ein Konfektionstechnikum anzugliedern. Auch andere Chemiefaserhersteller verfügen heute über einen konfektionstechnischen Dienst.

Das Konfektionstechnikum

Die Hinzufügung dieser Abteilung ermöglicht es, die Entwicklungen der Textilindustrie mit zu beeinflussen und schließt die Servicekette vom Spinner bis zum Konfektionär. Damit ist eine lückenlose Betreuung der Verarbeitungsgänge unserer Erzeugnisse für das gesamte Anwendungsgebiet gegeben. Der sehr große Bereich der Nähfadenverarbeitenden Industrie hat ebenfalls Anspruch auf unsere technische Beratung und Information. Das Konfektionstechnikum der Glanzstoff AG. ist mit den modernsten Näh- und Bügelmaschinen ausgestattet und ermöglicht, alle Arbeitsgänge produktionsnah durchzuführen.

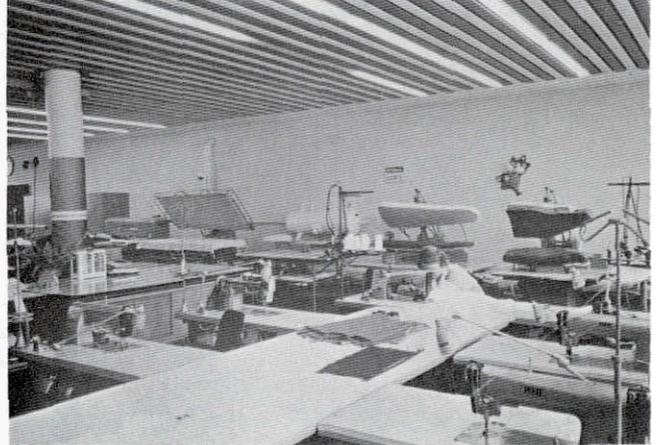


Abb. 6 und 7: Teilansichten des Konfektionstechnikums

Die Aufgaben des Konfektionstechnikums

Die Aufgaben des Konfektionstechnikums sind **sehr** vielfältig, da sie sich auf **alle** Bereiche der Konfektion, wie

Damen- und Herren-Oberbekleidung,
Uniformen,
Sport- und Freizeitbekleidung,
Damenblusen und Herrenhemden,
Heimtextilien und Bettwaren,
Gestaltungswaschbarer Bekleidung,

um nur einige wesentliche zu nennen, erstrecken. Hinzu kommen neue Verfahren in der Konfektion, wie zum Beispiel

das Permanent-pressverfahren,
das Frontfixieren und
die Schweißtechnik.

Folgende Tätigkeiten haben sich bisher ergeben:

- Beratung von Konfektionären und Webern;
- Herstellung von Demonstrations- und Musterteilen;
- Erarbeitung von Verarbeitungsanleitungen auf Grund eigener produktionsnaher Versuchsreihen;
- Prüfung neuentwickelter Zutaten in bezug auf **Einsatz-** und **Verarbeitungsmöglichkeiten** (Futterstoffe, Einlagen, Bänder, Nähgarne usw.);
- Verarbeitungsdemonstrationen und Vorträge für **Be-**triebsleiter, Direktorinnen, Techniker usw.;
- Herstellung von Versuchsteilen für Messen und Tagungen;
- Nähversuche mit Neuentwicklungen unserer Kunden;
- Eigene Studien und Entwicklungen im Bereich der Konfektionstechnik;
- Erstellung von Trageversuchsteilen.

Verarbeitungshinweise

Wenn **wir** heute einmal die vergangenen Jahre Revue passieren lassen, **so** können wir feststellen, daß für die meisten Schwierigkeiten in der Konfektion **Lösungen** gefunden wur-

den. **So** sollen diese Ausführungen mit dazu beitragen, Hinweise **zu** geben und Anregungen zu vermitteln. Da hier nur Aussagen über einige Stoffqualitäten gemacht werden, können nicht **alle** Sparten der Bekleidungsindustrie **ausführlich** Berücksichtigung finden. Die Vielfalt des Stoffangebots, **zum** Teil erst durch die Entwicklung der Chemiefasern **mög-**lich geworden, **bietet** **sehr** viele Varianten für die Kollektionserstellung. Anhand von Beispielen **soll** versucht werden, das typische Verhalten einiger Artikel beim Konfektionieren aufzuzeigen.

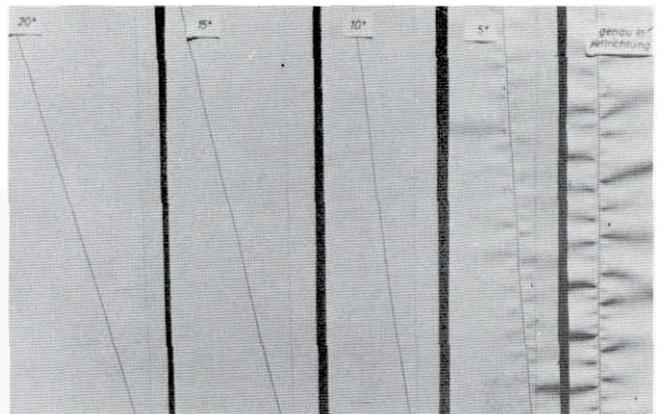


Abb. 8: Bei diesem Stofftyp ist es vorteilhaft, Steppnähte, die im direkten Blickfeld liegen, möglichst nicht in Kett- bzw. Schußrichtung auszuführen.

Wo liegen nun die Probleme und was kann zu ihrer Beseitigung getan werden? Es ist sicher, **daß** es noch keine **allge-**meingültige Regel zur Lösung aller noch offenen Fragen gibt. Mehrere Faktoren können die Ursache für auftretende

Schwierigkeiten sein. Folgende Punkte werden näher **erläutert**:

1. Stoffarten
2. Modell
3. Zuschnitt
4. Nähen (Nähmaschine)
5. Bügeln (Bügelmaschine)
6. Zutaten
7. Verarbeitung von Maschenware
8. Frontfixieren/Verkleben

1. Stoffarten

Verschiedene Stoffarten verlangen **bis** zu einem gewissen Grad eine individuelle Konfektionstechnik. Das gilt vor **allem** für einfarbige Stoffe mit glatter Oberfläche, dichter **Einstellung** und geringem Gewicht. **Bei** diesen Stoffarten kann man beim Nähen in Kett- bzw. Schußrichtung **oftmals** Nahtkrausungen feststellen.

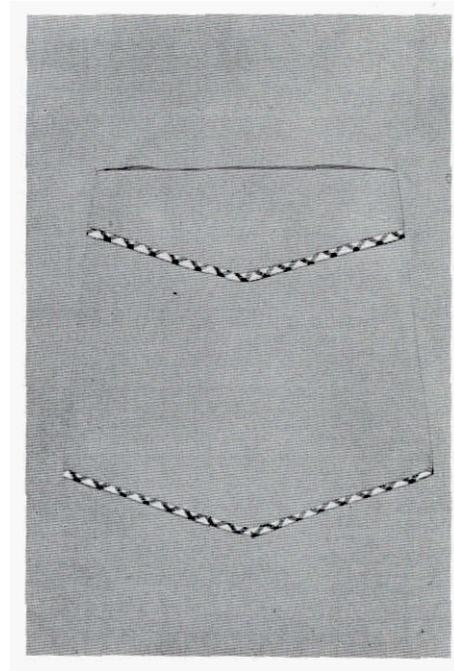


Abb. 10: Aufgesetzte Tasche im schrägen Fadenlauf



Abb. 9: Aufgesetzte Tasche im geraden Fadenlauf

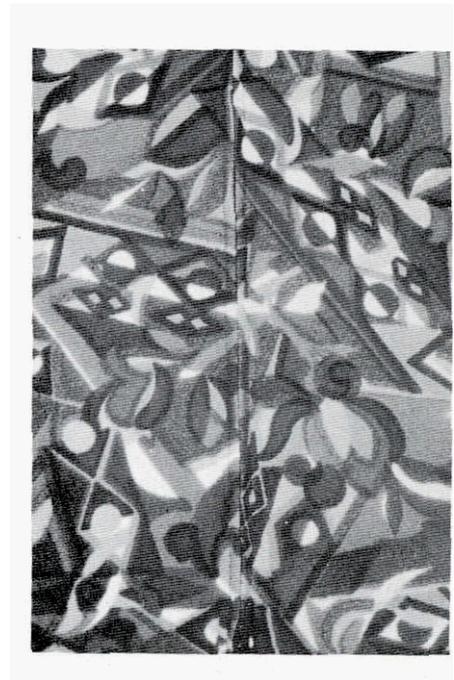


Abb. 11: Reißverschlussverarbeitung (bunter Stoff)

Bunte Gewebe sowie Stoffe mit Struktur, höherem Gewicht bzw. Volumen ergeben zumeist keine Verarbeitungsprobleme. Welche Gewebearten zum Einsatz gelangen, sollte in erster **Linie** von dem herzustellenden Fertigprodukt abhängen.

2. Modell

Grundsätzlich kann **gesagt** werden, daß Chemiefaserstoffe keiner Einengung durch die gerade herrschende Modelinie unterliegen. In den letzten Jahren **waren** modische **Varianten** häufig erst durch die Chemiefasern möglich geworden.

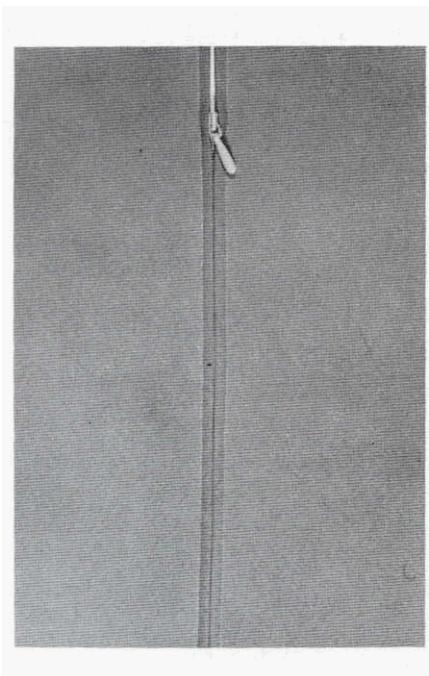


Abb. 12: Reißverschußverarbeitung
(voluminöser, strukturierter Stoff)

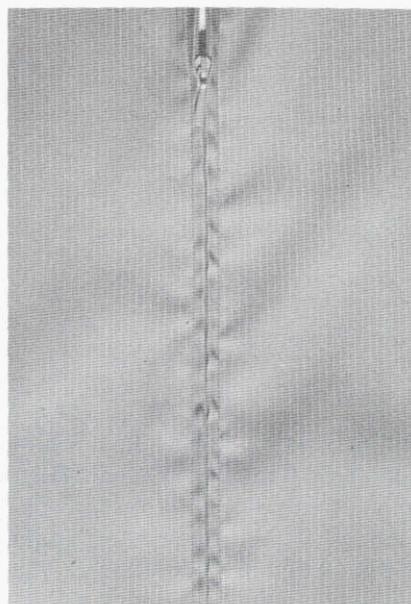


Abb. 13: Reißverschußverarbeitung
(leichte, glatte, feinfädige Ware)

Die Modellgestaltung muß den jeweiligen Stoffcharakter berücksichtigen. Auf keinen Fall darf ein Modell in einen hierfür ungeeigneten Stoff gezwungen werden. Nähetechnische Erkenntnisse müssen bei der Schnittführung eingeplant werden und können so den Ausfall des Modells günstig beeinflussen.



Abb. 14: Kantenbesatz angenäht; Kante zweimal gesteppt
(leichte, glatte, feinfädige Ware).

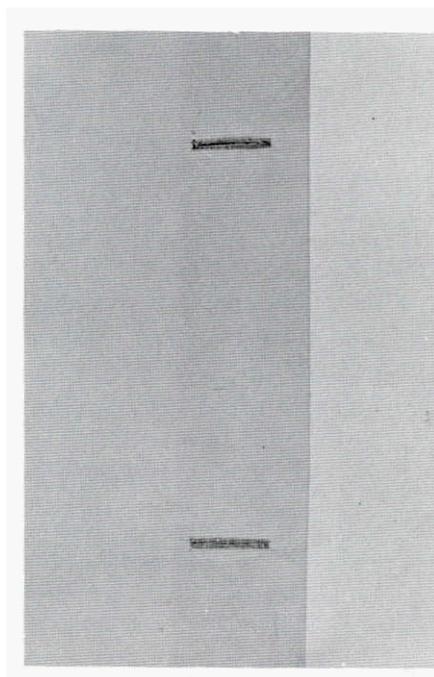


Abb. 15: Kantenbesatz angeschnitten, ohne Steppnähte
(leichte, glatte, feinfädige Ware).

Das Zusammenspiel von Stoff und Modell ist bei kritischen Stoffen mit glatter Oberfläche, geringem Gewicht und dichter Einstellung besonders wichtig.



Abb. 16: Ungeeignete Ware für dieses Modell.



Abb. 17: Stoff und Modell harmonieren.

3. Zuschnitt

Der Zuschnitt von Stoffen aus oder mit Synthetics kann auf den sonst hierfür üblichen Zuschneideeinrichtungen bzw. -maschinen erfolgen. Es ist von Vorteil, wenn die Schneidwerkzeuge häufiger als gewöhnlich auf ihre Schärfe hin überprüft werden. Wenn beim Schneiden hoher Lagen an den Schnittkanten Verschmelzungen eintreten, sollte entweder die Lagenhöhe verringert oder mit geringerer Schnittgeschwindigkeit gearbeitet werden. Gleitmittel (z.B. Silikon), die auf die Schneidvornchtungen aufgebracht werden, verhindern ebenfalls ein Verschmelzen der Schnittkanten.

4. Nähen

Schon vor dem Aufkommen der Chemiefasern traten auch bei den damaligen Stoffen aus Naturfasern gelegentlich unschöne Nahtbilder in Erscheinung. Hiemit wird zum Ausdruck gebracht, daß für Nahtkrausungen nicht der Rohstoff oder eine Marke, sondern der Stofftyp ganz gleich, ob er aus Natur- oder aus Chemiefasern hergestellt wurde entscheidend ist. Nahtkrausungen können in erster Linie

- durch den Stofftransport beim Nähvorgang,
- durch zu feste Fadenspannungen oder
- durch die Verdrängung von Gewebefäden durch Nadel und Faden

entstehen. Diese Erkenntnisse sind von besonderer Bedeutung und empfehlen die Beachtung folgender Punkte:

- a) Beim Nähen ist auf gleichmäßigen Transport der oberen wie der unteren Stofflagen zu achten.

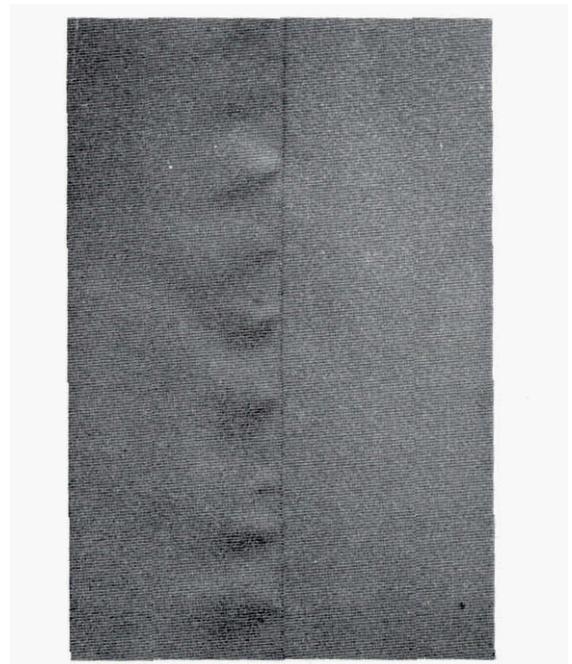


Abb.18: Einseitige Nahtkrausung durch ungleichmäßigen Transport

- b) Der Einsatz von Maschinen mit Differential- bzw. Mehrfachtransport ist zweckmäßig.
- c) Die Fadenspannungen dürfen nicht zu fest eingestellt sein. Es ist zweckmäßig, daß zunächst die Unterfaden-

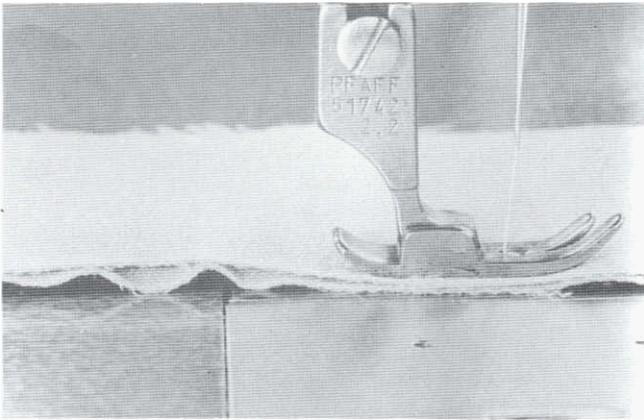


Abb. 19: Einfache Transporteinrichtung

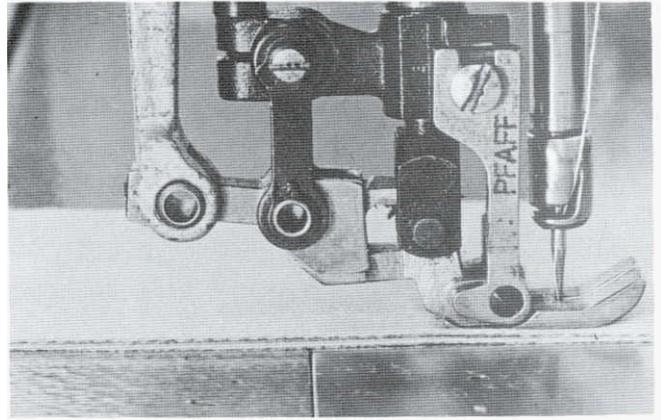


Abb. 20: Differentialtransport

spannung kontrolliert wird. **So** soll eine volle Spule einschließlich Spulenkapsel, **am** Fadenende gehalten, **langsam** abrollen. Nach dieser Einstellung wird dann die Oberfadenspannung reguliert.

- d) Es ist daher erforderlich, bei diesen Stoffen entsprechend feine Nähmittel und Maschinennadeln zu verwenden. Hierbei verweisen wir besonders auf Polyester Nähwürme, die auch bei feiner Nummer hohe Reiß- und Scheuerfestigkeit besitzen.
- e) Das Stichplattenloch muß den erwähnten feinen Nadeln entsprechen.
- f) Bei zu großen Stichplattenlöchern kann beim Nadeleinstich der Stoff mit ins Loch gedrückt werden, was unglatte Nähte zur Folge hat. Beschädigte Stichplattenlöcher sind oft die Ursache für ein häufiges Abreißen des Fadens.
- g) Der Druck des Presserfußes darf nicht zu hoch sein und muß vor Beginn der Arbeit durch Nähversuche ermittelt werden.

5. Bügeln (mit Bügelmaschinen)

Alle Bügelarbeiten können in der sonst üblichen Weise durchgeführt werden. Beim Bügeln ohne Feuchtigkeit bzw. ohne Zwischenlage darf die Temperatur bei Polyamid **120°C**, bei Polyester **150°C** nicht überschreiten.

Dampfbügelanlagen sind sehr zu empfehlen.

Beim Bügeln druckempfindlicher Stoffe sollen weiche Bspannungen bzw. Unterlagen verwendet werden. Es ist zweckmäßig, vor der Produktionsaufnahme Bügelversuche durchzuführen.

6. Zutaten

Unter Zutaten verstehen wir alle Ergänzungsmaterialien, die zur Erstellung eines Fertigteilens notwendig sind. Obwohl diese Zutaten für ein beständig gutes Aussehen der Bekleidungsstücke entscheidend sind, werden sie häufig zu nebensächlich behandelt. Die Abstimmung von Oberstoff und

Zutaten aufeinander ist für Gebrauchstüchtigkeit und Funktion des Kleidungsstückes sehr wichtig, insbesondere bei der Gestaltung waschbarer Oberbekleidung.

Die Methode des Waschens von Bekleidungsstücken im Haushalt, vor allem von Unterwäsche, Hemden, Blusen, Kitteln, Schürzen und einfachen Waschkleidern, ist viele Jahrhunderte alt. Danach kam und kommt auch heute noch vielfach das zeitraubende und mühsame Bügeln. Für das Bügeln eines einzigen Herrenoberhemdes brauchte in der „guten alten Zeit“ selbst eine geübte Hausfrau **25 bis 30 Minuten**. Sehr oft mußte die Wäsche vorher **auch** noch gestärkt werden, um sie wieder ansehnlich zu machen.

Pullover, Socken, Strümpfe und dergleichen aus synthetischen Garnen bzw. Spinnfasern, die seit etwa zwanzig Jahren in großtechnisch hergestellten Mengen zur Verfügung stehen, erfüllen berechnete Verbraucherwünsche und sind waschbar und bügelfrei. Solche Textilien können ohne großen Aufwand gepflegt werden. Korrekturen durch Bügeln sind hierbei nicht nötig. Das sind Vorteile, auf die heute niemand mehr verzichten möchte.

Seitdem in fast allen Bereichen der Bekleidungsindustrie Gewebe und Maschenwaren aus synthetischen Fasern bzw. aus geeigneten Mischungen solcher Fasern verarbeitet werden, wird der Wunsch auch nach weiterer waschbarer und bügelfreier (Ober-) Bekleidung verständlich. Die Bezeichnungen „waschbar“, „bügelfrei“ und „pflegeleicht“ werden schon bei etlichen Artikeln gebraucht. Leider wird mit solchen Angaben manchmal recht großzügig umgegangen, weil man auf diese werbewirksame Beschreibung einfach nicht verzichten will. **So** werden dann durch übertriebene Werbeargumente beim Verbraucher Hoffnungen geweckt, die dann in Enttäuschungen umschlagen müssen, wenn die Aussagen des Etiketts mit den Tatsachen nicht übereinstimmen. Eine weitere Folge davon ist dann, daß jene Fertigteile, die die Pflegeleichtbezeichnung zu Recht tragen, ebenfalls in Mißkredit geraten. Das könnte man aber verhindern, indem sich alle Beteiligten bemühen, die Endprodukte **so** auszuzeichnen, wie sie tatsächlich beschaffen sind.

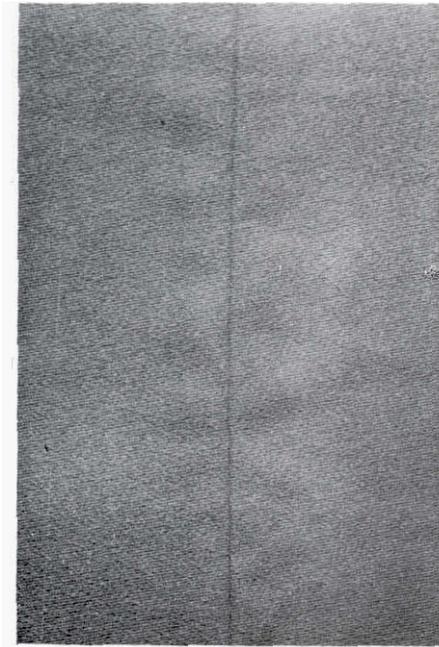


Abb. 21: Ober- und Unterfaden sind zu stark gespannt. Links und rechts der Naht treten Kräuselercheinungen auf.

Bei dicht eingestellten Geweben **kann** neben Stofftransport und Fadenspannung auch die Verdrängung von Kett- und Schußfäden eine Rolle spielen.

Der Verbraucher ist heute häufig der Meinung, daß alle Fertigteile, die eine der bekannten Chemiefasermarken tragen, waschbar und bügelfrei seien. **Das** ist natürlich **irrig**. Ob ein Bekleidungsstück waschbar und bügelfrei ist, **hängt** weitgehend von den hierzu verwendeten Zutaten (Futter, Einlagen, Bänder, Nähgarne usw.) **ab**.

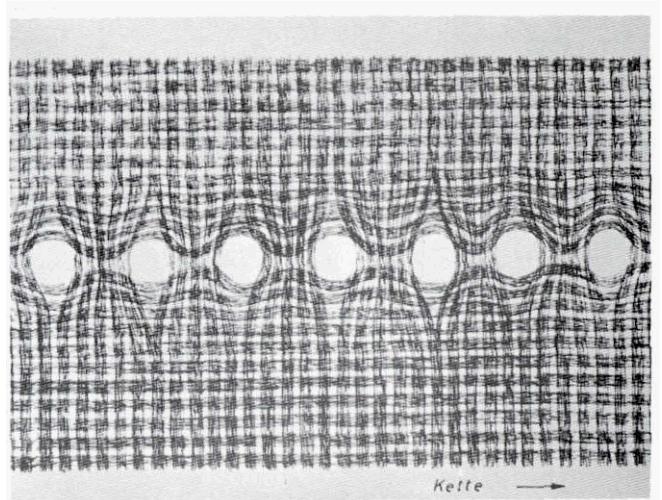


Abb. 22 Verdrängung von Kett- und Schußfäden



Abb. 24: Zu hoher Schrumpfung des Pattenfutters (einmal gewaschen)

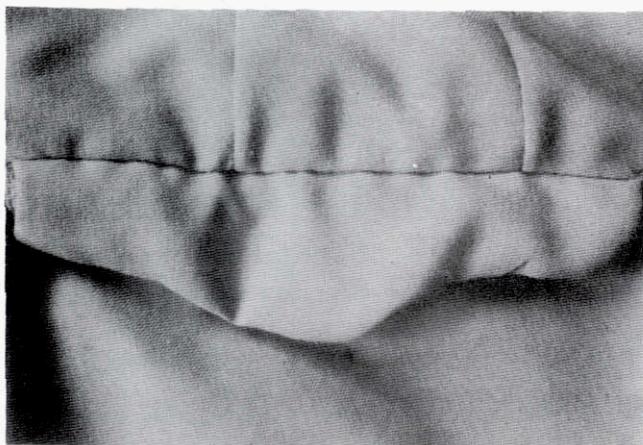


Abb. 23: Zu hoher Schrumpfung der Hosenbundeinlage (einmal gewaschen)

Die Obentoffe, zum Beispiel aus Polyester/Schurwolle, Polyester/Baumwolle oder Maschenware aus 100 % Polyester - um nur einige zu nennen -, erfüllen die gewünschten Bedingungen: sie laufen nicht ein und sie **müssen** bei richtiger Waschbehandlung auch nicht gebügelt werden. Eine ganze Reihe von Fertigteilen **ist** heute schon auf dem Markt, die mit den richtigen Zutaten verarbeitet wurden und dazu auch nach vielen Wäschen in Ordnung blieben.

Das ständige Bemühen geht dahin, dem Verbraucher nicht nur problemlose Fertigteile zu offerieren, sondern dafür Sorge zu tragen, daß die Aussagen des Etiketts, wie zum Beispiel „waschbar“ oder „bügelfrei“ auch stimmen. Diese Bemühungen setzen natürlich **voraus**, daß wirklich geeignete Zutaten auch im Angebot der einzelnen Zutatenhersteller

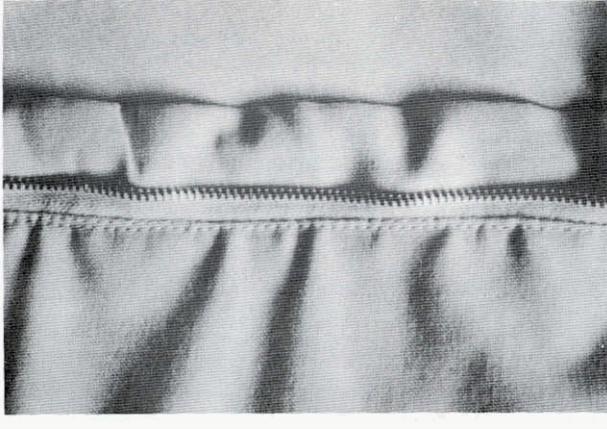


Abb. 25: Zu hoher Schrumpfung des Reißverschußbandes (einmal gewaschen)

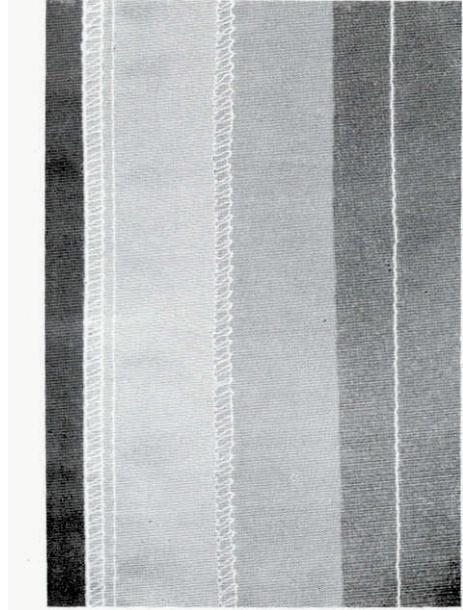


Abb. 27: Versäuberte Futterstoffe: links Safety-Naht, Mitte Überwendlichnaht, rechts Wirkfutter (bedarf keiner Versäuberung)

zu finden sind. Bei Gesprächen mit diesen Partnern ist oft zu hören, daß die Konfektion nach pflegeleichten Zutaten fragt, aber aus Gründen des höheren Preises davon wieder Abstand nimmt, weil die Abnehmer der Konfektion, also der Handel, die höheren Kosten für waschbare Zutaten nicht akzeptieren. So geht es aber nicht. Hier darf nicht am falschen Ende gespart werden. Es ist doch bekannt, daß nun einmal Futterstoffe, Einlagen, Nähgame, Reißverschußbänder und sonstiges Beiwerk durch die Verwendung von synthetischen Garnen und Faden bzw. durch die höheren Ausrüstekosten teurer sind als andere Qualitäten.

Jeder Verbraucher wird sicherlich auch bereit sein, etwas mehr aufzuwenden, wenn er mit einem Fertigteil tatsächlich auch Pflegeleichtigkeit erhält und nicht nur ein Etikett, das darauf hinweist.

Neben der richtigen Zutatenauswahl darf auch die Verarbeitungstechnik nicht außer acht gelassen werden. So ist es notwendig, bei gewebten Futterstoffen alle offenen Schnittkanten zu versäubern.

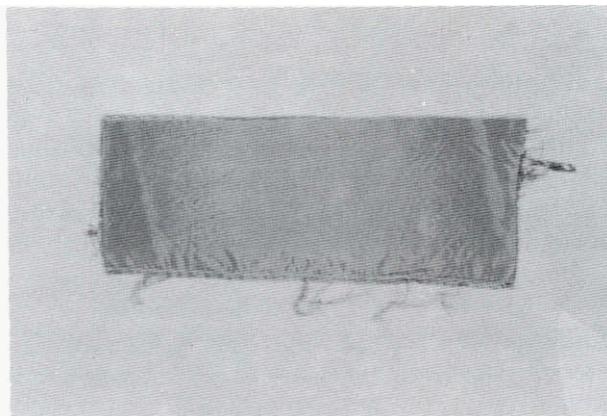


Abb. 26: Futterstoff (einmal gewaschen, nicht versäubert)

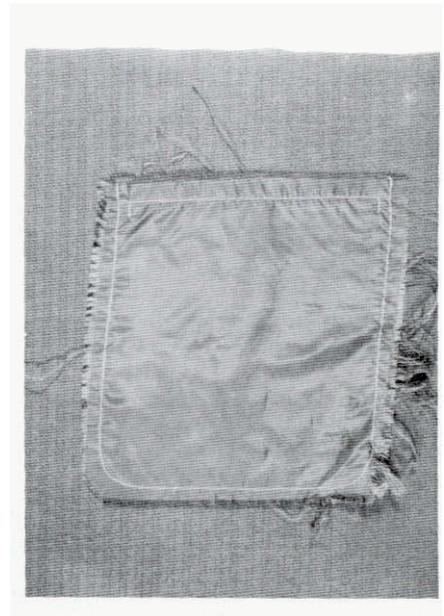


Abb. 28: Taschenbeutel (einmal gewaschen, Schnittkanten nicht versäubert)

Die Chemiefaserindustrie bemüht sich ständig zum Vorteil aller, dem Markt neue Impulse durch Weiterentwicklungen zu geben. Aber was nutzt das, wenn die interessanten Neuerungen irgendwo an „Preisschallmauern“ hängen bleiben, obwohl der Verbraucher laut Umfrage bereit wäre, für deren Vorteile höhere Preise zu zahlen.

7. Verarbeitung von Maschenware

Die Verarbeitung von Maschenware aus texturierten Garnen hat in der Damenoberbekleidung keine großen Umstellungen erfordert. Die guten Gebrauchseigenschaften dieser Artikel lassen auch Erfolge in der Herrenbekleidungsindustrie erwarten. Bei der Verarbeitung solcher Stoffe sollte auf folgende Hinweise besonders geachtet werden:

a) Bei der Entwicklung der Schnitte kann man von den gleichen Konstruktionsgrundsätzen ausgehen wie bei herkömmlichen Bekleidungsstücken. Das Leibfutter muß im Rücken eine breitere Falte enthalten (3,5 bis 4 cm). Der Zuschnitt kann auf den üblichen Einrichtungen erfolgen. Undoubliertes Schneiden ist zweckmäßig. Bei doublier-

tem Schneiden können nur geringe Lagenhöhen erreicht werden, da die Bruchseite zu hoch aufliegt.

- b) Die Schnittlagen müssen spannungslos aufgezo-gen werden. Beim Aufzeichnen von Hand können leichte Verschiebungen der Ware entstehen (siehe Abb. 30).
- c) Es kann mit den üblichen Steppstich- bzw. Doppelkettenstichmaschinen gearbeitet werden. Gleichmäßiger Transport der oberen wie der unteren Stofflagen ist zu beachten. Bei Maschinen mit Differential- bzw. Mehrfachtransport ist diese Voraussetzung erfüllt. Gleichmäßige, nicht zu feste Fadenspannungen sind wichtig. Die Verwendung

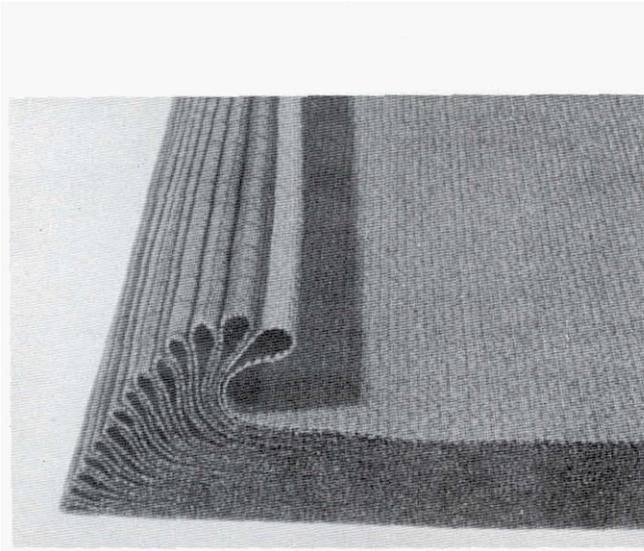


Abb. 29 Doubliertes Legen ist unzweckmäßig. Stoffbruch trägt zu stark auf

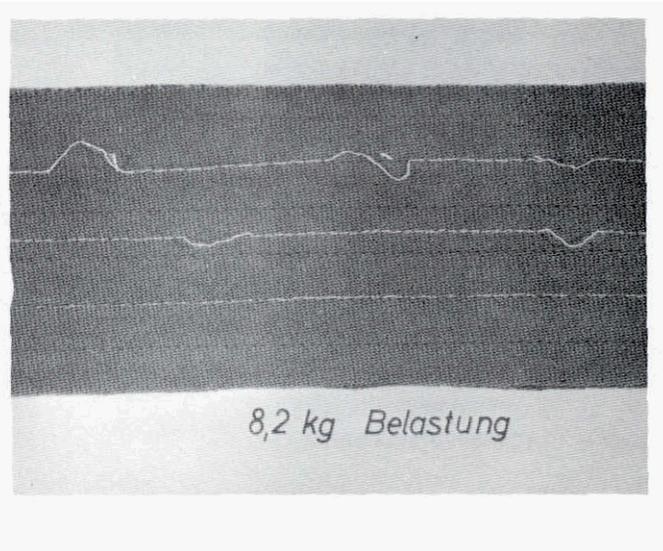


Abb. 31: Je höher die Stichtichte, desto größer die Elastizität.

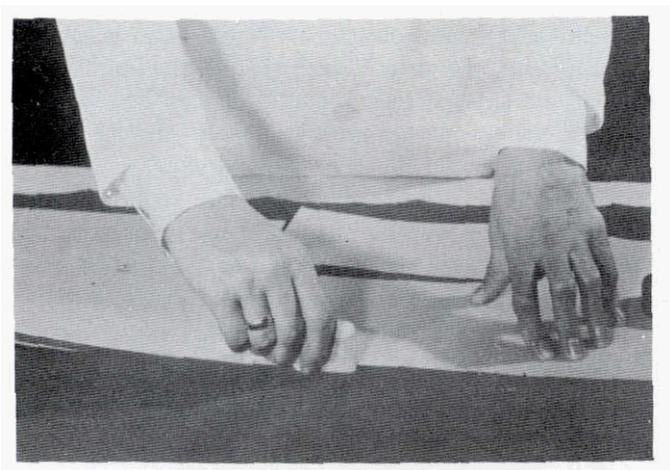


Abb. 30: Beim Aufzeichnen von Hand können leichte Verschiebungen der Ware entstehen.

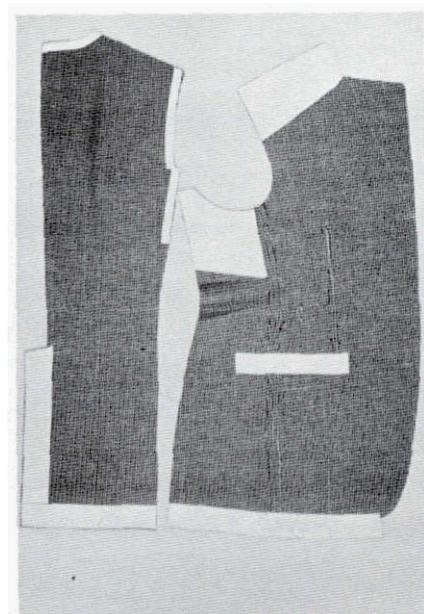


Abb. 32: Beispiel einer Absicherung

von Polyester Nähzwirn ist zweckmäßig. Zur Erzielung elastischer Nähte muß die Stichzahl erhöht werden.

d) Vordere Kanten, Ärmelöcher, das Halsloch, Säume, Schlitzze und Tascheneingriffe müssen unelastisch abgesichert werden. Hierzu sind aufbügelbare gerade Bänder geeignet.

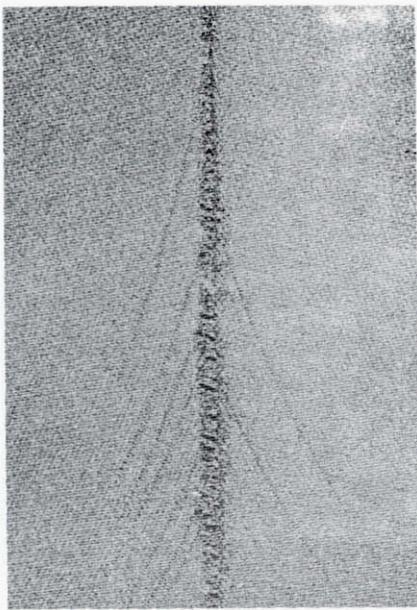


Abb. 33: Maschenzerstörung an einer Kreuznaht durch eine beschädigte Nadelspitze



Abb. 34: Maschensprengung durch eine zu starke Maschinennadel

- e) Es sollten Nadeln der Stärke **70** bis **80** mit leichter Rundspitze eingesetzt werden. Diese sind unbedingt **ständig** auf Beschädigungen hin zu kontrollieren, um Maschenzerschlagungen zu vermeiden.
- f) **Beim** Bügeln sollte mit weichen Unterlagen gearbeitet werden. Der Preßdruck ist je nach Warenkonstruktion zu variieren.
- g) Die Bügeltemperaturen können zwischen **100** und **110°C** liegen. Die Konstruktion der Ware kann das Bügelergebnis beeinflussen. Deshalb sollte man bei nicht zufriedenstellendem **Resultat**, von dem genannten Richtwert ausgehend, vorsichtige Änderungen versuchen.

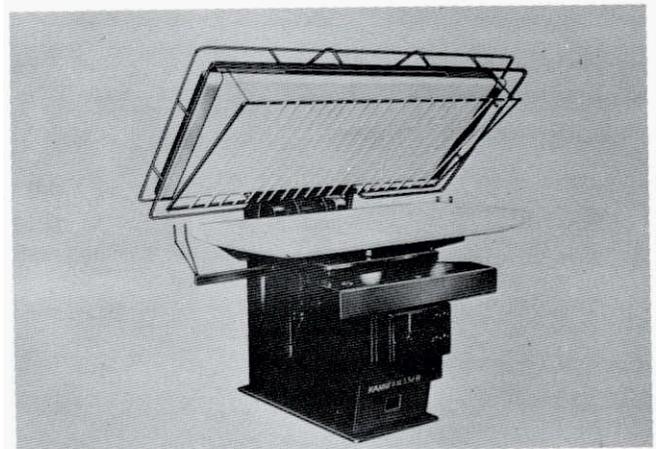


Abb. 35: Fixierpresse mit Abstreifvorrichtung

8. Frontfixieren/Verkleben

Die Idee, die Einlage mit dem Oberstoff fest zu verbinden, ist sehr einfach und einleuchtend. Wegen seiner mannigfaltigen Vorteile, wie glatte Vorderteile und gute Formbeständigkeit, hat dieses Verfahren immer mehr an Bedeutung in der Bekleidungsindustrie gewonnen. Es ist sowohl bei der Web- als auch bei der Maschenware anwendbar.

Das Frontfixieren erfolgt nach folgender Methode: Oberstoff und Einlage werden mittels Fixierpresse unter Beachtung von Zeit, Druck und Temperatur flach miteinander verbunden. Die Spezialpressen müssen sehr präzise arbeiten, wenn sie die von den Einlagenherstellern vorgeschriebenen Bedingungen erfüllen sollen.

Die thermoplastischen Punkt- bzw. Granulatbeschichtungen sind in ihrer Zusammensetzung unterschiedlich und erfordern manchmal voneinander abweichende Behandlungen. Die Einlagenhersteller wünschen häufig eine Fixiertemperatur bis zu **160°C**, eine Fixierzeit bis zu **25 Sekunden** und einen Druck von ca. **300 bis 600 g/cm²**. Fixierbare Einlagen gibt es als Gewebe, als Wirkware und als Vlies.

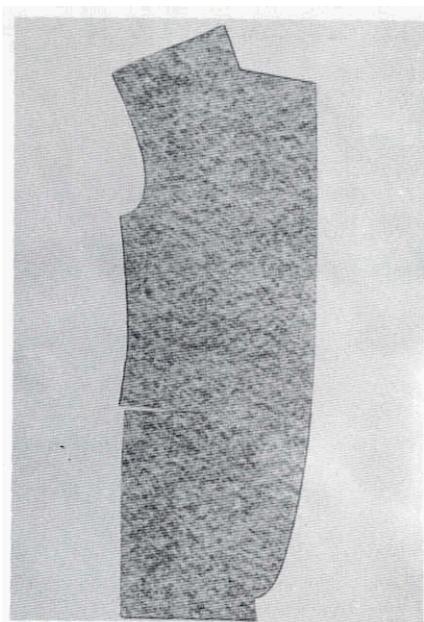


Abb. 36: Frontfixierung mit Vlieseinlage

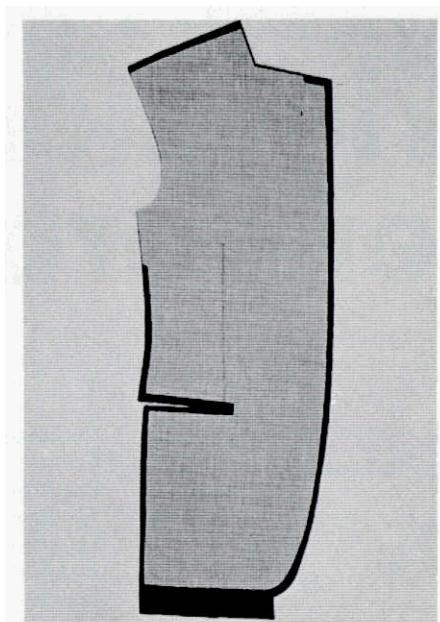


Abb. 37: Frontfixierung mit gewebter Einlage

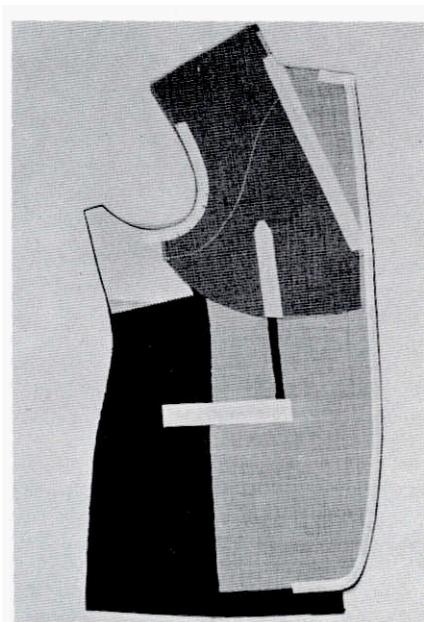


Abb. 38: Anwendung der Frontfixierung bei der Verarbeitung eines Vorderteils

Für den Erzeuger bedeutet dies, daß er die Qualität seiner Stoffe hinsichtlich Färbung und Ausrüstung dem Frontfixierverfahren anpassen muß.

Diskussion

Prof. Köb: Ich möchte eine grundsätzliche Frage anschnitten: Ist es wirklich die Aufgabe der Chemiefaserindustrie, sich sogar um die Verarbeitbarkeit der Gewebe aus den von ihr erzeugten Chemiefasern zu kümmern? Ist es nicht vielmehr eine Frage des Kontaktes zwischen Bekleidungsindustrie und Web- bzw. Wirkwarenherstellern, diese Dinge auszuarbeiten? Im Zuge der Förderung des Chemiefaserabsatzes ist es sicher nicht schlecht, solche Kontakte zu pflegen. Sollten das aber nicht eher die Bekleidungsinstitute der einschlägigen Fachschulen (z.B. Hohenstein oder Mönchengladbach) machen?

Kaun: Wenn ich aus meiner fast 17jährigen Erfahrung bei meiner Firma antworten darf: Wir sind fast zwangsläufig zu einer Beratung der Bekleidungsindustrie gekommen. Wir beraten ja bereits den Weber, den Wirker und den Stricker. Der Bekleidungsindustrie fehlen einfach gewisse Informationen, denn auch der Weber ist von der Chemiefaser schon weiter weg als der Faserhersteller selbst. Die Konfektionäre sind heute viel schneller in der Lage, die Entwicklung zu beeinflussen. Wenn Weber, Ausrüster und Dessinateure beisammen sitzen, dann hat jeder von ihnen seine eigenen Vorstellungen vom Fertigprodukt. Überläßt man nun jedem einzelnen die Verwirklichung seiner Ideen, dann erreicht man kaum das Maximum an Wirkung.

Enzian: Die Erzeuger sollten unbedingt die nötigen Schritte tun. Sowohl der Weber als auch der Konfektionär neigen zu einem gewissen Konservatismus. Wenn Sie neue Fasern auf den Markt bringen, müssen Sie auch deren Absatz fördern und ihre Verwendungsmöglichkeiten bekannt machen. Als große Firma haben Sie mehr Geld und mehr Einrichtungen für die Forschung zur Verfügung als der Weber oder der Konfektionär.

Kaun: Ihre Bemerkung ist eine Bestätigung dessen, was ich vorhin sagte. Es existiert ja heute auch ein derartiger Service von seiten der Zutatindustrie. Es gibt Firmen, die nur für den Verkauf Bekleidungstechniker einstellen; diese Herren beraten und verkaufen also gleichzeitig. Auch manche Webereien haben, um ihr Produkt besser absetzen zu können, einen eigenen Beratungsdienst eingerichtet. Das hat sich für den Kunden wie für den Abnehmer als befruchtend herausgestellt.

Das Färben synthetischer Fasern in der Masse

Dr. Günther Kaufmann
Farbwerke Hoechst AG, Frankfurt am Main - Hoechst

In der kunststoffverarbeitenden Industrie werden die Rohstoffe in der Masse gefärbt. Auch den Herstellern synthetischer Fasern ist die Pigmentierung in der Masse vertraut. Die für die Spinnfärbung gebräuchlichen Verfahren richten sich nach den Methoden der Faserherstellung; sie gliedern sich in

Naßspinnverfahren,
Trockenspinnverfahren und
Schmelzspinnverfahren.

Alle nach dem Naßspinnverfahren ersponnenen Faserarten bieten ideale Voraussetzungen für eine Spinnfärbung. Bei Einsatz des Schmelzspinnverfahrens unterscheidet man zwei Arbeitsweisen: das Kondensationsverfahren und das Paniervfahren. Ersteres bietet den Vorteil einer sehr guten Pigmentverteilung. Die Verschmutzung der Anlagen ist - relativ zur gefärbten Menge - gravierend. Letzteres erreicht nur unter Anwendung besonderer Praktiken eine gute Pigmentverteilung im Faden.

Abschließend wird das Verhalten der Pigmente in Polyolefinfolien besprochen, das allgemein auch für die Gegebenheiten der Spinnfärbung aufschlußreich ist.

The plastic processing industry dyes raw materials in the stock. Synthetic fiber producers are equally familiar with solution dyeing. Customary methods of solution dyeing are determined by the processes of fiber production; these are broken down into

wet spinning processes,
dry spinning processes, and
melt spinning processes.

All wet spinning processes offer ideal prerequisites for solution dyeing. Similar conditions obtain in dry spinning. Solution dyeing in melt spinning is accomplished by two different processes, i.e. the condensation process and the panner process. While the former offers the advantage of excellent pigment distribution, installations are soiled to high degree in relations to the quantity of material dyed. The latter process fails to ensure satisfactory pigment distribution within filaments except where special practices are employed.

Finally, the behaviour of pigments in polyolefin sheeting, which is essentially the same as in solution dyeing, is described.

In der kunststoffverarbeitenden Industrie werden die Rohstoffe in der Masse gefärbt; man bezieht entweder vom Hersteller das Rohmaterial als gefärbte Chips oder gefärbtes

Granulat, oder der Verarbeiter färbt die Materialien durch Zumischung von Pigmenten oder löslichen Farbstoffen zum Kunststoffpulver oder -granulat selbst ein¹⁾.

Auch den Herstellern synthetischer Fasern ist die Pigmentierung in der Masse vertraut; so beruht die Spinnmattierung der transparenten vollsynthetischen Fäden auf der Zugabe präparierter Titandioxidpigmente zur Spinnmasse²⁾. Der Ersatz des Titandioxids durch anorganische Buntpigmente oder der entsprechende Einsatz organischer Pigmente bzw. ausgezeichneter löslicher Farbstoffe führt zu spinngefärbten Fasern.

Die für die Spinnfärbung gebräuchlichen Verfahren richten sich nach den Methoden der Faserherstellung und gliedern sich in die

Naßspinnverfahren,
Trockenspinnverfahren,
Schmelzspinnverfahren.

Nach dem *Naßspinnverfahren* werden zum Beispiel Viskose-, Polyacrylnitril-, PVC-Fasern und elastomere Polyurethanfäden hergestellt.

Dem *Trockenspinnverfahren* kommt Bedeutung für die Fabrikation von Azetat-, Polyacrylnitril- und PVC-Fasern zu.

Das *Schmelzspinnverfahren*, die wohl rationellste Methode zur Erzeugung synthetischer Fäden, findet Einsatz bei der Fabrikation von Polyamid-, Polyester- und Polyolefinfasern, sowie zur Herstellung von PVC-Folienbändern nach dem *Slit-knit*-Verfahren.

1. Die Spinnfärbung nach dem Naßspinnverfahren

Alle nach dem Naßspinnverfahren gesponnenen Faserarten bieten ideale Voraussetzungen für eine Spinnfärbung. Namhafte Faserhersteller haben spinngefärbte, nach dem Naßspinnverfahren geformte Fasertypen in ihrem Sortiment. Lediglich bei den elastomeren Polyurethanfäden fand meines Wissens die Spinnfärbung bisher nicht Eingang auf Grund der speziellen Verwendungszwecke dieses Materials. Hier steht vielmehr die Massefärbung des auf Polyurethanbasis aufgebauten Syntheseleders im Vordergrund.

Die einzelnen Naßspinnverfahren verlangen die Überführung des jeweiligen Faserrohstoffes in eine spinnfähige Lösung. Für die zum Zweck der Spinnfärbung einzusetzenden Pigmente dient dieses Lösungsmittel bzw. Lösungsmittelgemisch als Dispergiermedium. Die Pigmente werden zusammen mit dem Lösungsmittel, je nach Viskosität der Paste, im Knetter oder in einer Perlmühle verarbeitet, bis eine ausreichende Zerteilung (Feinverteilung) erzielt ist, deren obere Größenordnung nicht mehr als $1,5 \mu$ betragen soll. Gegebenenfalls arbeitet man unter Zusatz von Dispergatoren oder eines Teiles der spinnfertigen Lösung als Schutzkolloid, um vor allem die bei den organischen Pigmenten ausgeprägte Reagglomerationsneigung zu unterbinden, die mit deren relativ großer Oberfläche zusammenhängt. Die durch die angewandten Scherkräfte im Knetter oder in der Perlmühle bewirkte optimale Korngröße, stabilisiert durch den Zusatz eines Anteils der fertigen Spinnlösung, gewährleistet eine

einwandfreie Pigmentverteilung im gelösten Fasermaterial, selbst bei Dosierung unmittelbar vor der Spinnanlage.

Dieses Arbeitsprinzip bietet den Vorteil einer möglichst geringen Verschmutzung der Spinnanlage wegen des nur kurzen noch zurückzulegenden Weges der pigmentierten Faserlösung bis zum Eintritt in das Fällbad, wo das gelöste Fasermaterial zum Faden geliert. Läßt man die als selbstverständlich anzusehenden Echtheitsanforderungen außer acht, müssen die für diese Art der Spinnfärbung eingesetzten Pigmente lediglich als weitere Voraussetzung Unlöslichkeit im Fällbad aufweisen, um ein Anschmutzen des Bades zu vermeiden.

Das klassische Beispiel für spinngefärbtes Material, das nach dem Naßspinnverfahren fabriziert wird, bildet die Viskose. Es bestehen drei Möglichkeiten des Einbringens wäßriger Pigmentpräparationen in die Spinnmasse zum Zwecke der Spinnfärbung. Die Zugabe der Pigmente kann entweder schon bei der Viskoseherstellung im Xanthatlöser oder aber im Kessel während der Nachreife der Viskose erfolgen; die heute gebräuchlichste Methode ist dagegen das Eindüsen der verdünnten wäßrigen Pigmentdispersionen mittels Dosierpumpen in den fließenden Hauptviskosestrom kurz vor dem Verspinnen, da sie den geringsten Reinigungsaufwand erfordert.

Es versteht sich, daß letztgenanntes Verfahren besonders hohe Anforderungen an die Feinverteilung der Pigmentdispersionen stellt, da nach der Dosierung auf die pigmentierte Spinnlösung keine intensiven Scherkräfte mehr einwirken.

Zahlreiche Farbenfabriken bieten entsprechend präparierte Pigmentdispersionen im Handel an; vornehmlich werden bei ihrer Herstellung anionaktive Dispergiermittel verwendet. Vereinzelt sind nichtionogene Präparationen auf dem Markt, die den Vorteil der breiteren Anwendung haben; so sind sie auch bei den mit kationischen Modifiern gesponnenen, hochnaßfesten Fasertypen einsetzbar.

Nach dem oben Gesagten besteht für die Faserhersteller auch die Möglichkeit des Eigenfinish der Pigmente. Für die Spinnfärbung vollsynthetischer Chemiefäden wird von dieser Methode weitgehend Gebrauch gemacht. Hingegen zieht man bei den wäßrigen Pigmentdispersionen für die Viskose-spinnfärbung den Bezug von fertigen Präparationen allgemein vor.

Die Gründe liegen darin, daß der Hersteller bei der Eigenpräparation von Pigmenten für reine Synthesefasern seinen Finish speziell auf die Art der von ihm gewählten Lösungsmittel und die Zusammensetzung des Polymermaterials abstimmen kann, während bei Vorliegen von Viskose die gelieferten stabilen, wäßrigen Pigmentdispersionen weitgehend universell einsetzbar sind.

Zum Abschluß dieses Kapitels sei noch kurz auf eine Variante eingegangen: Beim Naßspinnverfahren von Polyacrylnitril läßt sich die Tatsache ausnutzen, daß die Diffusion von Farbstoffen in einem nach Passieren des ersten Fällbades sich noch im Gelzustand befindlichen unverstreckten Faden wesentlich schneller verläuft als im handelsüblichen, ausgereiften, orientierten Material.

Faßt man die Gelphase angenähert noch als Lösung auf, so beträgt schon bei Raumtemperatur der Diffusionskoeffizient etwa $10^{-6} \text{ cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$, während in der festen Phase, zum Beispiel beim Färben von Spinnkabeln auf HT-Kontinuedämpfern, dieser Wert nur bei ca. $10^{-10} \text{ cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$ liegt. Imprägniert man nun die Fäden während ihrer Überführung in den Gelzustand nach der Verstreckung vor der Trocknung mit einer Lösung ausgesuchter Farbstoffe, so läßt sich mit verhältnismäßig wenig Aufwand eine breite Farbpalette - selbst bei kleinen Partiegrößen - kontinuierlich erzielen³⁾.

2. Die Spinnfärbung nach dem Trockenspinnverfahren

Beim Trockenspinnverfahren liegen die Verhältnisse für die Möglichkeiten einer Spinnfärbung grundsätzlich ähnlich wie beim Naßspinnverfahren. Auch hier stehen Lösungsmittel zur Verfügung, die eine geradezu ideale Zerteilung und Dosierung von Pigmenten zulassen. Im Gegensatz zum Naßspinnverfahren braucht auf die Unlöslichkeit der Farbkörper in den Lösungsmitteln nicht geachtet zu werden, da die Fäden in einem Trockenschacht verfestigt werden und die Fällbäder dadurch entfallen; somit existiert das Problem der Fällbadverunreinigung durch angelöste Pigmente nicht. Lediglich in Einzelfällen bei Verwendung sehr leicht löslicher Pigmente kann es durch Auskristallisieren der Pigmente beim Verdampfen des Lösungsmittels zu Störungen kommen.

Das Trockenspinnen bietet gegenüber dem Naßspinnverfahren den weiteren Vorteil für die Spinnfärbung, daß lösliche Farbstoffe eingesetzt werden können. Deren Verwendung ist wegen des Fortfalls der Knet- oder Mahlspeisen sehr wirtschaftlich. Derartig ausgesuchte Farbstoffe ergeben auch ohne Anwendung hoher Scherkräfte infolge ihrer Löslichkeit eine optimale Verteilung; es werden hohe Düsenlaufzeiten erreicht. Ein besonderes Merkmal dieser Spinnfärbungen ist ihre große Transparenz.

3. Die Spinnfärbung nach dem Schmelzspinnverfahren

Bei der Schmelzspinnfärbung unter Verwendung von Pigmenten unterscheidet man grundsätzlich zwei Arbeitsweisen:

- a) die Einkondensation oder -polymerisation (Kondensationsverfahren) und
- b) das Aufpudern (Panierverfahren); das Panierverfahren ist in der kunststoffverarbeitenden Industrie mehr unter dem Begriff „Trockenfärbung“ bekannt.

Das Kondensationsverfahren

Das Kondensationsverfahren bedient sich in der gleichen Art - wie schon beim Naßspinnverfahren erwähnt wurde - zum Zwecke des Pigmentfinish geeigneter organischer Lösungsmittel. So kann man zum Beispiel beim Poly-1,4-Dimethylolcyclohexanterephthalat die Pigmente in geschmolzenem Dimethylolcyclohexan präparieren. Zwei Anforderungen sind dabei zu erfüllen: Die Pigmente sollen von den Lösungsmitteln nicht oder nur wenig angelöst werden, da sonst die Kornverteilung ungünstig beeinflusst werden kann,

und die Lösungsmittel dürfen die Kondensations- bzw. Polymerisationsreaktion nicht stören.

Ähnlich wie beim Naßspinnverfahren ist die erzielbare Feinverteilung der Pigmente sehr gut. Als Nachteil muß die Verschmutzung der gesamten Reaktionsanlage in Kauf genommen werden, was erhebliche Aufwendungen für deren Reinigung mit sich bringt.

Man versucht daher, einerseits den Vorteil guter Pigmentzerteilung auszunutzen, den die Anwendung von Lösungsmitteln zur Dispergierung der Pigmente bietet, und andererseits die Verunreinigung der gesamten Produktionsanlage bei der Herstellung von gefärbten Polymeren weitgehend zu vermeiden. Hier bietet sich ein Verfahren an, das in jenen Fällen angewendet werden kann, wo für den Pigmentfinish geeignete flüssige Dispergiermittel zur Verfügung stehen, die mit dem zu erzeugenden Fasermaterial verträglich sind und somit die Zudosierung der damit hergestellten Pigmentpräparationen erst unmittelbar vor der Spinndüse - also unter Umgehung des ganzen Produktionsweges - erlauben. Das bekannteste Beispiel dieser Art sind wohl die Versuche der Zusp eisung von Titandioxid bei der kontinuierlichen Herstellung von Polyamid 6. Dabei wird das Titandioxid zuvor in einem Kneiter mit Caprolactamoligomeren präpariert und zur Polyamid 6-Schmelze mittels einer Dosierpumpe am Ende des VK-Rohres zugespeist. Das zugesetzte niedrig kondensierte Caprolactam wird bei der späteren Schnitzel- oder Spinnkabelwäsche des Polyamid 6 entfernt.

In der Literatur sind ferner Pigmentpräparationen, zum Beispiel mit für die jeweilige Faser verträglichen Weichmachern, erwähnt, sodaß eine spätere Faserwäsche entbehrlich ist⁴⁾, sofern eine solche - wie im Falle des Polyamid 6 - nicht ohnehin ausgeübt werden muß.

Auch das Färben von nach dem Slit-knit-Verfahren hergestellten Weich-PVC-Folienbändern, die auf einer Rundstrickmaschine zu Auto- und Möbelbezugsstoffen verarbeitet werden⁶⁾, fällt in diese Rubrik. Der relativ hohe Weichmacheranteil der PVC-Mischung bietet ideale Voraussetzungen zur Bereitung entsprechender Pigmentpräparationen. Ebenso gibt die Trockeneinfärbung - also die Vermischung des pulverförmigen PVC-Materials mit dem Pigmentpulver - eventuell unter Gebrauch bereits mit PVC zubereiteter handelsüblicher Pigmentpräparationen in Pulverform gute Resultate.

Das Panierverfahren

Das Panierverfahren wäre an und für sich die ideale Methode zur Einfärbung der nach dem Schmelzspinnverfahren gesponnenen Fasern. Man geht von dem zur Faserherstellung einzusetzenden fertigen Hochpolymermaterial aus, das meistens in Granulatform vorliegt, und vermischt es - eventuell unter Zusatz geringer Mengen Netzmittel - in einem Rollfaß oder in einer Mischanlage mit dem Pigmentpulver. Sodann wird das derart panierte Granulat mittels eines Extruders auf der Schmelzspinnanlage zu Fäden verformt; die Farbverschmutzung erstreckt sich also nur auf die eigentliche Spinnanlage selbst.

Ein schwerwiegendes Problem begleitet jedoch das Panierverfahren:

Es bietet nicht genügend Gewähr für die Vermeidung von Fadenbrüchen infolge der unzureichenden Feinverteilung der Pigmente. Der nur kurze Weg von der Einzugszone des Extruders bis zur Spinnpumpe, auf dem Scherkräfte zur Zerteilung von Pigmentagglomeraten wirksam werden können, reicht nicht aus, um im Faden ein weitgehend nivelliertes Kornspektrum zu erreichen, dessen Maximum um ca. 0,5 µ liegt (wobei die größte Farbstärke den Teilchen zukommt, die unter diesem Wert - etwa bei 0,1 µ - liegen) und dessen größte Teilchen eine Größe von 1,5 µ nicht überschreiten sollten.

Abhilfe schafft hier der Einsatz spezieller temperaturbeständiger Farbstoffe, die sich in dem geschmolzenen Polymermaterial lösen, wie das die Abbildungen 1 und 2 am Beispiel eines Polyesterfadens unter Verwendung von C.I. Pigment Blau 15 und eines chemisch modifizierten Abkömmlings des Kupferphthalocyanins zeigen.



Abb. 1: Panierverfahren (C.I. Pigment Blau 15 in Polyester)

Ebenso ist das Aufpudern löslicher Farbstoffe bei Polyamiden möglich. Beachtet werden muß allerdings der reduzierende Einfluß der Polyamid schmelzen. Die Reduktionskraft der Schmelze, die bis zur völligen Zerstörung eines Farbstoffes führen kann, ist bei Polyamid 11 am geringsten. Es hat den Anschein, als ob ein Zusammenhang zwischen dem Reduktionsvermögen und der Anzahl der Carbonamidgruppen in dem jeweils verwendeten Polyamidmaterial bestünde.

Vom Prinzip des Einsatzes löslicher Farbstoffe zur Schmelzspinnfärbung macht man in der Praxis bei Polyamid 6 durch Anwendung des sogenannten Chipsfärbverfahrens Gebrauch.

Hiebei werden die Perlon®-Schnitzel nach der üblichen „Monomerenwäsche“ mit herkömmlichen Säurefarbstoffen in möglichst kurzem Flottenverhältnis gefärbt, sodann getrocknet und aus der Schmelze zu Fäden verformt. Der Farbstoff ist monomolekular im Fadenmaterial gelöst und gut verteilt. Besonderes Interesse besitzt dieses Verfahren für die Herstellung gleichmäßig angefarbter Partien texturierter Fäden, beispielsweise für den Teppichsektor.

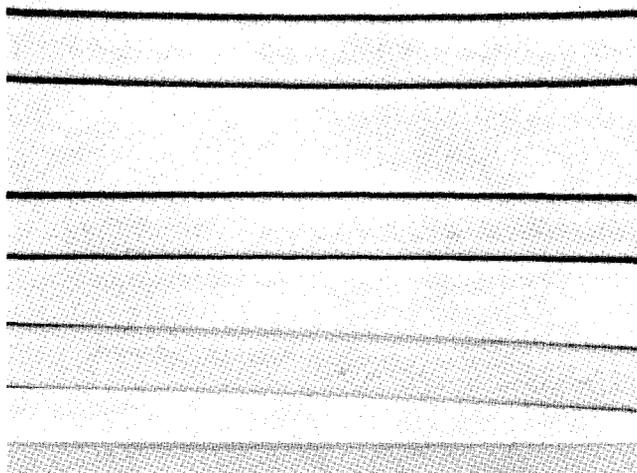


Abb. 2: Panierverfahren (substituiertes Pigment Blau 15 in Polyester)

Den gleichen Weg könnte man auch bei Polyamid 6,6 und 11 und bei Polyester beschreiten, da vielfach die aus dem Autoklaven kommenden Bänder oder Stränge vor ihrer Schnitzelung oder Granulierung zur Abkühlung durch Wasserbäder gezogen werden. Durch den nachträglichen Färbeprozess würden somit keine zusätzlichen Trocknungskosten entstehen.

Wir wenden uns nun den Polyolefinfasern zu, die in ihrer nicht modifizierten Form den herkömmlichen Färbefahren auf wässriger Basis nur wenig oder gar nicht zugänglich sind, sodaß sich eine Spinnfärbung geradezu zwingend anbietet.

Das Polymermaterial wird aus gasförmigen Ausgangsmaterialien gewonnen, was zwar eine Schmelzspinnfärbung nach Art des Kondensationsverfahrens ausschließt, dafür aber die Paniermethode umsomehr in den Vordergrund des Inter-

esses rückt, zumal das nach dem Niederdruckverfahren gewonnene Polyolefin pulverförmig anfällt und somit eine sehr gute Vermischung mit dem Pigmentpulver erlaubt. Aber selbst hier zeigt sich, daß die Zerteilung und Verteilung unlöslicher Pigmente unzureichend ist. Ein Einsatz von löslichen Farbstoffen, wie er zum Beispiel bei Vorliegen ähnlicher Schwierigkeiten für Polyester und Polyamid vorgeschlagen wurde, scheidet bei den Polyolefinen aus, da die meisten der in Polyolefinen löslichen Farbstoffe bei Lagerung aus den mit ihrer Hilfe gefärbten Materialien ausblühen und die Artikel infolgedessen eine schlechte Reibechtheit aufweisen. Abhilfe schuf hier die Einführung speziell für den Einsatz in Polyolefinmaterialien geschaffener Pigmentpräparationen.

Will man das Verhalten von Pigmenten in Polyolefinen im Hinblick auf ihre Zerteilung studieren, so sind dazu besonders Versuche in Dünnschichten geeignet.

Unter dem Begriff *Zerteilung* verstehen wir dabei die Zerkleinerung (Feinverteilung) der über Ecken und Kanten aneinandergewachsenen Pigmentagglomerate in flächig aneinandergewachsene Pigmentaggregate⁵). Die *Verteilung* eines Pigments im Polymeren hingegen ist ein reiner Mischereffekt, der am deutlichsten an der sogenannten *Schlußbandigkeit* in Geweben aus Fäden oder Folienbändchen beurteilt werden kann.

Wir wollen hier die Pigmentzerteilung in Fäden und in Folien betrachten. Die mikroskopische Aufnahme zeigt, daß die nach dem Panierverfahren mit Pigment Gelb 83 gefärbte Folie im Gegensatz zu den Fäden bis zu 150 μ große Pigmentteilchen aufweist (Abb. 3 und 4).

Bei diesem Vergleich wurde für die Folie ein Material aus Hochdruckpolyäthylen mit dem Schmelzindex $I_5 = 6$ und für die Fäden ein Polypropylen mit dem Schmelzindex $I_5 = 50$ eingesetzt.



Abb. 3: Panierverfahren (C.I. Pigment Gelb 83 in Polyolefinfäden)

® = eingetragenes Warenzeichen

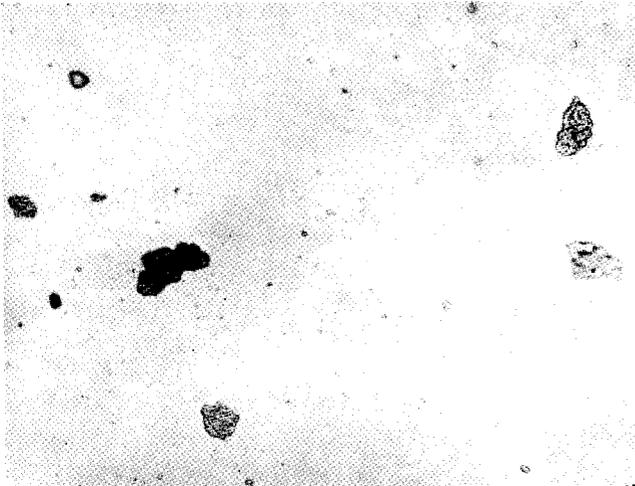


Abb. 4: Panierverfahren (C.I. Pigment Gelb 83 in Polyolefinfolien)

Wir verzichteten auf die übliche Sandfüllung im Filterpack der Spinnanlage, um eventuell sich hiedurch ergebende Filtrationsunterschiede gegenüber der Folienblasanlage auszuschalten. Die deutlich bessere Feinverteilung des kornweichen Pigments Gelb 83 (Fp 380°C) in den Fäden führen wir zunächst auf die bessere Benetzung der Pigmentoberfläche durch das niedrigviskose Fadenmaterial zurück, wodurch die Pigmentzerteilung erleichtert wird. Die Benetzungsge-

schwindigkeit des Pigmentpulvers sinkt mit steigender Viskosität der benetzenden flüssigen Phase⁷⁾ erheblich.

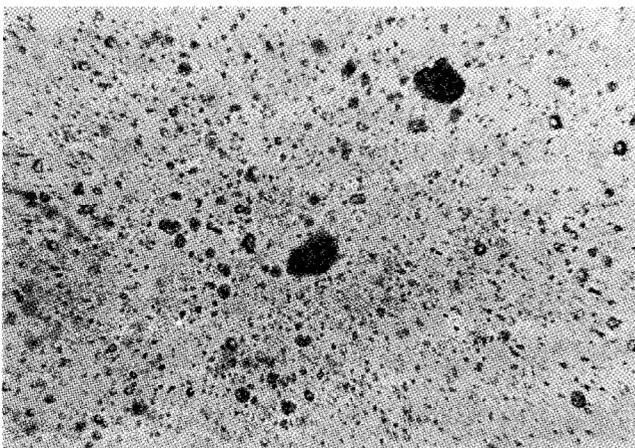
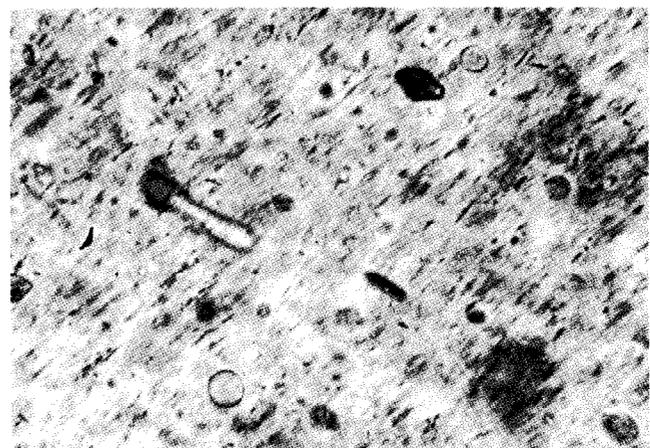
$$\frac{dl}{dt} = \frac{r \cdot \gamma_{1/2}}{4 \eta l} \cdot \cos \Theta$$

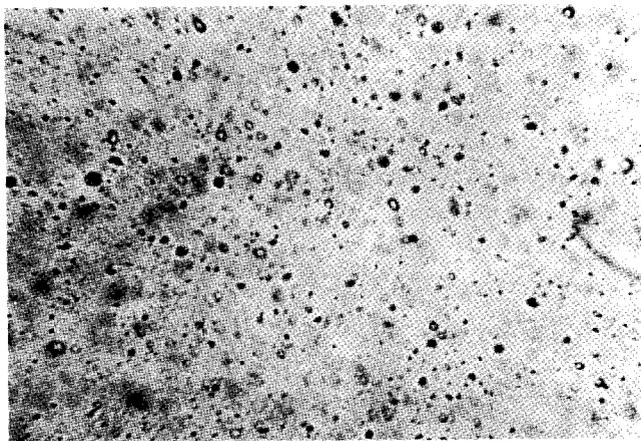
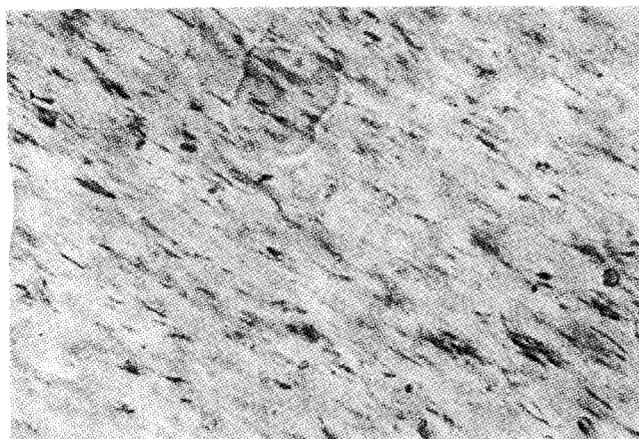
- t = Eindringzeit
 l = Eindringtiefe
 r = Porenradius der Pigmentagglomerate
 $\gamma_{1/2}$ = Oberflächengrenzspannung zwischen flüssiger und gasförmiger Phase (zwischen Thermoplast und der das Pigment umgebenden Luft)
 η = Viskosität (des Thermoplasten)
 Θ = Randwinkel (gemessen in der flüssigen Phase)

Wenn diese Beziehung für Thermoplaste auch noch nicht ermittelt werden kann, so ist ihre analoge Anwendung für die Deutung derartiger Verhältnisse doch wohl zulässig. Das demonstrieren folgende Versuche:

Fahren wir jeweils auf der Folienblasanlage mit Werkzeug (Blaskopf) und auf der Spinnanlage ohne Pack (Siebplatten, Sandfilter und Spinndüse) sowohl ein mit 1 Prozent C.I. Pigment Gelb 83 paniertes Polypropylengranulat mit dem Schmelzindex $I_5 = 8$ als auch mit $I_5 = 50$, so erhalten wir folgendes Bild:

Das aus dem Blaskopf bzw. unmittelbar aus der Spinnpumpe austretende Material wurde nicht zur Folie geblasen bzw. zu Fäden gezogen, sondern in beiden Fällen auf einem Blech

Abb. 5: 1 Prozent C.I. Pigment Gelb 83 (Polypropylen $I_5 = 8$)Abb. 6: 1 Prozent C.I. Pigment Gelb 83 (Polypropylen $I_5 = 50$)

Abb. 7: 1 Prozent C.I. Pigment Gelb 83 (Polypropylen $I_5 = 8$)Abb. 8: 1 Prozent C.I. Pigment Gelb 83 (Polypropylen $I_5 = 50$)

gesammelt und zu dünnen Platten gepreßt. Wir sehen, daß jeder Versuch mit dem niedriger schmelzenden, also besser benetzenden Polypropylen eine bessere Pigmentzerteilung liefert*).

Auf der Spinnanlage muß aber ein weiterer Faktor von Einfluß sein. Die Spinnpumpe, die - im Gegensatz zu Folienblasanlagen - üblicherweise in Spinnanlagen eingebaut ist, erzeugt einen Gegendruck und erhöht die Rückströmung im Extruder, was zu wesentlich besserer Durchmischung führt. Der Materialausstoß betrug bei unserem Versuch auf der Folienblasanlage 3,0 kg pro Stunde, während er bei der Spinnanlage auf 0,8 kg pro Stunde reduziert wurde.

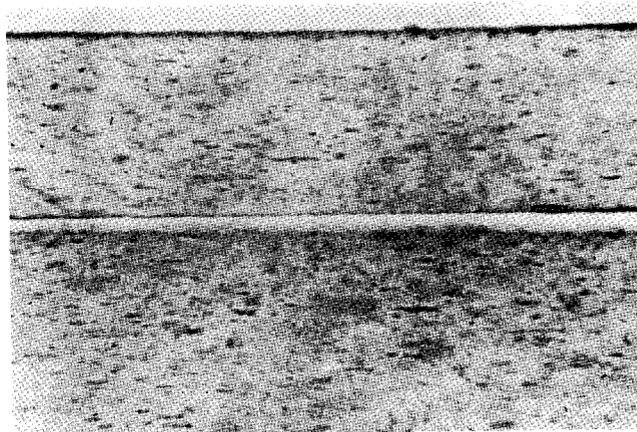
Die für die Betrachtung dieser Dinge wichtige Größe ist die

$$\text{Knetarbeit} = \frac{\text{Kilowatt (oder Drehmoment x Drehzahl)}}{\text{Förderung pro Stunde}} = \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}$$

Sie betrug zum Beispiel auf der Folienblasanlage bei einer Förderung von 3 kg/h und einer Schneckendrehzahl von 50 U/min 0,08 kWh/kg.

Interessant ist nun ein Versuch, der zwar kein praktisches Interesse beansprucht, der uns aber zu einer weiteren wichtigen Größe für die Pigmentzerteilung führt. Führt man mit 1 Prozent C.I. Pigment Gelb 83 paniertes Polypropylen mit dem Schmelzindex $I_5 = 8$ und $I_5 = 50$ auf der Schmelzspinnanlage mit Spinnkopf - unter den gleichen Bedingungen wie bei dem vorangegangenen Versuch o h n e Spinnkopf - so beobachtet man bei dem Polypropylen mit dem Schmelzindex $I_5 = 8$ einen erheblichen Druckanstieg zwischen Spinnpumpe und Spinndüse. Dabei ist die Pigmentzerteilung

lung der aus der Düse austretenden Fäden mit dem Schmelzindex $I_5 = 8$ wesentlich feinteiliger. Es müssen also auch im Spinnkopf selbst der Pigmentzerteilung dienende Kräfte wirksam sein, die umso größer sind, je höher die Viskosität des Thermoplasten ist (Abb. 9 und 10).

Abb. 9: 1 Prozent C.I. Pigment Gelb 83 (Polypropylen $I_5 = 8$)

Während eine geringe Viskosität bzw. ein höherer Schmelzindex der Benetzungsgeschwindigkeit des Pigments durch den Thermoplasten förderlich ist und damit der Einleitung der Pigmentdispersion dient, steigt mit zunehmender Viskosität (bei gegebenem Geschwindigkeitsgefälle) die -

*) siehe dazu auch: G. Kaufmann, Ang. Makrom. Chem. 10 (1970)

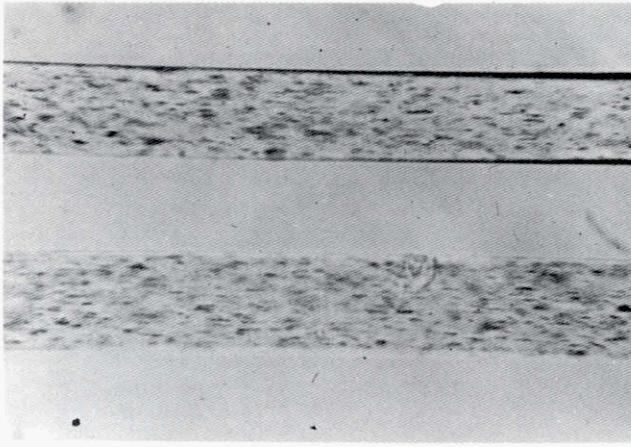


Abb. 10: 1 Prozent C.I. Pigment Gelb 83 (Polypropylen $I_5 = 50$)

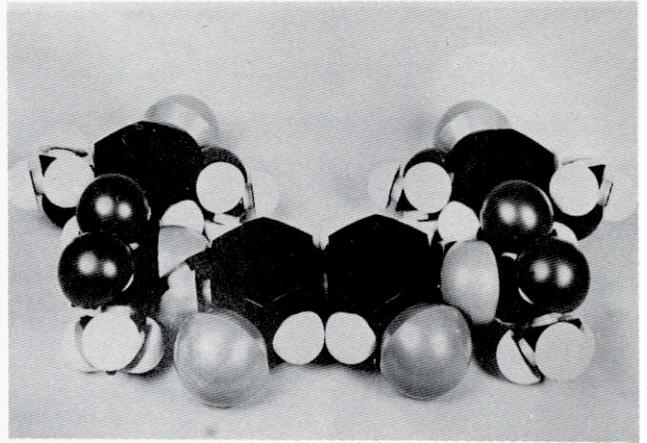


Abb. 11: Aufnahme eines Kalottenmodells

natürlich auch schon im Extruder wirksame - Scherkraft, die einen wesentlichen und schließlich ausschlaggebenden Einfluß auf die Dispergierung eines Pigments ausübt. Für die auf eine Fläche bezogene Scherkraft P/F , die Schubspannung τ , gilt folgende Beziehung:

$$\tau = \eta \cdot \frac{dv}{ds},$$

wobei dv/ds für das sogenannte Geschwindigkeitsgefälle oder die Scherung steht. Die Linearität dieser Beziehung gilt für Newtonsche Flüssigkeiten; bei Thermoplasten besteht keine proportionale Abhängigkeit⁸⁾, sondern die Viskosität ändert sich in diesem Falle mit der Temperatur und mit der Scherung, und zwar wird sie umso geringer, je höher die Temperatur und die Scherung ist.

Wir haben gesehen, welche Größen für die Zerteilung eines Pigmentagglomerats von der maschinellen Seite her von Einfluß sind und wie sich mit ihrer Hilfe die Unterschiede in unseren Versuchen auf der Folienblasanlage und auf der Spinnanlage erklären lassen. Es bleibt die Frage zu klären, woher die Pigmentagglomerate, die in den Fäden ausreichend zerteilt, aber in den Folien noch sichtbar sind, eigentlich stammen.

Betrachten wir zunächst das Molekül des C.I. Pigments Gelb 83 (Abb. 11). Es wird durch Kupplung eines diazotierten Dichlorbenzidins mit einem substituierten Azetessigarylid gebildet. Die Länge dieses Moleküls beträgt je nach Lage der beiden Arylidreste im Raum - wobei die mögliche Hydrasonstruktur nicht berücksichtigt wurde - zwischen 27 und $319 \cdot 10^{-8}$ cm, seine Dicke, bedingt durch die beiden CO-Gruppen, $5,2 \cdot 10^{-8}$ cm. Das Pigment fällt in wässrigem Medium feinkristallin an und wird abgepreßt, in den Handel gelangt es als getrocknete Ware in gemahlenem Zustand. Die Siebanalyse des handelsüblichen Pigmentpulvers zeigt uns, daß nur ein Anteil von weniger als 0,1 Prozent auf einem Sieb mit einer lichten Maschenweite von 0,0375 mm zu-

rückbleibt. Das heißt, die Pigmentagglomerate in der in der Folie zu beobachtenden Größenordnung von maximal 150μ müssen somit erst zu einem späteren Zeitpunkt gebildet werden. Es liegt nahe anzunehmen, daß die Reagglomeration des Pigments Gelb 83 während der Extrusion des mit dem Pigment panierten Polyolefingranulats in der Einzugszone des Extruders erfolgt.

Diese Überlegung wird gestützt durch den Vergleich der Handelsware von Pigment Gelb 83 mit einem in einem simulierten Extruderversuch bei 180°C mechanisch behandelten Pigment Gelb 83; hierzu wurde es mit Porzellanugeln in einer Kugelmühle mehrmals etwa 10 Minuten bei der angegebenen Temperatur gerollt. Der Vergleich der elektronenmikroskopischen Aufnahmen und der nach der Gasadsorptionsmethode ermittelten Oberflächenwerte zeigt, daß gegenüber der Handelsware bei dem in der Kugelmühle getemperten Pigment eine erhebliche Verringerung der Oberfläche infolge der Vergrößerung der Pigmentteilchen erfolgt ist. Diese Agglomeratbildung dürfte auch unseres Erachtens in der Einzugszone des Extruders stattfinden, wo das Pigment mit noch nicht plastifiziertem Polymermaterial gemahlen wird (Abb. 12, 13, 14 und 15).

Die Agglomeratbildung muß, da unter praktisch gleichen Bedingungen in der Einzugszone der Extruder auf der Folien- und Spinnanlage gearbeitet wurde, in beiden Versuchen ähnlich verlaufen. Wir haben nun zwar im Falle des Faser- versuchs gesehen, daß eine Zerteilung der Pigmentagglomerate erfolgen kann, die zu noch ausreichender Feinverteilung des Pigments Gelb 83 im Faden führt. Besser ist es jedoch, die Reagglomeration eines organischen Pigments von vornherein zu vermeiden. Falls man ans dem Verhalten⁹⁾ von niedrig- und höhermolekularen Polyester (Molekulargewicht 6600 bis 35 500) in organischen Lösungsmitteln gegenüber Titandioxid auf die Adsorption aus der Schmelze von Polyolefinen mit unterschiedlichem Molekulargewicht

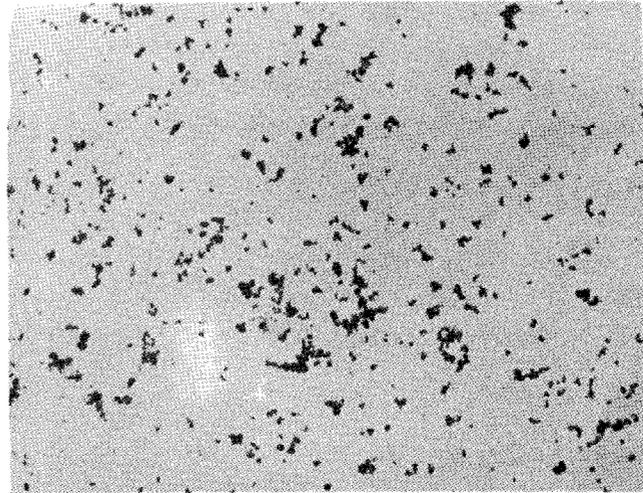
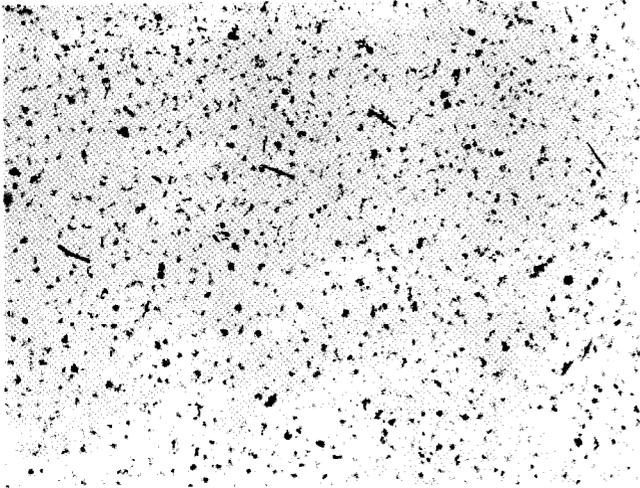


Abb. 12: C.I. Pigment Gelb 83 (elektronenoptische Aufnahme; Gesamtvergrößerung 1 : 10 200, spez. Oberfläche 62 m²/g, mittl. Teilchengröße 0,072 μm)

Abb. 13: C.I. Pigment Gelb 83, getempert (elektronenoptische Aufnahme, Gesamtvergrößerung 1 : 10 200, spez. Oberfläche 16,8 m²/g, mittl. Teilchengröße 0,26 μm)

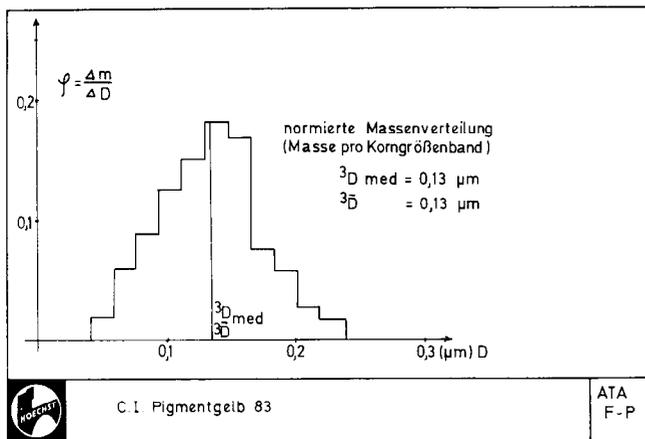


Abb. 14: C.I. Pigment Gelb 83

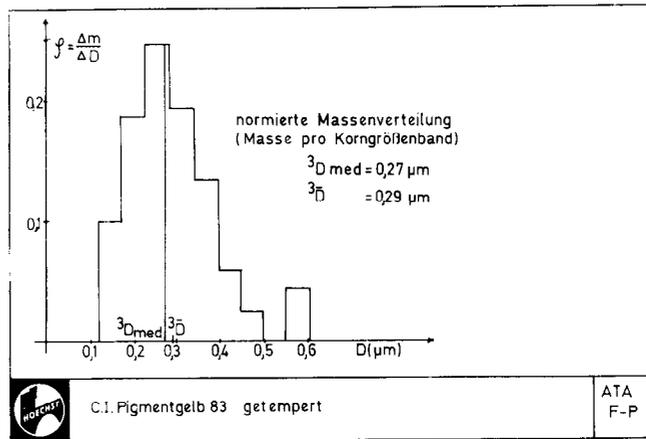


Abb. 15: C.I. Pigment Gelb 83, getempert

an die Oberfläche organischer Pigmente schließen darf, dann nimmt in dem hier interessierenden Molekulargewichtsbereich die adsorbierte Menge der Polyolefine mit zunehmender Molekülgröße des Polymermaterials ab.

Des weiteren haben wir gesehen, daß die Benetzungsgeschwindigkeit eines Pigmentpulvers mit steigender Viskosität des Benetzungsmittels erheblich abnimmt. Aus beiden Tatsachen heraus läßt sich ein Phänomen deuten, das in der Praxis seit längerer Zeit erfolversprechend zur Präparation von Pigmenten für den Einsatz in Polyolefinen verwendet wird. Das wirksame Prinzip besteht darin, durch den Einsatz relativ niedrigmolekularer Polyolefinwachse eine bevorzugte Adsorption der Pigmentoberfläche wie auch eine

schnellere Benetzung zu erreichen. Hiedurch wird die Reagglomeration eines organischen Pigments bereits vor Erreichen der Schmelztemperatur des Thermoplasten verhindert und eine gute Pigmentverteilung erreicht¹⁰⁾.

Für das Verfahren wird von uns ein Polyäthylenwachs vom mittleren Molekulargewicht 2500, mit einer Dichte von 0,91 bis 0,92, einem Erstarrungspunkt von 90 bis 94°C und einer Viskosität von 1300 bis 1700 cSt. bei 100°C eingesetzt. Nach dem Aufschmelzen des Materials in einem Knetter trägt man 40 Prozent eines organischen Pigments, berechnet auf das Gewicht des Wachses, in die geschmolzene Masse ein und knetet nach einer für das jeweilige Pigment ausreichenden Benetzungszeit unter Erkalten des Aggregats mög-

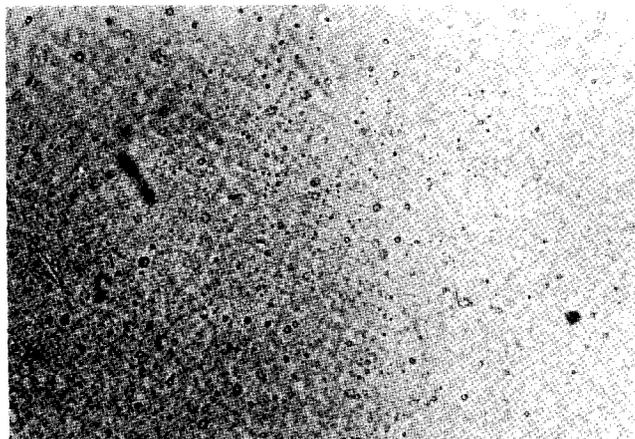


Abb. 16: 1 Prozent C.I. Pigment Gelb 83 (eingesetzt mit 2,5 % als 40 %ige Präparation)

lichtst zäh zwecks Erreichung hoher Scherkräfte bis zur gewünschten Feinverteilung des Pigments. Die noch warme Masse wird in Fässer ausgetragen, wo man sie erkalten läßt. Das erstarrte Material wird in einer Mühle gebrochen, extrudiert und unter Verwendung eines Kopfgranulators granuliert.

Eine mittels einer derartigen Präparation mit 2,5 Prozent C.I. Pigment Gelb 83 (40 %ig, präpariert in [®]Hoechst-Wachs PA 520) auf unserer Folienblasanlage hergestellte Folie aus Hochdruckpolyäthylen vom Schmelzindex $I_5 = 6$ zeigt das nachstehende Bild (Abb. 16). Im Vergleich mit Abbildung 4 erkennt man die bessere Dispergierung.

Sinn und Zweck der vorliegenden Arbeit sollte es sein, an einen Kreis interessierter Fachleute die technischen Probleme der Pigmentverteilung bei einer Spinnfärbung heranzutragen und für derartige, insbesondere auf die Schmelzspinnfärbung bezogene Fragen das zur Bearbeitung notwendige Rüstzeug zusammenzustellen.

Zum Schluß möchte ich noch allen meinen Mitarbeitern für ihre Hilfe herzlich danken.

Literatur:

- 1) G. Schulz; „Die Kunststoffe“; Carl Hanser-Verlag, München 1959
- D. Hayer; „Einfärben von Kunststoffen“; Carl Hanser-Verlag, München 1962
- 2) G. Rieck; Chemiker Ztg. **90**, 475-489 (1966)
- 3) Bürger u.a.; Faserforschung u. Textiltechnik **18**, 505 (1967)
- 4) H. Scheller; Chemiefasern **12**, 928 (1965), Franz. Patent Nr. 1 399 386 (D) 1 f)
- 5) B. Honigmann; Ber. Bunsen Ges.f.physik. Chem. **71**, 239 (1967)
- 6) H. Peuker; Z.f.d.ges. Text. Ind. **70**, 781 (1968)
- 7) G.D. Parfitt; JOCCA **50**, 822 (1967)
- 8) G. Schenkel; Kunststoff-Extrudertechnik, Carl Hanser-Verlag, München 1963
- 9) R. Wörwag; Diss. Stuttgart (1965), 100-153
- 10) G. Kaufmann; Z.f.d.ges. Text. Ind. **71**, 190-191 (1969)

Diskussion

Prof. Köb: Herr Dr. Kaufmann, Sie haben uns Agglomerate gezeigt. Kommen beim Pigment auch Einzelmoleküle vor, die aus der Faser herauswandern können, oder sind die kleinsten Einheiten der Pigmente so groß, daß sie in der Faser eingesperrt bleiben?

Dr. Kaufmann: In Abhängigkeit vom Polymermaterial ergeben sich Unterschiede. Betrachten wir Polyester, so haben wir unter den Spinnbedingungen ein gutes Lösungsmittel vorliegen. Auf Grund des chemischen Aufbaues organischer Pigmente ist ihre Löslichkeit im Gegensatz zu der der Dispersionsfarbstoffe jedoch sehr gering; damit geht einher, daß die Diffusionsgeschwindigkeit des eventuell in sehr geringer Konzentration im Polymermaterial monomolekular gelösten organischen Pigments sehr niedrig ist.

Von weiterer Bedeutung für die Betrachtung der Frage, ob Einzelmoleküle eines organischen Pigments aus der Faser herauswandern können, ist der Dampfdruck, der bei den für die Polyesterspinnfärbung ausgewählten organischen Pigmenten praktisch zu vernachlässigen ist.

Als Vorteil organischer Pigmente gegenüber den Dispersionsfarbstoffen sehe ich an, daß wir auf Farbkörper zurückgreifen können, die aus wäßriger Flotte kein Färbevermögen aufweisen, sei es aus Gründen zu geringer Wasserlöslichkeit oder infolge einer zu geringen Diffusionsgeschwindigkeit.

Dr. Albrecht: Sie haben die Masseverteilung von Pigment Gelb 83 angegeben und uns davon Dias gezeigt. In einem Fall (vor dem Tempern) sind Sie auf 0,15 μ gekommen.

Dr. Kaufmann: Es wurde das Pigmentpulver nach der Methode der Elektronenmikroskopie aufgenommen und ausgezählt. Das Diapositiv zeigt uns also das handelsübliche Pigmentpulver, nicht aber seine Zerteilung im Polymeren.

Dr. Albrecht: Wie sieht es mit den Echtheiten der Lösungsfarbstoffe aus? Wenn man zum Beispiel bei einer speziellen Ausrüstung 160°C anwenden muß, ist dann die Sublimierbarkeit noch genügend groß?

Dr. Kaufmann: Diese Echtheiten sind im Vergleich zu aus wäßriger Flotte färbbaren Farbstoffen verbessert; im Vergleich zu Pigmenten müssen Sie Konzessionen machen. Ganz allgemein ist das Pigment zweifelsohne der echtere und indifferentere Körper, während der lösliche Farbstoff mit gewisser Vorsicht eingesetzt werden muß. Die Wechselwirkung zwischen dem löslichen Produkt und dem Polymermaterial ist allerdings größer, und gerade bei Polyester ist durch die Wasserstoffbrückenbindung eine ausreichende Echtheit gewährleistet. So zeigt auch eine Dispersionsfärbung recht gute Resultate.

Dr. V. Gröbe: Wenn Sie beim Naßspinnen von Polyacrylnitril die Massenfärbung mit Pigmenten mit der Gelfärbung mit anionischen oder mit kationischen Farbstoffen vergleichen, welchem der beiden Verfahren würden Sie den Vorzug geben?

Dr. Kaufmann: Beide Verfahren werden in der Praxis angewandt. Einige Fasererzeuger arbeiten nach dem Gelfärbeverfahren, andere Firmen haben nach dem Pigmentfärbeverfahren spinngefärbte Sortimente im Handel. Ich persönlich würde der Zudosierung präparierter Pigmente den Vorzug geben, da beim Naßspinnverfahren durch das Lösungsmittel eine Möglichkeit zu ausgezeichneter Pigmentzerteilung gegeben ist.

Als Vorteil für das Gelfärbeverfahren gilt die Tatsache, daß ein rascher Farbenwechsel leicht zu bewerkstelligen ist. Für kleinere Partiegößen, wie sie ja öfter vorkommen, spielt das schon eine Rolle.

Dr. Albrecht: Wie groß ist das Sortiment an löslichen Farbstoffen? Ergeben sich unter Umständen Schwierigkeiten, wenn man verschiedene lösliche Farbstoffe miteinander mischt?

Dr. Kaufmann: Vielleicht beim Gelfärbeverfahren; bei der Polyester-spinnfärbung ließ sich das nicht feststellen. Das Sortiment spezieller, hierfür ausgesuchter löslicher Farbstoffe ist erst im Wachsen.

gument ist aber doch die Wirtschaftlichkeit, wenn Sie das Spinnfärben von Polyacrylnitril mit dem Gelfärben vergleichen, zumal man bei letzterem Farbstoffe herkömmlicher Art verwenden kann. Die Pigmentfärbung von Polyacrylnitril stellt außerordentlich hohe Anforderungen, besonders hinsichtlich der Lösungsmittelbeständigkeit gegenüber Dimethylformamid bei erhöhter Temperatur.

Bei der Abhandlung des Panierverfahrens haben Sie kurz erwähnt, daß dieses Verfahren doch erhebliche Auswirkungen auf die Qualität der Fäden hätte. Können Sie diese Aussage im Hinblick auf eine vergleichende Betrachtung des Kondensationsverfahrens, des Panierverfahrens und des von Ihnen zitierten modifizierten Panierverfahrens (unter Verwendung spezieller temperaturbeständiger Farbstoffe) und deren Auswirkungen auf den Spinnverlauf sowie auf die textilphysikalischen Eigenschaften der Fäden erweitern?

Es ist allgemein bekannt, daß Titandioxid in Kombination mit Stabilisatoren einen negativen Einfluß auf die Lichtbeständigkeit hat. Haben Sie solche Untersuchungen bei Pigmenten angestellt, und zu welchen Ergebnissen sind Sie dabei gelangt?

Dr. Kaufmann: Mit der Frage der Wechselwirkung zwischen Pigment und Polymermaterial beschäftigen wir uns. Einen Hinweis, ob eine Beeinflussung der Lichtechtheit des Polymermaterials stattfindet, kann ich noch nicht geben. Meiner persönlichen Meinung nach wurde bei den im Handel befindlichen Sortimenten etwas derartiges nicht beobachtet.

Zu Ihrer ersten Frage: Das Gelfärben führt, da man mit löslichen Farbstoffen arbeitet, zu transparenten Fäden. Das Trockenspinnverfahren ergibt ebenfalls transparente Fäden. In beiden Fällen sind die zum Färben eingesetzten Produkte gelöst. Es treten weder Düsenverstopfungen noch schlechte Laufeigenschaften auf.

Zur zweiten Frage: Das Panierverfahren für Polyester und Polyamide führt nur zu einer Ablagerung der Pigmente im Polymeren. Wenn man es ohne vorherige Präparation der Pigmente handhabt, dann kann man es noch nicht als technisch reif ansehen. Anders verhält es sich bei Anwendung löslicher Farbstoffe.

Das Kondensationsverfahren stellt eine Methode dar, die zu einer hervorragend guten Verteilung der Pigmente im Faden führt. Leider habe ich hier keine Zahlen vorliegen, um Ihnen konkrete Angaben darüber zu machen, ob unpigmentierte oder nach dem Kondensationsverfahren gefärbte Polymere Unterschiede in den Düsenlaufzeiten ergeben. Ich möchte es aber annehmen. Diesen Faktor beobachten Sie aber auch bei der Titandioxidpigmentierung.

Dr. Thater: Gibt es Überlegungen, inwieweit technologische Veränderungen der Faser im Hinblick auf ihren späteren Verbrauch (z.B. Abfall der Reißfestigkeit) auftreten? In welchem Umfang ist das anzunehmen, insbesondere bei dunklen Tönen?

Sie erwähnten mehrmals die transparenten Fäden. Im allgemeinen brauchen wir aber eine gute Deckkraft. Wir sind das von der Mattierung mit Titandioxid her gewöhnt. Wenn wir daneben aber spinngefärbtes transparentes Material haben, so wäre das für die weitere Verarbeitung und Ausrüstung ungünstig. Hat man schon daran gedacht, die Mattierung mit der Pigmentierung zu kombinieren? Oder werden die Pigmente auch nach ihrem Deckungsgrad ausgewählt?

Dr. Kaufmann: Beides ist der Fall. Im allgemeinen wird die Transparenz als Mangel empfunden. Deswegen haben wir ja auch die Spinnmattierung. Ganz plötzlich könnten aber auch die transparenten Fasern modern werden. Darum wird dem Transparentfärben doch auch ein gewisses Interesse entgegengebracht, und es ist ein gewisser Markt hierfür vorhanden. Ich halte allerdings die Kombination löslicher Farbstoffe mit Titandioxid nicht für sehr glücklich. Da sollte man doch besser organische Pigmente einsetzen.

Eine allfällige Veränderung der textilphysikalischen Eigenschaften wird selbstverständlich von uns kontrolliert. Ein gewisser Einfluß ist vorhanden, er wirkt sich aber von den Gebrauchseigenschaften her nicht nennenswerter aus als eine Spinnmattierung. Wir kontrollieren natürlich die Reißfestigkeit, die Dehnung und auch die Scheuerfestigkeit. Wir finden jedoch keine erwähnenswerte Beeinflussung unter der Voraussetzung, daß das Pigment gut zerteilt ist.

Dr. Laub: Vor etwa vier Jahren wurde mir von einem großen Farbstoff- und Pigmenthersteller gesagt, daß im Weltdurchschnitt 40 Prozent der Viskosefäden spinngefärbt wären, Synthesefasern dagegen nur 1 bis 2 Prozent. Die Erklärung dafür läge darin, daß wir einen Absatzmarkt haben und daß sich vorläufig ungefärbtes Material noch sehr gut verkauft.

Dem Bemühen, die Spinnfärbung zu verwirklichen, steht meines Erachtens letzten Endes weniger die mangelnde Initiative der Chemiefaser- und -anlagenhersteller entgegen als vielmehr ganz handfeste und unangenehme Schwierigkeiten. Eine davon liegt in folgender Zahlenüberlegung:

Sie haben mehrmals darauf hingewiesen, daß die mikroskopische Prüfung von Filmen Agglomerate zeigt. Ich habe mich bei der Viskose schon daran gewöhnt, daß man mit dem Mikroskop leider nicht prüfen kann, ob die noch zulässige Größenordnung von Verunreinigungen vorliegt oder nicht. Wir wollen heutzutage kaum noch Fadenbruchzahlen über 1/100 pro 100 km zulassen. Das bedeutet, daß ein einziges zu großes Pigment pro 100 kg Masse bereits störend wirkt.

Bei der Aufzählung der Varianten haben Sie zwei unbeachtet gelassen: den Zusatz von Konzentratschnitzeln einerseits und die unmittelbare Zudosierung von Pigmenten im kontinuierlichen Verfahren andererseits. Der Zusatz von Pigmenten am Anfang des Prozesses ist sehr unrentabel, weil man große Übergangschargen und damit Verluste bekommt, die nur tragbar sind, wenn die Pigmentchargen sehr groß sind.

Wie sieht denn dieses Problem bei Ihrer Firma als großem Faserhersteller aus? Welche der vielen Varianten haben Sie bei Beachtung aller Schwierigkeiten, wie schlechte Fadenreinheit, zu kurze Düsenlaufzahl, Zersetzungstendenz im Schmelzbereich u.ä., gewählt?

Dr. Kaufmann: Über die Versuche, die in unserer Faserabteilung gemacht werden, kann ich natürlich nicht sprechen. - Zur Frage des kontinuierlichen Verfahrens: Wir haben dem Färben während des vollkontinuierlichen Polyamid- bzw. Polyesterprozesses noch nicht so viel Aufmerksamkeit geschenkt, um nach einem solchen Verfahren gefärbte Fasern handelsmäßig anzubieten. Natürlich ist das ein Gebiet mit Zukunft. Das Titandioxid hat den Vorteil, daß man es beim vollkontinuierlichen Prozeß von Anfang an hindurchschicken kann. Bei organischen Pigmenten würde man selbstverständlich nicht so verfahren, da muß man nachträglich zudosieren. Es müssen noch Methoden der Pigmentdispersion gefunden werden, die es erlauben, dem Fasermaterial etwas zuzuspeisen, was mit diesem verträglich ist oder nachträglich wieder entfernt werden kann. Die größere Problematik scheint hier auf dem Polyestergebiet zu liegen.

Dr. Laub: Ich könnte ja auch Hoechst als Farbstoffhersteller fragen: Welche möglichen Pigmente bieten Sie als ausreichend durchgetestet an?

Dr. Kaufmann: Das muß man von Fall zu Fall betrachten. Im Falle der vollkontinuierlichen Polyestererzeugung würde ich einen löslichen Farbstoff einsetzen, weil dieser keine zusätzliche Präparation benötigt und zu einer guten Zerteilung führt. Ich würde dann mit Konzentratschnitzeln arbeiten, denn die einmalige Extrusion - selbst mit löslichen Produkten - führt nicht unbedingt zu einer gleichmäßigen Verteilung. Vor allem bei Farbmischungen ist es zweckmäßig, Konzentratschnitzel einzusetzen. Diese muß sich der Faserhersteller selbst machen.

Bei Polyamid 6 würde ich vorschlagen, eine Präparation auf Basis von Caprolactam (evtl. mit Polymeren- oder Polyglykollzusatz) herzustellen und diese kurz vor der Düse einzuspeisen.

Dr. Albrecht: Es trifft keineswegs zu, daß 40 Prozent der Viskosefasern spinngefärbt sind. Die Entwicklung ist eher rückläufig, sie wird aber immer eine gewisse Bedeutung behalten. Die Problematik des Schmelzspinnens ist sehr einleuchtend, sie darf aber nicht mit dem Viskosespinnen verglichen werden. Wenn die modische Entwicklung so weitergeht wie bisher, dann werden in allen Ländern der Erde die Partiegößen bestimmt nicht umfangreicher, sondern eher kleiner werden.

Dr. Laub: Ich möchte meine Parallele zwischen Viskose- und Schmelzspinnen etwas näher erläutern. In beiden Fällen spielt die Beeinflussung der Fadenbruchzahl eine ganz erhebliche Rolle. Man kann in beiden Fällen nicht mit dem Mikroskop prüfen, ob man sich im erlaubten Bereich der Verunreinigung befindet oder nicht. Natürlich sind Endlosfäden empfindlicher; im Stapelfaserbereich spielt aber die Fadenreinheit keine so große Rolle.

Dr. Metzler: Wenn Sie das gleiche Pigment unter gleichen Bedingungen einmal in Polyester und das andere Mal in Polyamid verteilen, gibt es dann einen Unterschied in der Agglomeration? Wenn Sie mit Pigmentmischungen arbeiten, sehen Sie dabei eine gegenseitige Beeinflussung?

Dr. Kaufmann: Betrachten Sie in beiden Fällen das Kondensationsverfahren, wo Sie das Pigment vorher in einem Medium (Caprolactam bzw. Glykol) dispergieren, so ergeben sich keine Unterschiede. Auch beim Panierverfahren finden wir keine unterschiedliche Pigmentverteilung, da die Fließkurven beider Polymermaterialien keine so große Differenzierung aufweisen, daß Unterschiede in der Benetzungsgeschwindigkeit auftreten.

Technische Großhandlung
und Gummihaus

**KONRAD
ROSENBAUER KG.**

LINZ/DONAU

SPITTELWIESE 11

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

Methoden zur Erzeugung flammgeschützter Textilien

Dr.-Ing. Heimo Pfeifer

Fasertechnisches Institut der Glanzstoff-AG., Obernburg

Einleitend wird auf die geschichtliche Entwicklung der Erzeugung flammgeschützter Textilien eingegangen, die ihren ersten Anstoß in den USA durch die Schaffung des "Flammable Fabrics Act" im Jahre 1953 erhielt und durch die Verkündung des Gesetzes über brennbare Textilien vom 14.12.1967 ebenfalls in den USA neue Impulse bekam.

Im ersten Teil des Referates werden die wichtigsten flammhemmenden Ausrüstungsmittel, die sich derzeit auf dem Markt befinden, diskutiert. Dabei werden deren Einflüsse auf die physikalischen und die ästhetischen Eigenschaften der Textilien, aber auch ihre Beständigkeit im Gebrauch und beim Waschen kritisch beleuchtet. In diesem Zusammenhang werden auch die wichtigsten Brenntests erläutert und deren Gültigkeit hinsichtlich des Brennverhaltens in der Praxis zur Diskussion gestellt.

Der zweite Teil befaßt sich mit fremden wie mit eigenen Bemühungen zur Erzeugung flammfester Fasern auf Zellulosebasis durch Einspinnen von sogenannten *Flamm-Inhibitoren* während der Herstellung. Auch diese Typen werden einer kritischen Prüfung hinsichtlich der Einflüsse der eingesponnenen Produkte auf die Fasereigenschaften sowie auf die Beständigkeit des Flammenschutzes unterzogen.

Im dritten Abschnitt wird auf die Möglichkeit einer Synthese neuer, schwer entflammbarer Fasertypen eingegangen und dabei ein Ausblick auf die weitere Entwicklung dieses Spezialgebietes der Erzeugung textiler Konsumgüter versucht.

Past developments are discussed regarding the production of flame-resistant textiles which was first instigated in the United States by the enactment of the *Flammable Fabrics Act* in 1953, and which gained new impetus in that country by the promulgation of the law concerning inflammable textiles dated December 14, 1967.

Part 1 of the lecture is devoted to the most important flame-proofing finishes available on the market at this time, whose effects on the physical and aesthetic properties of textiles and whose resistance to wear and washing are critically evaluated. The most important burning tests are explained and their conclusiveness in respect of practical burning behaviour is discussed.

Part 2 deals with attempts at producing flame-resistant cellulose fibers by the injection of so-called *flame inhibitors* during spinning. These fibers are subjected to critical evaluation as regards the effects of the products included on fiber characteristics and on the durability of the flame-proofing action.

Part 3 discusses the possibility of synthesizing new flame-resistant fibers and tries to assess future developments within this specialized sector of the textile production.

Die Bemühungen, die Brennbarkeit von Textilien zu verringern und damit die Gefahr von Verbrennungsschäden für den Menschen herabzusetzen, reichen weit zurück. A e n i s - h ä n s l i n ¹⁾ weist darauf hin, daß bereits im Jahre 1735 W i l d e ein Patent für eine flammfeste Ausrüstung von nativen Zellulosefasern erteilt wurde, und zwar mit Metallsalzen wie Alaun oder mit Metalloxiden, wie Aluminium- oder Antimonoxid. Ich selbst kann mich erinnern, in meiner Jugend Brennversuche mit alaugetränkten und anschließend getrockneten Leinenlappen gemacht zu haben, vermutlich nach Anleitung eines chemischen Bastelbuches. Aber diese Bastelspielerei mag kennzeichnend dafür sein, daß die Flammschutzrüstung von Textilien über zweihundert Jahre im Stadium des spielerischen Experiments steckengeblieben war.

Erst als 1953 in den USA das Gesetz über brennbare Textilien, die sogenannte „*Flammable Fabrics Act*“, verkündet wurde, horchten auch in Europa die Textilfachleute, die Ausrüster, die Textilhilfsmittelhersteller und auch die Chemiefasernerzeuger auf, fiel doch diese Gesetzverkündung gerade in jene Zeit, wo das durch den Krieg in seiner zivilen technischen Entwicklung arg zurückgefallene Europa wie gebannt nach den Vereinigten Staaten blickte. Die "Flammable Fabrics Act" wurde mehrfach überarbeitet, und im Dezember 1966 fand in New York eine Konferenz von Vertretern der Ärzteschaft, der US-Gesundheitsbehörde und der Textilindustrie über Brandschäden und flammgeschützte Textilien²⁾ statt. Durch die sehr freien Diskussionen dieses Gremiums wurde letzten Endes eine Gesetzesvorlage angeregt, die eine Verbesserung der "Flammable Fabrics Act" von 1953 darstellt und am 14. Dezember 1967 durch Präsident Johnson als Gesetz verkündet wurde.

Auch in anderen Ländern wurden inzwischen gesetzliche Verordnungen hinsichtlich der Brennbarkeit von Textilien erlassen. In der Schweiz führte der tödliche Verbrennungsunfall einer jungen Frau am 10. Februar 1963 in Basel³⁾ zu einem Bundesratsbeschluß vom 1. Januar 1964, wonach die Verordnung über den Verkehr mit Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen (Lebensmittelverordnung) durch folgenden Zusatz ergänzt wurde:

„Zur Herstellung von Kleidungsstücken und Geweben für Bekleidungsstücke dürfen keine leicht entflammbaren oder durch eine Nachbehandlung (z.B. Färben, Appretur usw.) leicht entflammbar gewordenen Textilien Verwendung finden⁴⁾.“

In Großbritannien wurden mit Wirkung vom 1.9.1967 Sicherheitsbestimmungen für Nachtbekleidung erlassen⁵⁾, wonach bei Nachtbekleidung aus schmelzbaren Synthesefasern auch alle Zutaten einschließlich der Nähmittel aus schmelzbarem Material sein müssen, ferner bei Nachtbekleidung, die mit Chemikalien flammfest ausgerüstet wurde, vor Waschen mit Seife und Waschpulver sowie vor Kochen und Bleichen gewarnt wird, und bei sonstiger Nachtbekleidung ein Etikett „*Achtung Feuergefahr*“ eingenäht sein muß. Diese Sicherheitsbestimmungen waren zunächst nur für Kindernachtbekleidung gedacht, da Kinder bei den in England sehr verbreit-

teten offenen Kaminen besonders gefährdet sind. Im Hinblick darauf, daß aber auch alte Menschen einer erhöhten Gefahr ausgesetzt sind, wurden die Bestimmungen dann auf Nachtbekleidung jeder Art ausgedehnt.

Die Frage, inwieweit derartige Gesetze und Verordnungen zu einer Verringerung von Textilbrandunfällen führen, ist sehr umstritten. Trotzdem sind in einigen weiteren Ländern entsprechende Verfügungen in Vorbereitung⁶⁾. Daß das Interesse an dem vorliegenden Problem weiterhin zunimmt, zeigte die große Beteiligung an der Tagung zum Thema „Die Flammbarkeit von Textilien und der Schutz des Konsumenten“, die das Gottlieb Duttweiler-Institut am 23. und 24. Januar dieses Jahres in Rüschlikon bei Zürich veranstaltete.

Es liegt auf der Hand, daß - sobald einmal die Diskussion über die Brennbarkeit von Textilien so lebhaft in Gang gekommen war - sich auch die Chemiefaserhersteller dieses Problems annahmen, annehmen mußten, zumal ihnen neben der bei den herkömmlichen Fasern ausschließlich durchführbaren Ausrüstung der fertigen Flächengebilde bei den Chemiefasern auch die Möglichkeit offen stand, schon bei der Herstellung ihrer Produkte diesen geeignete Flamminhibitoren einzuverleiben und darüberhinaus noch Wege zu suchen, aus Polymeren, die von Natur aus nicht oder zumindest schwer entflammbar sind, Textilfasern herzustellen.

Zweck dieses Berichtes soll es daher sein, einen kleinen Einblick in diese dreifachen Bemühungen zu geben, wobei ausdrücklich betont wird, daß insbesondere auf dem Ausrüstungsgebiet nicht so tieferschürfende Untersuchungen angestellt wurden, wie sie zum Beispiel von K r u s e^{7, 8)} oder auch von Aenishänslin¹⁾ veröffentlicht wurden, weshalb auf diese sorgfältigen Arbeiten hier ausdrücklich hingewiesen wird.

Interessehalber sollen zunächst die drei wichtigsten Theorien über die Wirkungsweise flammhemmender Mittel kurz beschrieben werden^{9, 10)}:

Da ist einmal die *chemische Theorie*, die besagt, daß das Kohlehydrat Zellulose rasch in seine Bestandteile Kohlenstoff und Wasser zerlegt, also dehydratisiert wird. Wasserdampf brennt nicht und Kohlenstoff nur sehr zögernd. Hierher gehören nach dieser Theorie zum Beispiel die Phosphorverbindungen, die vorerst zu P₂O₅ verbrennen, das seinerseits als scharfes Trockenmittel das Hydratwasser an sich reißt. Außerdem wird durch die Phosphorverbindungen das Nachglühen des Kohlenstoffs verhindert. Charakteristisch für diesen Ausrüstungstyp ist das rasche Verkohlen des Textilgutes und das Zurückbleiben eines festen Kohlenstoffrestes, während beim unausgerüsteten Material eine nahezu totale Verbrennung in Form von Teer und flüchtigen Bestandteilen stattfindet.

Die *Gas-Theorie* bezieht sich auf solche Produkte, die beim Erhitzen unbrennbare Gase abgeben, wodurch der Brandherd eingehüllt wird und die Flamme erstickt.

Die *Beschichtungstheorie* gilt schließlich für solche Behandlungsmittel, die in der Hitze schmelzen und dabei das Textilgut mit einem Schutzfilm überziehen.

Prüfgeräte

Bevor wir uns nun den Ausrüstungsmethoden zuwenden, wollen wir uns noch kurz mit den wichtigsten Testmethoden befassen, mit denen man den Flammgeschützerfolg prüfen und zahlenmäßig fixieren kann.

An erster Stelle ist hier das Prüfgerät mit senkrecht aufgespannter Probe gemäß DIN 53 906 zu nennen (Abb. 1).

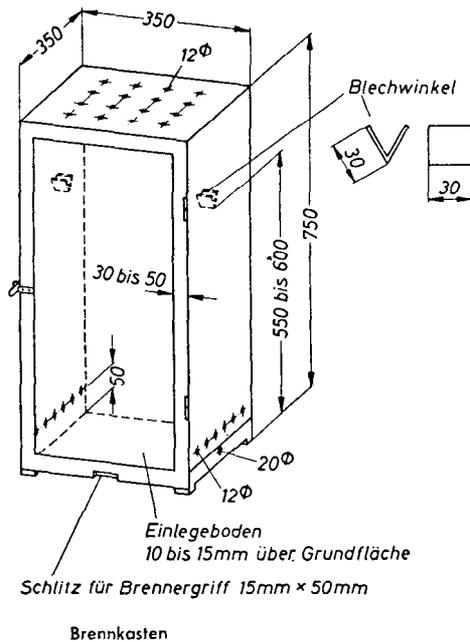


Abb. 1: Prüfgerät nach DIN 53 906

Es handelt sich um einen Stahlblechkasten mit verglaster Vordertür und genau definierter Belüftung. Der Prüfling wird in einem genormten Rahmen so aufgespannt, daß er nach dem Einhängen des Rahmens in die dafür vorgesehenen Blechwinkel mit seiner Unterkante 20 mm in die 40 mm hohe Stadt- oder Propangasflamme hineinreicht. Die Wirkungsdauer der Brennerflamme richtet sich nach dem Flächengewicht des Prüflings (Tab. 1).

Tabelle 1: Prüfdauer in Abhängigkeit vom Flächengewicht

	Flächengewicht der Probe in g/m ²					
	bis 100	über 100 bis 200	über 200 bis 300	über 300 bis 500	über 500 bis 750	über 750
Prüfdauer in Sekunden	4	6	8	10	12	14

Nach Ablauf der hier ‚Prüfdauer‘ genannten Einwirkungszeit wird der Brenner zurückgezogen und bei Weiterbrennen des Prüflings die Zeit bis zum Erlöschen sowie die Dauer des Nachglimmens gemessen. Für jedes Qualitätsmuster werden je 5 Proben in Kett- und in Schußrichtung ausgewertet, die nach einem bestimmten Schema zu entnehmen und vor Durchführung der Brennprobe 24 Stunden lang im Normalklima zu konditionieren sind.

Im Anschluß an jeden Brennversuch wird noch die Einreißlänge bestimmt. Zu diesem Zweck wird der Prüfling unter einer bestimmten, ebenfalls von seinem Flächengewicht abhängigen Belastung an der Brennstelle auseinandergezogen, sodaß die verkohlten Teile zerreißen, die nicht angegriffenen Fäden jedoch intakt bleiben. Dann wird der Abstand von der Probenunterkante bis zum ersten unbeschädigten Faden gemessen.

Für sehr offene Textilwaren, wie Netze, Gardinen und Sackgewebe, eignet sich besser das Prüfgerät mit waagrecht aufgespannter Probe gemäß DIN 53 907 (Abb. 2).

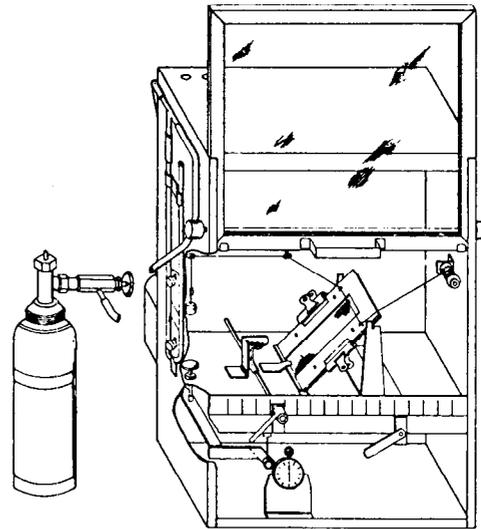


Abb. 3: 45°-Tester nach dem US Commercial Standard 191-53

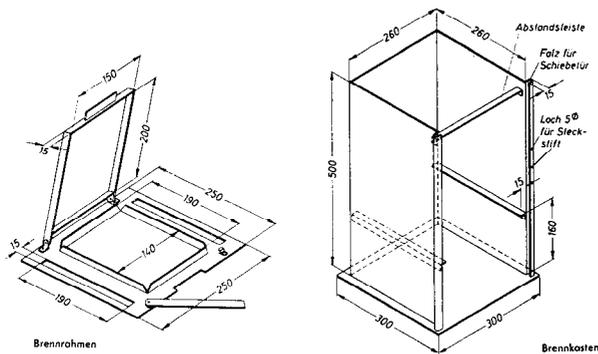


Abb. 2: Prüfgerät nach DIN 53 907

Hier findet ein oben offener Stahlblechkasten Verwendung, der vorne mit einer Glasschiebetür verschlossen werden kann. Der Prüfling wird in einen aufklappbaren Rahmen eingespannt, der waagrecht auf Führungsleisten in den Kasten eingeschoben wird. Für die Brennprobe werden in einem genau dimensionierten Becherrchen, dessen Oberkante sich 75 mm unterhalb des Prüflings befindet, 0,3 ml Weingeist (96 Vol.-%) entzündet. Wenn nach Verbrauch des Alkohols die Flamme erlischt, wird eine Stoppuhr in Gang gesetzt und die Dauer für etwaiges Weiterbrennen des Prüflings und für das Nachglimmen bestimmt. Da es bei diesem Test keine bevorzugte Brennrichtung gibt, sind gesonderte Proben für Kett- und Schußrichtung nicht erforderlich, sodaß nur insgesamt 5 Proben benötigt werden, die gleichfalls 24 Stunden im Normklima konditioniert sein müssen.

Insbesondere in den Vereinigten Staaten ist der sogenannte

45°-Tester (Abb. 3), der bereits 1953 in die US Commercial Standards aufgenommen und ab 1.7.1954 in den Ausführungsbestimmungen zur "Flammable Fabrics Act" von 1953 als Standardprüfgerät erwähnt wird, eingeführt. Auch für das neue Gesetz vom 14.12.1967 ist dieser Test einstweilen noch verbindlich. Allerdings verlangt das Gesetz die Schaffung neuer, strengerer Prüfmethoden, die vor allem mehr dem Verwendungszweck des Textilgutes angepaßt sind.

Wie schon der Name besagt, ist beim 45°-Tester der Prüfling innerhalb eines zugfrei gebauten Kastens mit Glasfenster in einem Winkel von 45° zur Bodenplatte aufgespannt. Die Zeitnahme ist in der Weise automatisiert, daß eine Stoppuhr beim Herunterdrücken der Zündflamme auf die Prüflingsfläche in Gang gesetzt und beim Erreichen eines Querfadens am Ende der Schräge durch die Brennfront wieder gestoppt wird. Dieses Gerät ist übrigens von der Schweizer Normvereinigung in die sogenannten SNV-Richtlinien aufgenommen worden und somit auch für das Prüfen der Brennbarkeit von Textilien gemäß dem vorhin erwähnten Bundesratserlaß von 1964 zuständig¹¹⁾.

E.P. Martin¹²⁾, der Leiter der Kriminaltechnischen Abteilung der Staatsanwaltschaft Basel-Stadt, hat nun in einem Vortrag auf der vorhin erwähnten Tagung in Rüslikon darauf hingewiesen, daß Bekleidungstextilien, die nach dem 45°-Test den Richtlinien bei weitem entsprachen, tödlich ausgegangene Kleiderbrandunfälle verursachten und daß dieselben Gewebe bei Prüfung mit dem Senkrecht-Prüfgerät gemäß DIN 53 906 weit ungünstiger abschnitten. In diesem Zusammenhang wurde auf die Wichtigkeit der Kantenzündung gegenüber der Flächenzündung hingewiesen. Darüberhinaus machte Martin auf die Bedeutung der Brandausdehnungsgeschwindigkeit aufmerksam und zeigte ein Testgerät

(Abb. 4), das seiner Grundkonzeption folgend von der CIBA AG., Basel, entwickelt wurde und mit dem bei senkrecht eingespanntem Prüfling in Abständen von 2,5 cm mit Hilfe quergespannter Fäden das Durchlaufen der Brennfront zeitlich registriert wird.

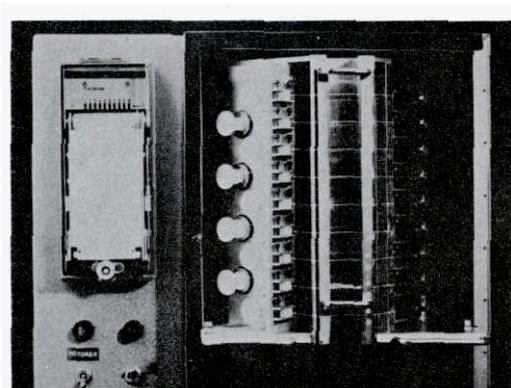


Abb. 4: Senkrecht-Brenntester der CIBA-AG.

Alle bisher beschriebenen Testmethoden eignen sich nicht für Bodenbeläge, die ja praktisch ausschließlich von der Florseite her von Brandgefahr bedroht sind, während eine Entzündung von unten oder von der Kante her nur dann in Frage kommt, wenn schon das ganze Gebäude in Flammen steht. Deshalb findet für die Teppichindustrie eine Prüfmethode gemäß DM 51 960 Anwendung, die in sehr einfacher Weise folgendermaßen vor sich geht:

An einem zugfreien Ort bei Zimmertemperatur werden 0,8 g Zellstoffscheiben von 25 mm Durchmesser (z.B. aus Zellstoff-Taschentüchern ausgestanzt) auf dem Prüfling aufgeschichtet, mit 2,5 ml Weingeist (96 Vol.%) getränkt und entzündet. Beurteilt wird Brandflektiefe und längste Ausdehnung in einer Richtung.

Ein Prüfgerät soll hier noch Erwähnung finden, mit dem schon in den USA und auch in Deutschland eingehende Versuche angestellt worden sind und das zum Beispiel im Arbeitskreis „Prüfung der Entflammbarkeit und des Brennverhaltens“ des Ausschusses für textiles Prüfwesen der Industrievereinigung Chemiefasern der BRD - lebhafter Fürsprecher findet. Es handelt sich um das sogenannte „Bogentestgerät“ (Abb. 5).

Hier besteht die Aufspannvorrichtung aus zwei halbkreisförmigen Messingblechen, auf die der Prüfling stets in Kettrichtung aufgenadelt wird. Sie befindet sich in einem Kasten mit Glasscheibe in der Vorderwand und seitlichen Schiebetüren. Die gleichmäßige Zuführung der Verbrennungsluft geschieht durch Löcher in den Längswänden unten und im Kopfteil. Es erfolgt Kantenzündung am linken Ende des Prüflings mit 20 mm hoher Gasflamme und 5 Sekunden Einwirkungszeit. Es wird die Brenndauer ermittelt und der erreichte Brennwinkel, außerdem werden die Brennzeiten von

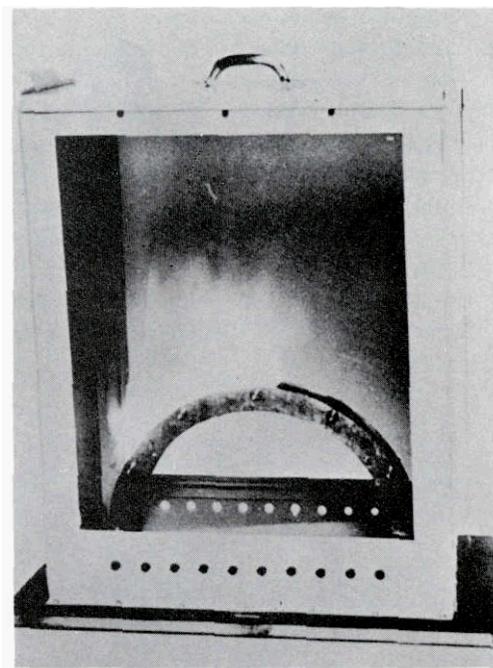


Abb. 5: Bogen-Testgerät beim Versuch

30 zu 30" notiert. Der Vorteil dieses Geräts liegt darin, daß es mehrere Prüfmethode in sich vereinigt, weil man den Brennverlauf aufsteigend, waagrecht und absteigend beobachten kann. Die Kombination aus erreichtem Brennwinkel und benötigter Brennzeit erlaubt eine sinnvolle Benotungseinteilung (Tab. 2).

Tabell 2 Noten für den Brennverlauf

Note	Brennverlauf	selbständige Brenndauer in Sekunden	erreichter Brennwinkel in Grad
1	brennt nicht	0	0
2	brennt kaum	unter 20	bis 60
3	brennt langsam	über 300	180
4	brennt gut	150 bis 300	180
5	brennt schnell	unter 150	180

Ausrüstungsmethoden

Um nun zu den flammhemmenden Ausrüstungsmethoden überzugehen, so sind hier in erster Linie die meist anorganischen Salzpräparate zu nennen, die nach amerikanischer

Quelle¹³⁾ vermutlich immer noch den höchsten Dollarwert und die höchste Tonnage unter den in den Vereinigten Staaten verkauften und verwendeten textilen Flammenschutzmitteln ausmachen. Man verwendet insbesondere Ammoniumsalze, ferner Borverbindungen, wie Borax und Borsäure. Sie haben den Vorteil der Preiswürdigkeit und einer relativ geringen Beeinflussung von Warencharakter und Griff, aber andererseits den großen Nachteil der Wasserlöslichkeit und damit keine Beständigkeit. Eine Reihe solcher bei uns handelsüblichen Ausrüstungen auf Ammoniumsalzbasis wurden in unserem Hause nach DIN 53 906 getestet. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 3.

Tabelle 3: Ausrüstung mit Ammoniumverbindungen

Ausrüstung	Brenndauer (ohne Prüfzeit) in Sekunden		Glimmdauer in Sekunden		Einreißlänge (Belastung 100 g) in mm	
	nicht gewaschen	1 x gewaschen	nicht gewaschen	1 x gewaschen	nicht gewaschen	1 x gewaschen
unausgerüstet KH-ausgerüstet	61	32	57	164	verbrannt verbrannt	
Flammentin AS (Dr. Quehl)	0	40	5	53	100	verbrannt
200 g/l 300 g/l	1	44	3	74	95	verbrannt
Flammentin ASW (Dr. Quehl)	0	42	12	57	85	verbrannt
200 g/l 300 g/l	3	45	2	68	95	verbrannt
Flammentin HM (Dr. Quehl)	0	39	0	48	85	verbrannt
150 g/l 200 g/l	0	39	0	57	70	verbrannt
Flovon FD (Pfersee)	0	47	0	70	65	verbrannt
100 g/l 200 g/l	0	43	0	59	60	verbrannt
Flacavon P'S (Schill & Seilacher)	0	41	15	70	65	verbrannt
200 g/l 300 g/l	0	43	91	59	60	verbrannt

Material: Nesseltgewebe aus COLVERA SP Brennvorsuche nach DIN 53 906 Prüfdauer 8 Sekunden

Zu den angegebenen Zahlenwerten ist zu sagen, daß die Brenndauer ohne die Flammeneinwirkungszeit bzw. die Prüfdauer des DIN-Blattes angegeben wurde. Die Normvorschrift läßt nicht genau erkennen, wie der Wert anzugeben ist, weshalb hier entsprechend den Angaben der bereits genannten Autoren^{1, 7)} verfahren wurde.

Wie man sieht, bringt in diesen Fällen eine Erhöhung der Flottenkonzentration beim Imprägnieren keine Verbesserung des Flammfesteffektes. Alle Ausrüstungen erweisen sich als ausreichend flammhemmend, sind jedoch nicht waschbeständig. An dieser Stelle sei übrigens betont, daß die Auswahl der geprüften Produkte mehr oder weniger zufällig ist und keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben will. Es befinden sich noch viele ähnliche Produkte am Markt.

Die Waschversuche für die Prüfung der gewaschenen Proben erfolgten in der Waschmaschine mit Dixan bei 60°C. Mit denselben Mitteln und Konzentrationen wurden auch Versuche mit vorausgegangener Kunstharzausrüstung durchgeführt. Während beim nicht flammfest behandelten Gewebe die Kunstharzausrüstung etwa eine Halbierung der Brenndauer, wenn auch die dreifache Glimmdauer, bringt, verbessert sie bei einer Kombination mit der Flammfestausrüstung den Effekt nicht; sie verschlechtert ihn sogar eher. Sie ist

allerdings - falls wünschenswert - jedoch nur zweibadig durchführbar. Um die Tabelle übersichtlich zu halten, wurden diese Zahlenwerte weggelassen.

In die Reihe der preisgünstigen, jedoch in der Regel nicht waschbeständigen Mittel zur Flammfestausrüstung gehören auch die Phosphorverbindungen, wie Diammonphosphat, Alkyl-Ammonphosphat, Phosphornitrilhalogenide usw. Der Nachteil ist jedoch, daß sich die Ammonium-Phosphatverbindungen nach dem Prinzip des Ionenaustausches mit den Natrium- und Kalziumionen, die sich im Wasser finden, umsetzen und somit keine Beständigkeit bei Naßbehandlung gegeben ist. Eine Zusammenstellung der Prüfergebnisse von Ausrüstungsversuchen mit Handelsprodukten dieses Typs findet sich in Tabelle 4.

Tabelle 4: Ausrüstung mit Phosphorverbindungen

Ausrüstung	Brenndauer (ohne Prüfdauer) in Sekunden			Glimmdauer in Sekunden			Einreißlänge (Belastung 100 g) in mm		
	nicht gewaschen	1 x gewaschen	5 x gewaschen	nicht gewaschen	1 x gewaschen	5 x gewaschen	nicht gewaschen	1 x gewaschen	5 x gewaschen
unausgerüstet KH-ausgerüstet	61	32	-	57	164	-	verbrannt	-	-
Akaustan TX 2176 (BASF) + Akaustan A	0	39	-	0	69	-	90	verbrannt	-
200 + 100 g/l KH, anschließend 20) + 100 g/l Flacavon R (Schill & Seilacher)	0	41	-	0	99	-	90	verbrannt	-
400 g/l	0	43	-	0	65	-	95	verbrannt	-
200 g/l	0	46	-	0	80	-	80	verbrannt	-
KH, anschließend 400 g/l Akaustan TX 2167 (BASF)	0	49	-	0	103	-	100	verbrannt	-
400 g/l	0	6,5	39,5	0	0	0	75	115	150
600 g/l	0	9,5	33,5	0	0	0	80	115	150
400 g/l KH, anschließend KH Flammschutz ES (Rotta)	0	7	36	0	0	0	95	105	150
200 g/l	0	47	-	0	42	-	90	verbrannt	-
300 g/l	0	38	-	0	74	-	65	verbrannt	-
KH, anschließend 200 g/l	0	48	-	0	34	-	100	verbrannt	-

KH = Kunstharz-Ausrüstung (Basis Knitlex Everflit CR + Perapret PE) Material: Nesseltgewebe aus COLVERA SP Brennvorsuche nach DIN 53 906 Prüfdauer 8 Sekunden

Es zeigt sich, daß die Ausrüstungen auf der Basis von Phosphorverbindungen durchwegs einen guten Flammschutzeffekt zeigen, jedoch keine Permanenz bei Waschbehandlung aufweisen. Bemerkenswert ist die bessere Waschbeständigkeit von Akaustan TX 2167. Hier stellt sich sogar noch nach fünf Kochwäschen eine niedrigere Brenndauer ein, als sie bei den anderen geprüften Produkten schon nach der ersten 60°-Wäsche mit Dixan erreicht wird. Das Produkt ist allerdings auch merklich teurer; der Kilopreis beläuft sich auf das Zwei- bis Fünffache gegenüber den anderen hier angeführten Produkten.

Bemerkt sei noch, daß bei dieser Ausrüstung eine starke Vergilbung eintritt, die sie für Weißartikel ungeeignet erscheinen läßt. Der Hersteller bezeichnet das Produkt als nicht iogene organische Phosphor-Stickstoffverbindung. Dem Verhalten nach könnte es sich um ein Dicyandiamid-Phosphorsäure-Reaktionsprodukt handeln. In den USA zählt man diese Verbindungen zu den halbpermanent wirkenden Ausrüstungsmitteln, da sie drei bis fünf Wäschen bzw. Chemischreinigungen aushalten. Zu erwähnen wäre ferner, daß bei den salzartigen Phosphorverbindungen keine ungünstige Beeinflussung des Griffes und auch kein oder doch nur ein unwesentlicher Festigkeitsabfall eintritt.

Auch hier wurden Versuche mit vorhergehender bzw. anschließender Kunstharzausrüstung durchgeführt. Einige davon sind in die Tabelle mitaufgenommen, um zu zeigen, daß sich der Flammschutzeffekt praktisch nicht verschlechtert.

Wir kommen nun zu den *Permanent-Ausrüstungen*. An erster Stelle dürften hier die Produkte auf der Basis von Metalloxid, insbesondere von Antimonoxid, und von Chlorparaffin (40 bis 70 % Chlor) bzw. von Polyvinylchlorid zu nennen sein. Diese sogenannten „synergistischen“ Kombinationen beruhen auf älteren Patenten. Sie werden in relativ hohen Mengen bei 100 % Abquetscheffekt aufgeklotzt und anschließend getrocknet; eine Kondensation ist nicht erforderlich. Wegen ungünstiger Griffbeeinflussung sind sie für Bekleidungs Zwecke nicht geeignet und werden hauptsächlich für Zelt- und Planenstoffe verwendet.

Diese Ausrüstung ist durch eine US-Regierungsspezifikation¹⁴⁾ vorgeschrieben¹⁵⁾. Der vorhin schon zitierte Kenner der amerikanischen Verhältnisse auf diesem Gebiet, *Le Blanc*¹³⁾, der Vorsitzende des Ausschusses für flammgeschützte Textilien im amerikanischen Textilchemiker- und Coloristen-Verband (AATCC), schätzt, daß 1968 etwa 50 Millionen Yards so ausgerüstet worden sind, das sind zwei Drittel der gesamten in den USA permanent ausgerüsteten Metrage von 75 Millionen Yards. Dabei betonte *Le Blanc*, daß die hohen Metragen mit dem Vietnam-Krieg zusammenhängen, wie überhaupt die Rolle Amerikas als Schrittmacher auf dem Gebiet der Flammfestausrüstung durch die gegenwärtigen Kriegsanstrengungen noch forciert wird.

Produkte des Metalloxid-Chlorkohlenwasserstoff-Typs werden übrigens auch in Deutschland hergestellt, zum Beispiel das Aflamman NO₂S von Quehl.

Auf dem US-Markt stehen bedeutungsmäßig an nächster Stelle Produkte, die auf dem Zusammenwirken der eben beschriebenen Kombination und einer anderen Verbindung beruhen, auf deren flammhemmende Wirkung schon vor mehr als einem Jahrzehnt durch *Reeves* und *Guthrie*¹⁶⁾ von den bekannten Südstaaten-Forschungslaboratorien (SRRL) des US-Landwirtschaftsministeriums (USDA) verwiesen wurde und die heute die Basis für viele flammhemmende Ausrüstungen darstellt, das THPC [= Abkürzung für Tetrakis-(Hydroxymethyl)-Phosphoniumchlorid; Abb. 6].

Es wird in den Staaten unter verschiedenen Markennamen, wie „Permaproof“ oder „Roxel“, gehandelt. Bei der Ausrüstung ist eine Kondensation bei ca. 130°C erforderlich. Die jährliche Metrage, bei der dieser Typ zum Einsatz kommt, wird von *Le Blanc*¹³⁾ unter den Verhältnissen des Vietnam-Krieges auf 15 bis 20 Millionen Yards geschätzt, wobei nachdrücklich darauf hingewiesen wird, daß hier Regierungsaufträge eine große Rolle spielen und daß der Verbrauch unter anderen Verhältnissen auf die Hälfte zurückgehen kann. Die klassischen THPC-Ausrüstungen bringen übrigens einen Festigkeitsverlust von 25 bis 30 % und eine Verhärtung des Griffes, wobei die Aufwagewerte ca. 20 bis 25 % erreichen; sie sind außerdem nicht einfach durchzuführen und recht kostspielig. Man rechnet für einen Permanent-Flammschutz

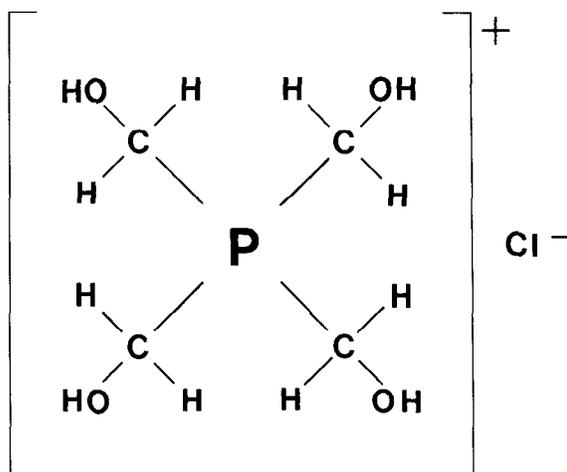


Abb. 6: THPC = Tetrakis-(hydroxymethyl)-phosphoniumchlorid

die sechs- bis siebenfachen Kosten gegenüber einer nicht waschbeständigen Ausrüstung.

Ein weiterer, für die flammhemmende Ausrüstung wichtiger Körper ist das APO [= Abkürzung für Tris-(1-Aziridinyl)-Phosphinoxid; Abb. 7].

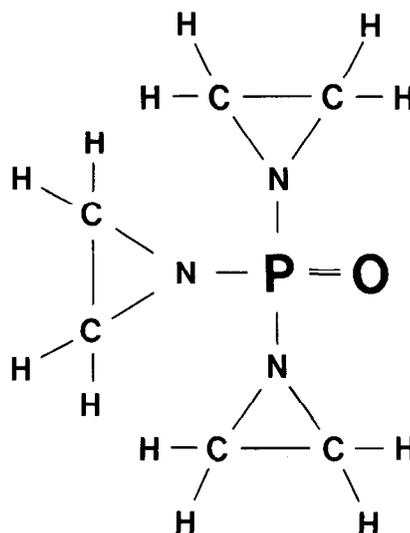


Abb. 7: APO = Tris-(1-Aziridinyl)-phosphinoxid

Dieses Produkt neigt dazu, durch Öffnen der Dreiering-Polymerketten zu bilden und auch mit den Hydroxylgruppen der Zellulose zu reagieren und so eine Vernetzung herbeizuführen¹⁷⁾. In den Staaten wird das Produkt bevorzugt mit Thioharnstoff kombiniert. Nach der schon mehrfach zitierten Quelle¹³⁾ wurden dort eine halbe bis eine Million Yards damit ausgerüstet. APO wird auch mit THPC kombi-

niert, wobei der Vorteil in einer Erniedrigung des Gesamtauflegeprozentatzes zu liegen scheint. APO ist übrigens giftig und ruft Hautirritationen hervor, was seiner Verwendung sicher nachteilig ist, obwohl der Hersteller betont, daß bei richtig geführter Nachbehandlung keine diesbezügliche Gefahr mehr besteht. Übrigens ist auch bei den APO-Ausrüstungen eine Kondensation bei ca. 130°C erforderlich.

Die eigentliche reine THPC-Ausrüstung, die in den Vereinigten Staaten als "Roxel 100" bezeichnet wird, bringt einen etwas weicheren Griff, ist aber auch etwas teurer. Le Blanc schätzt ihre Bedeutung für den Markt nicht sehr hoch ein. THPC wird dabei zusammen mit Trimethylolmelamin-Harnstoff aufgebracht. Dieser Ausrüstung ist das in Europa verbreitete „Proban“-Verfahren¹⁸⁾ nahe verwandt, bei dem die Kaltkondensation mit Ammoniakdämpfen bemerkenswert ist. Um Geruchsfreiheit zu erzielen, ist eine Nachbehandlung mit Wasserstoffperoxid erforderlich.

Die Ergebnisse von in unserem Hause durchgeführten Brenntests mit ausgerüsteten Geweben, bei denen THPC Verwendung fand, sehen Sie in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5: Ausrüstung mit THPC

Ausrüstung	Brenndauer (ohne Prüfdauer) in Sekunden			Glimmdauer in Sekunden			Einreißlänge (Belastung 100 g) in mm		
	nicht	1 x gewaschen	5 x	nicht	1 x gewaschen	5 x	nicht	1 x gewaschen	5 x
unausgerüstet	61	-	-	57	-	-	verbrannt	-	-
KH-ausgerüstet	32	-	-	164	-	-	verbrannt	-	-
Flovan GP und Flovan PA (Pfersee)									
650 + 175 g/l	0	0	4	0	0	0	65	80	105
KH, anschließend 650 + 175 g/l	0	6	26	0	0	0	75	110	verbrannt
650 + 175 g/l, anschließend KH	0	21	-	0	0	0	100	verbrannt	verbrannt
Proban	0	0	0	0	0	0	55	65	75

KH = Kunstharz-Ausrüstung (Basis Knitflex Everfil CR + Perapret PE)

Material: Nesselgewebe aus COLVERA SP

Brennversuche nach DIN 53 906

Prüfdauer: 8 Sekunden

synthetischer Fasern bisher als nicht völlig gelöst angesehen werden kann.

Zum Abschluß des Themas „Flammschutz durch Ausrüstung“ sei festgestellt, daß die Dinge dauernd in Fluß sind und daß immer wieder neue Produkte angeboten werden. In neueren Veröffentlichungen wird beispielsweise berichtet¹⁹⁾, daß THPOH [= Abkürzung für Tetrakis-(Hydroxymethyl)-Phosphoniumhydroxid], das bei der Reaktion von THPC mit Natronlauge in wäßrigem Medium entsteht, einen ausgezeichneten Flammschutz ohne Einbuße an Festigkeit und Griff bringt.

Auch auf das neue Produkt der CIBA „Pyrovatex“ sei verwiesen, ein phosphorhaltiges organisches Säureamid, dem - allerdings bei einer erforderlichen Auflage von mindestens 25 Prozent und relativ hohem Preis - Kochwaschbeständigkeit, Chemisch-Reinigungsbeständigkeit, geringe Griffbeeinflussung und gute textilmechanische Eigenschaften nachgesagt werden. Eigene Erfahrungen über diese Produkte liegen noch nicht vor.

Auf weitere Verbindungen, die auf dem synergistischen Effekt von Stickstoff und Phosphor, sowie auf der Mitwirkung von Halogen beruhen und die bisher nur aus der Literatur, beispielsweise durch die Arbeiten der J.P. Stevens-Forschung²⁰⁾ bekannt geworden sind, kann hier nur aufmerksamer gemacht werden.

Flammschutzeinspinnung

Wie schon eingangs erwähnt, gibt es für den Chemiefasernerzeuger noch andere Wege, flammgeschützte Fasern herzustellen. Für die Zellulosechemiefasern bietet sich die Möglichkeit, ähnlich wie die Farbpigmente beim Herstellen von spinngefärbten Fasern, nunmehr geeignete flammhemmende Mittel in die Spinnlösung zu injizieren. Die Mittel, die sich hierfür anbieten, können ähnlich wie einige der besprochenen Ausrüstungsmittel zusammengesetzt sein, es gibt aber auch noch andere Produkte, wie sie speziell für die flammhemmende Ausrüstung von Kunststoffen hergestellt werden.

Hierher gehören zum Beispiel halogenierte Alkylphosphate. Schon vor einigen Jahren wurden bei uns Einspinnversuche mit solchen Mitteln gemacht. In Tabelle 6 sind die Ergeb-

Tabelle 6: Brennversuche an Vliesen aus Normal-Zellwolle mit Flammschutzeinspinnung

	Brennzeit in Sekunden	Glimmzeit in Sekunden	Lochdurchmesser in mm
dtex 1,3/40 gl ca. 12 % Flammschutz	0	0	24/28
dtex 77/80 ca. 25 % Flammschutz	0	0	10/14
FLOX N 1,3/40 gl	36	186	Prüffläche verbrannt

Material: binderloses Vlies, 500 g/m²

Brennversuche nach DIN 53 907

Wie man sieht, bekommt man auch bei einer Kombination mit einem Überschuß einer organischen Phosphorverbindung (Flovan GP) und relativ niedrigem Einsatz eines THPC-Produkts (Flovan PA), wie es aus Ersparnisgründen vielfach geschieht, selbst nach fünf Wäschen noch annehmbare Werte, die sich allerdings bei vorausgegangener, erst recht aber bei nachgeschalteter Kunstharzbehandlung verschlechtern. Auch ohne Kombination mit Kunstharz ist der Griff hier etwas zu voll bei gleichzeitiger Vergilbung. Die Proban-ausrüstung, die ja eine gute Knitterresistenz schon beinhaltet, zeigt praktisch keine Änderung des Brennverhaltens nach der Wäsche.

Alle besprochenen Ausrüstungen eignen sich nur für Baumwolle und Zellulosechemiefasern, während die Ausrüstung

nisse von Brennversuchen nach DIN 53 907 zusammengestellt, die an Vliesen aus Normalzellwolle ohne Flammenschutz, aus einer B-Type mit 12 Prozent und aus einer groben Vliestype mit 25 Prozent effektiv eingelagertem Flammenschutzmittel durchgeführt wurden.

Um den Unterschied, der bei diesem Horizontaltest besonders sinnfällig ist, auch optisch zu zeigen, sind die drei geprüften Vliese außerdem im Bild festgehalten (Abb. 8).

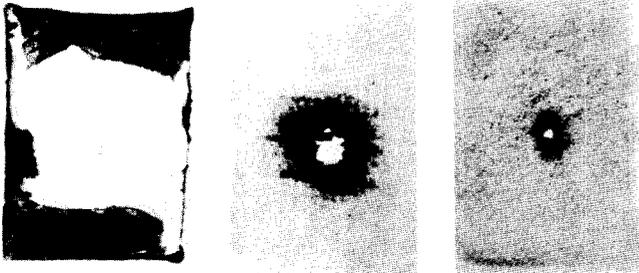


Abb. 8: Vliese aus Normal-Zellwolle nach dem Brenntest nach DIN 53 907

Die Entwicklung wurde weitergeführt und unter anderem im Versuchsmaßstab eine ganze Reihe von Feinfasertypen mit unterschiedlichen Eindosierungen hergestellt, deren Faserdaten Tabelle 7 zu entnehmen sind.

Tabelle 7: Faserdaten zu Flox mit FlammSchutzeinspinnung

Faserdaten	FLOX N dtex 1,7/40 gl mit FlammSchutz				FLOX N dtex 1,7/40 gl Normalproduktion
	14 %	16 %	20 %	22 %	
Reißlänge, trocken Rkm	21,3	19,9	18,7	16,5	26,6
Bruchdehnung, trocken %	18,9	18,6	18,6	19,7	19,4
Reißfestigkeit gegenüber Normal %	82	7	72	64	-
Reißlänge, naß Rkm	12,2	12,0	11,4	10,1	16,1
Bruchdehnung, naß %	21,4	21,0	21,0	20,4	23,9
rel. Naßfestigkeit %	57,3	60,3	61,0	61,2	60,6
Schlingenreißlänge Rkm	6,4	5,5	5,7	5,4	7,1
rel. Schlingenreißlänge %	30,0	27,6	30,5	32,7	26,7

Wie man sieht, muß man bei einem effektiven Gehalt an FlammSchutzmitteln von etwa 15 bis 20 Prozent einen Festigkeitsverlust von 25 bis 30 Prozent gegenüber der normalen Zellwolltype in Kauf nehmen. Diese Regel dürfte für die

verschiedenen Typen mit ihren jeweiligen Festigkeiten gelten. Es sei an dieser Stelle übrigens bemerkt, daß die in dieser Arbeit angegebenen Prozentsätze an FlammSchutzmittel sich grundsätzlich auf die in der fertigen Faser analytisch nachweisbaren Mengen beziehen, nicht aber auf die bei der Herstellung injizierten.

Die Ergebnisse der Brennversuche, die mit der hier besprochenen Reihe durchgeführt wurden, sind in Tabelle 8 zusammengestellt. Man sieht, auch relativ niedrige Einlagerungsmengen können schon einen guten FlammSchutzeffekt bringen. Werden jedoch höhere Anforderungen an das Material gestellt, dann sind auch höhere Mengen erforderlich, weil schon eine einmalige Kochwäsche den FlammSchutz in den unteren Bereichen geringfügig verschlechtert. Aus dieser Tabelle ist übrigens noch ersichtlich, daß die Brenndauer in ihrer Aussage nicht immer mit der wichtigeren Brennzeit übereinstimmt, weshalb ihre Bestimmung auch häufig unterbleibt.

Tabelle 8: Brennversuche zu Flox dtex 1,7/40 gl. mit FlammSchutzeinspinnung

Eingesponnenes FlammSchutzmittel in %	Behandlung	Brenndauer (ohne Prüfdauer) in Sekunden	Glimmdauer in Sekunden	Einreißlänge (Belastung 100 g) in mm
14	ungewaschen	0	0	40
	1 Maschinen-Wäsche 60°	0	0	85
	1 Maschinen-Wäsche 90°	3	0	80
16	ungewaschen	0	0	40
	1 Maschinen-Wäsche 60°	1	0	70
	1 Maschinen-Wäsche 90°	3	0	115
20	ungewaschen	0	0	70
	1 Maschinen-Wäsche 60°	0	0	65
	1 Maschinen-Wäsche 90°	1	0	85
22 spinngefärbt	ungewaschen	0	0	90
	1 Maschinen-Wäsche 60°	0	0	110
	1 Maschinen-Wäsche 90°	0	0	105

Material: Strickstücke aus Garnen dtex 420 (Nm 24) Brennversuche nach DIN 53 906 Prüfdauer 10 Sekunden

Es geht nun darum, einen Kompromiß zwischen einem noch tragbaren Festigkeitsverlust und der für den Gebrauch erforderlichen Einspinnung zu schließen. Für eine größere Auftragspinnung wurde deshalb ein Effektivgehalt von 20 Prozent gewählt. Die Tabelle 9 ist auszugsweise aus den Abnahmeprüfungen dieses Postens entnommen und zeigt, daß das Material fünf 60°-Maschinenwäschen von 45 Minuten Dauer oder drei kommerzielle Kochwäschen (mit 18 Minuten Aufheizen, 13 Minuten Waschen und dem anschließend üblichen Wechsel zwischen Schleudern und Spülen) ohne nennenswerte Einbuße des flammhemmenden Effekts übersteht.

Inzwischen hatten wir auch Gelegenheit, die flammgeschützte Faser der American Viscose Division von FMC, die Avisco PFR, kennenzulernen und zu prüfen. Es handelt sich ebenfalls um eine Zellulosefaser mit einer FlammSchutzeinspinnung, bei der offensichtlich die bereits erwähnte „Synergestik“, also das Zusammenwirken, von Stickstoff und Phosphor zum Zuge kommt. Wir haben festgestellt, daß diese

Tabelle 9: Wasch- und Brennversuche zu Flox N dtex 1,7/40 gl. mit 20 % Flammchutzzeinspinnung

Waschbehandlung	Brenndauer (ohne Prüfdauer) in Sekunden	Glimmdauer in Sekunden	Einreißlänge (Belastung 100 g) in mm
ungewaschen	0	0	80
1 x 60° Wäsche	0	0	90
5 x 60° Wäsche	0	0	105
1 x Kochwäsche	0	0	70
3 x Kochwäsche	0,5	0	80

Maschinenwäsche mit Dixan, 4 g/l für 60°-Wäsche, 5 g/l für Kochwäsche, Flottenverhältnis 1:11
 Material: Strickstücke aus Zwirnen 200 x 2 (Nm 50/2), 410 g/m² Brennversuche nach DIN 53 906
 Prüfdauer 10 Sekunden

Tabelle 11: Brennversuche zu einer hochnaßfesten Zellwolle dtex 1,7/40 gl. mit Flammchutzzeinspinnung

	Brenndauer (ohne Prüfdauer) in Sekunden	Glimmdauer in Sekunden
hochnaßfeste Zellwolle mit 10 % Flammschutz		
in Garnen dtex 200 (Nm 50)	8	0
in Zwirnen dtex 200 x 2 (Nm 50/2)	12,5	0
hochnaßfeste Zellwolle mit 24 % Flammschutz		
in Garnen dtex 200 (Nm 50)	0	0
in Zwirnen dtex 200 x 2 (Nm 50/2)	0	0
DURAPLOX (ohne Flammschutz)		
in Garnen dtex 200 (Nm 50)	18,5	54
in Zwirnen dtex 200 x 2 (Nm 50/2)	35,5	140
Avisco PFR		
in Garnen dtex 420 (Nm 24)	0	0

Material: Strickstücke mit 120 bzw. 180 g/m² Brennversuche nach DIN 53 906 Prüfdauer 6 Sekunden

Faser nicht nur die Bezeichnung PFR (*permanent flame resistant*) zu Recht trägt, sondern auch Festigkeiten besitzt, die die weiter vorne geäußerte Bemerkung über die Bedeutung der Ausgangsfestigkeiten bestätigen.

Die Faserdaten, die bei Anwendung einer Rezeptur für hochnaßfeste Zellwolle erzielt wurde, sind in Tabelle 10 zusammengestellt. Gegenüber Normal-Flox mit etwa gleicher Einlagerungsmenge wurde ein Festigkeitsgewinn von 15 bis 20 Prozent erzielt. Eine Einstellung des Flammfestanteiles auf etwa 20 Prozent, die nach den gemachten Erfahrungen ausreichen, und die Verwendung einer Modaltypen mit ihrer noch höhere Festigkeit sollte eine Faser bringen, die in ihren Festigkeitswerten merklich über einer Normalzellwolle liegt.

Tabelle 10: Faserdaten einer hochnaßfesten Zellwolle mit Flammchutzzeinspinnung

Faserdaten		hochnaßfeste Zellwolle dtex 1,5/40 mt		FLOX N dtex 1,7/40 gl	Avisco "PFR" dtex 1,7/38 gl
		10 % Flammschutz	24 % Flammschutz	Normalproduktion	
Reißlänge	Rkm	24,1	22,2	26,6	25,5
Bruchdehnung	%	22,4	22,1	19,4	14,6
Schlingenreißlänge	Rkm	10,3	8,5	7,1	7,5
rel. Schlingenreißlänge	%	42,7	38,3	26,7	29,4

150 mt. mit einem effektiven Flammschutz von 17,5 Prozent hergestellt. Daraus wurden Teppichzwirne dtex 2222x3 (Nm 4,5/3) gesponnen, und zwar in Reinausspinnung und in verschiedenen Mischungen mit Perlon und Diolen.

In Tabelle 12 sind die Ergebnisse von Brennversuchen zusammengestellt. Der für Bodenbelag spezifische Brenntest DIN 51 960 zeigt zwar, daß sich bei allen Mischungen die Flamme nach dem Verlöschen der Zündquelle nicht weiter ausbreitet, sie bringt aber insbesondere bezüglich der längsten Brennstrecke keine sehr signifikanten Unterschiede. Deshalb wurde noch der besonders universelle Bogentest herangezogen, der immerhin deutlich zeigt, daß bei Mischungen flammgeschützter Zellulosefasern mit schmelzenden Synthesefasern sinngemäß dasselbe gilt, was Kruse⁸⁾ bei seinen Untersuchungen über die Ausrüstung von Mischgeweben feststellt: Nur wenn der geschützte Zelluloseanteil stark überwiegend oder hundertprozentig vorliegt, ist ein ausreichender Flammschutz gegeben. In anderen Fällen kann Gerüstbildung oder Dochtwirkung zum Zuge kommen, die den Flammschutz der einen Komponente eher zum Nachteil für das Brennverhalten der Mischung werden lassen.

Tabelle 12: Teppich-Brennversuche zu Floxan dtex 17/150 mt. mit 17,5 % Flammchutzzeinspinnung

Brenntest		100 % PERLON	25 % FLOXAN 75 % PERLON	50 % FLOXAN 50 % PERLON	75 % FLOXAN 25 % PERLON	100 % FLOXAN	75 % FLOXAN 25 % DIOLEN	50 % FLOXAN 50 % DIOLEN	100 % DIOLEN
		DIN 51 960							
längste Brandstrecke	mm	50	47	42	46	47	55	48	55
Brandflecktiefe	mm	4,4	1,8	1,6	1,4	1,0	1,4	1,4	5,2
Bogentest									
Gesamtbrennwinkel	°	97	90	81	2	0	12	37	107
Brenndauer (ohne Prüfdauer) Sek		580	370	325	16	12	33	105	580
Brenndauer bis zu									
Brennwinkel 30°	Sekunden	74	60	63	-	-	-	34	57
Brennwinkel 60°	Sekunden	144	128	128	-	-	-	-	108
Brennwinkel 90°	Sekunden	333	370	-	-	-	-	-	233

Die Werte sind Mittel aus den in Längs- und Querrichtung zu den Tuft-Reihen gemessenen Daten

Material: Tufted-Muster aus Zwirnen dtex 2222 x 3 (Nm 4,5/3), Nuttschichtdicke 5 mm, Gesamtdicke 8,7 mm

Für den Teppicheinsatz wurde eine Floxan-Type dtex 17/

Um allerdings zu zeigen, daß ein ausreichender Flammschutz beider Komponenten zu einem guten Ergebnis führt, wurden Garne aus Flox 1,7/40 mit 22 Prozent Flammschutz-Einspinnung mit „Nomex“, einer flammfesten Synthefaser von Du Pont, verzwirnt und die daraus gefertigten Strickstücke dem Brenntest unterzogen. Wie Tabelle 13 zeigt, sind diese Stücke nahezu als unbrennbar zu bezeichnen.

Tabelle 13: Brennversuche an Mischartikeln aus Flox mit 22 % Flammschutzeinspinnung und Nomex

	Brenndauer (ohne Prüldauer) in Sekunden	Glimmdauer in Sekunden	Einreißlänge (Belastung 100 bzw. 150) in mm
ca. 45 % Nomex (verzwirnt)	0	0	5
ca. 28 % Nomex (gefächert)	0	0	5

Material: Strickstücke 410 bzw. 520 g/m² Brennversuche nach DIN 53 906 Prüldauer 10 bzw. 12 Sekunden

Fasern aus flammhemmenden Polymeren

Mit der Erwähnung von Nomex ist die dritte Möglichkeit der Erzeugung flammgeschützter Textilien angeschnitten, nämlich die Synthese spezieller Fasertypen mit flammhemmenden Eigenschaften. Es darf hier nicht unerwähnt bleiben, daß es schon eine ganze Menge spezieller schwerer oder unbrennbarer Textilrohstoffe gibt, hauptsächlich auf anorganischer Basis, wie Graphit, Zirkonoxid, Bornitrid, Silizium, Quarz, um nur einige der wichtigsten zu nennen; die Glasfasern gehören übrigens ebenso hierher wie die Stahlfasern. Die genannten Fasertypen sind aber zum großen Teil horrend teuer, oder sie haben andere unerfreuliche Eigenschaften, beispielsweise hinsichtlich Verarbeitungsverhalten, färberischer Schwierigkeiten, Griff usw.

Nomex, eine spezielle Polyamidfaser, ist zwar merklich preisgünstiger als die meisten der anorganischen Typen, aber immer noch so teuer, daß sie für zivile Einsatzzwecke unerschwinglich bleibt. Dasselbe dürfte für die meisten der anderen organischen Polymerisate, die noch in Entwicklung sind, gelten, wie das von der amerikanischen Luftwaffe entwickelte Polybenzimidazol²¹⁾, ferner Polyimide, Polyoxydiazole, Polythiadiazole usw.; lange schon bekannt ist ja das Polytetrafluoräthylen, aber dessen Preis ist wiederum etwa der siebenfache von Nomex.

Zu den nichtbrennenden Synthefasern zählen ja auch die Polyvinylchloridfasern, die durchaus erschwinglich sind. Aber inzwischen sind zahlreiche Fälle bekannt geworden²²⁾, wo schwere Sekundärschäden dadurch entstanden sind, daß - wenn PVC-Material durch Fremdquellen hoch erhitzt wird - große Mengen Salzsäuregas entwickelt werden.

Es wird also weiterer erheblicher Bemühungen bedürfen, um noch andere und vielleicht weniger teure Rohstoffe für

nicht- oder schwer brennbare Synthefasern zu finden. Auch in unserem Hause sind neue Polymere im Versuchsstadium. In einer letzten Übersicht (Tab. 14) wurde eine auf solcher Basis hergestellte Fasertypen zum Vergleich der wichtigsten textilen und Brenndaten mit Nomex und zwei hier schon behandelten flammgeschützten Zellulosefasern vereinigt. Wie man sieht, sind hinsichtlich der textilen Daten noch einige Wünsche offen, aber die Brenndaten sind bemerkenswert.

Tabelle 14: Textile Daten sowie Brenndaten einiger flammgeschützter Fasern

Textile Daten Brenndaten	FLOX N dtex 1,7/40 gl mit 20 % Flammschutz	Neue Polymerfaser dtex 133/60	Avisco PFR dtex 1,7/38	Nomex dtex 220/100
Reißlänge, trocken Rkm	19	20	26	44
Reißlänge, naß Rkm	11	8	16	33
rel. Naßfestigkeit %	60	40	60	75
Reißdehnung, trocken %	19	9	15	22
Reißdehnung, naß %	21	16	16	22
Brenntest DIN 53 906				
Brenndauer (ohne Prüldauer) Sekunden	0	0	0	10
Glimmdauer Sekunden	0	3	0	0
Brennlänge mm	75	55	140	140

Damit möchte ich meine Ausführungen abschließen in dem Wunsche, daß es mir gelungen ist, die mir eingangs gestellte Aufgabe zu erfüllen und einen gewissen Einblick in die Vieltgestalt der gestellten Problematik zu geben. Vieles mußte vereinfacht dargestellt werden. Deshalb sei darauf hingewiesen, daß neben Rohstoff und Ausrüstung die Struktur der Garne und der Flächengebilde, sowie deren Oberflächenbehandlung und nicht zuletzt auch die verwendeten Farbstoffe eine große Rolle bei der Frage der Brennbarkeit spielen. Solche Komplizierungen mußten jedoch im Rahmen dieser Abhandlung ausgeklammert werden.

Ich möchte an dieser Stelle nicht versäumen, allen Mitarbeitern unseres Hauses für ihre Hilfe zu danken.

Zum Schluß möchte ich die Hoffnung zum Ausdruck bringen, daß die hier aufgezeigten Bemühungen der Textil- und Chemiefaserindustrie begleitet werden mögen durch eine von besserer statistischer Erfassung textiler Brandunfälle gestützte Aufklärung des Verbrauchers über die Gefahren brennbarer Textilien und die Notwendigkeit, Mehrkosten in Kauf zu nehmen, um mit Hilfe flammgeschützter Textilien die Gefahr zu verringern. Denn die Kosten für die Erzeugung solcher Textilien werden immer eine Rolle spielen.

Literatur:

- 1) R. Aenishänslin, N. Bilger; Textilveredlung 3(9), 467 (1968)

- 2) J.W. Schappel; Mod. Text. Magazine **44**(7), 54 (1968)
- 3) E.P. Martin; Chimia **18**, 48 (1964)
- 4) Schweizer Eidgenossenschaft; Verordnung über den Verkehr mit Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen, Art. 464, Abs. 3, vom 1.1.1964
- 5) Consumer Protection 839: "The Nightdresses (Safety) Regulations 1967
- 6) R. Aenishänslin; Melliand Textilber. **49**, 1210 (1968)
- 7) W. Kruse und K. Filipp; Melliand Textilber. **49**, 203 (1968)
- 8) W. Kruse; Melliand Textilber. **50**, 460 (1969)
- 9) R.R. Hindersinn und G.M. Wagner; Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Interscience Publ., New York 1967, Bd. 7, S. 39
- 10) Kirk-Othmer; Encyclopedia of Chemical Technology, Interscience Publ., New York 1966, Bd. 9, S. 300
- 11) Textil-Rundschau **14**(1), 32 (1959)
- 12) E.P. Martin: "Textile Flammability and Consumer Safety"; Monographie des Gottlieb Duttweiler-Instituts für wirtschaftliche und soziale Studien, Rüschiikon/Schweiz, 1969, S. 41
- 13) R.B. Le Blanc; Text.-Industrie **132**(10), 274 (1968)
- 14) Federal and Military Specifications MIL-C-41808 A vom 8.3.1965 und CCC-C-428 c vom 22.10.1962
- 15) L.L. Heffner; Am. Dyest. Rep. **57**, 140 (1968)
- 16) W.A. Reeves und J.D. Guthrie; US-Patent 2 772 118; vgl. W. A. Reeves und J.D. Guthrie, US. Dept. Agr., Bur. Agr. Ind. Chem. (Mimeographed Civic Ser. AIC 364 - 1953)
- 17) X. Bilger, G. Mangeney; Teintex **29**, 837 (1964)
- 18) R.A. Blease; Plastics Inst. Trans. J. Conf. Suppl. 1967, Nr. 2, S. 79
- 19) J.V. Beninate, E.K. Boylston et al.; Text. Res. J. **38**, 267 (1968) und Am. Dyest. Rep. **57**, 981 (1968)
- 20) G.C. Tesoro et al.; Text. Res. J. **38**, 180 (1968)
- 21) J.H. Ross; Modern Textiles Magazine **45**(1), 18 (1969)
- 22) Anonym; Chem. Rundsch. **22**(19), 333 (1969)

Diskussion

Dir. Bürger: Speziell bei den Synthefasergeweben ist die Flammfestausrüstung nicht bloß eine rein wissenschaftliche, sondern auch eine wirtschaftliche Frage. Welchem Verfahren würden Sie aus dieser Sicht den Vorzug geben: einer Pigmentierung des Faserstoffes mit geeigneten Flammenschutzmitteln oder einer Applikation auf die textilen Flächengebilde?

Dr. Pfeifer: Ich habe mich mit der wirtschaftlichen Seite weniger befaßt, trotzdem kann ich sagen, daß die Frage vielschichtig ist. Ich kann mir zum Beispiel im amerikanischen Markt Produkte denken, bei denen auf die Kosten für den Flammenschutz keine Rücksicht genommen wird. Bei anderen dagegen sind sie zu beachten; dazu müssen Waschbeständigkeit, Griff, Fall oder Farbe berücksichtigt werden. Dann lohnt es sich, gewissenhafte Vergleiche anzustellen.

Dir. Bürger: Sie neigen also eher zu einer Ausrüstung des Faserstoffes, weniger zu der des Gewebes, wobei noch die textilphysikalischen Eigenschaften in Abhängigkeit vom jeweiligen Einsatzgebiet zu berücksichtigen wären.

Dr. Pfeifer: Nein - hier läßt sich keine pauschalierte Antwort geben, weil der jeweilige Textilartikel mit den an ihn gestellten Anforderungen den Lösungsweg angibt.

Prof. Köb: Ist es überhaupt möglich, in einen Schmelzspinnprozeß flammhemmende Stoffe einzuführen? Ich stelle mir vor, daß 20 Prozent Beimischung die Kondensation bei der Polyesterherstellung erheblich stören würden.

Dr. Pfeifer: Ich habe zunächst nur von Viskosefasern gesprochen. Bei Synthefasern liegt die Sache ganz anders. Man wird hier wohl besser spezielle Fasern synthetisieren, die auf Grund ihres chemischen Baues flammbeständig sind.

Dr. Studt: Ich glaube nicht, daß wir alle einmal in unbrennbaren Textilien herumlaufen werden. Das würde zu teuer kommen. Die Unbrennbarkeit der Substanz ist bei bestimmten Hochpolymeren sicher besser als nach jeder Ausrüstung von Textilien. Aber diese Hochpolymeren sind teuer und haben außerdem den Nachteil, daß sie nur schwer und teuer anfärbbar sind. Daher werden diese Gewebe nur für Fliegerkombinationen, Hochofenarbeiter-Schutzkleidung, Kampfanzüge u.ä. eingesetzt.

Dr. Thater: Sie haben in dankenswerter Offenheit auch alle Nachteile aufgezählt, die bei der Ausrüstung von Baumwolle und deren Mischgeweben auftreten, wie hoher Preis, Griffbeeinflussung etc. Bei Geweben bzw. Gewirken aus Zellulose muß man auch weiterhin mit Ausrüstungsvorgängen rechnen, zumal sie bereits waschfest gemacht werden können. Bei den Synthefasern dagegen ist das Feld noch völlig offen und noch zu wenig erforscht. Ich appelliere daher an alle Fachleute, hier weiterzusuchen.

Bei bestimmten Artikelgruppen sollte man aber den Mut haben, auf die gute, alte Glasfaser zurückzugreifen, beispielsweise bei Deko- oder Möbelbezugsstoffen. Es gibt feintitrige und sogar texturierte Glasfasern, die wirklich einen ausgezeichneten Griff und gute Anfärbbarkeit aufweisen. Warum also teure Materialien entwickeln, die vielleicht gar keine Chancen haben?

Dr. Pfeifer: Es ist klar, daß auf dem Gebiet der Ausrüstung von Synthefasern noch sehr viel geschehen muß. - Leute, die mit Glasfasern gearbeitet haben, haben mir allerdings erzählt, daß es fast unmöglich sei, in einer Glasfasern verarbeitenden Spinnerei zu leben. - Über die Anfärbbarkeit solcher Textilien bin ich zu wenig informiert.

Dr. Albrecht: Mit den Glasfasern gab es bei der Rückkehr der Astronauten einige Schwierigkeiten. Sie hatten große Sorgen, mit den Glasfasern des Isolationsmaterials zurechtzukommen. - Man will die Glasfasern, zumindest für diesen Zweck, nun weglassen.

Dr. Sprenkmann: Ich möchte nicht nach den militärisch interessanten Aspekten dieser Entwicklung fragen, sondern ich denke dabei an die Zivilisten. Haben Sie konkrete Unterlagen, wieviele Menschen jährlich, beispielsweise in der Bundesrepublik, durch Einwirkung brennbarer Textilien gestorben sind?

Dr. Pfeifer: Das ist statistisch leider noch nicht erfaßt. In manchen Artikeln können Sie lesen, daß in Deutschland innerhalb von drei bis vier Jahren nur fünf Menschen zu Schaden gekommen sind. Solche Vorfälle werden eben als Unfälle und nicht als Brandschäden registriert.

In der Schweiz ist man da schon weiter. Vielleicht hätte ein Herr aus der Schweiz eine Zahl hierüber parat.

Kreidler: Ich habe am Rüslikon-Kongreß teilgenommen. Dort wurde uns mitgeteilt, daß in Zürich allein innerhalb von vier Jahren in 110 Fällen schwere Brandverletzungen festgestellt worden sind, bei denen die Bekleidung irgendwelche Neben- bzw. erschwerenden Effekte verursacht hat. Manche Leute behaupten, daß die Verletzungen durch Kleiderbrände bis zu 10 Prozent der Verletzungen durch Verkehrsunfälle ausmachen.

Dr. Thater: Mir steht eine Zahl aus England zur Verfügung. Es werden 70 000 Brandunfälle pro Jahr angegeben, die sich meist an den Kaminen ereignen. Das kommt von der unglücklichen Konstellation, daß über den Kaminen oftmals Spiegel angebracht sind. Wenn sich dann die Leute im wallenden Nachthemd darin betrachten wollen, geschieht es leicht, daß sich das Gewand am Kaminfeuer entzündet.

Lefferts: Eine Frage aus der Sicht der Textiltechniker: Wie steht es mit der Relation zwischen Schwerentflammbarkeit und Hitzedauerbeständigkeit eines Materials? Hat es Ihrer Meinung nach einen Zweck, ein Material mit einer Flammfestausrüstung herzustellen, das auch eine große Hitzebeständigkeit besitzt, wobei diese Ausrüstung natürlich permanent sein müßte?

Dr. Pfeifer: Die von mir besprochenen Ausrüstungen sind mit der Hitzebeständigkeit einer Faser in keiner Weise zu verwechseln. Ich habe in meinem Vortrag bei der Besprechung der Theorie erwähnt, daß man die Zerstörung des Gewebes beschleunigt, damit die Oxydation (d.h. eigentlich die Dehydratisierung) ohne Flammerscheinung und schnell vor sich geht. Man strebt keineswegs hitzebeständige Textilien an, sie sollen nur der Flamme entzogen werden.

Dipl. Ing. D. Keller: Sie haben die PVC-haltigen Faserstoffe nur mit einem einzigen Satz erwähnt. Nach den Produktionsziffern der PVC-haltigen Faserstoffe für Europa und Amerika müßte man Ihnen eigentlich mehr Bedeutung zumessen. Können Sie sagen, wie groß der Jahresverbrauch davon für den Textilsektor ist?

Dr. Pfeifer: Es stehen mir hierüber keine Zahlen zur Verfügung. Ich weiß nur, daß man auf diesem Gebiet erhebliche Abstriche gemacht hat. Mir ist da eine Literaturstelle über einen Flugzeugbrand bekannt. (In amerikanischen Flugzeugen dürfen beispielsweise für die Innenauskleidung nur unbrennbare Textilien verwendet werden, und dabei spielen die PVC-Fasern eine große Rolle.) Der brennende Kraftstoff hielt dabei das PVC am „Kochen“, und es entstand erheblicher Schaden.

Sie haben sicherlich auch von dem Brand in der Züricher Telefonzentrale gehört. Er wurde mittels benzingetränkter Lappen hervorgerufen. Das zur Isolation verwendete PVC brannte selbst zwar nicht, die dabei entwickelten Salzsäuredämpfe stiegen aber bis in den oberen Stock des Vermittlungsgebäudes hinauf und korrodierten dort sämtliche empfindlichen Kontakte. Der Millionenschaden, der durch die Unterbrechung des gesamten Fernsprechnetzes entstand, war viel größer als der Schaden in der Kabelverteilung im Erdgeschoß.

Dr. Mecheels: Vor einiger Zeit war in Amerika die Entwicklung einer anderen Methode zu beobachten. Es wurden Gewebe aus einer Mischung aus Baumwolle mit Nylon hergestellt. So überraschend diese Kombination von brennbarer Baumwolle mit schmelzbarem Nylon im ersten Augenblick klingt, so ergibt sich doch: Bei Flammeinwirkung brennt zwar die Baumwolle, sie wird aber von dem schmelzenden Nylon gelöscht. Außerdem nimmt das Baumwollgerüst das schmelzende Nylon auf. Anzüge aus solchem Material wurden bereits versuchsweise für den Katastropheneinsatz, beispielsweise bei Treibstoffbränden, verwendet.

Dr. Pfeifer: Wenn die Baumwolle nun auch flammfest ausgerüstet würde, so wäre das ein grober Fehler. Da sie nicht flammgeschützt ist, kann sie natürlich weder ein Gerüst bilden, noch wie ein Docht wirken.

Text.-Ing. Görlach: Bei Fasermischungen kann die eine Faser die andere nicht so ohneweiters löschen. Man muß zwischen Flamm- und Hitzebeständigkeit unterscheiden. Eine Mischung aus nativen mit synthetischen Fasern kann Vor- und Nachteile haben. Das hängt damit zusammen, daß nie über die Zersetzungstemperaturen gesprochen wird. In dem Moment nämlich, wo die synthetischen Fasern in den Zersetzungsbereich hineinkommen, wirkt die native Faser unter Umständen wie ein Docht. Zersetzt sich nun die Synthesefaser durch Hitzeinwirkung und entzündet sich, dann ist mit Sicherheit kein feuerlöschender Effekt feststellbar.

Liegen bereits Erfahrungen darüber vor, in welchem Verhältnis die Synthesefasern den nativen Fasern zugemischt werden können, um dennoch ein flammfestes Gewebe zu erhalten? Wie hoch muß bei Synthesefasern die Zumischung nicht brennbarer Zellulosefasern sein, um einen Schmelzeffekt einerseits und einen Brenneffekt andererseits zu verhindern?

Dr. Pfeifer: Synthesefasern in Reinkultur gelten im allgemeinen als schwer brennbar. Das haben Sie auch beim Bogentest für den reinen Perlon- bzw. Diolenteppich gesehen. Die Proben brennen zwar schön durch, aber doch erst in der verhältnismäßig langen Zeit von über 500 Sekunden. Dabei spielen auch noch die Antischmutz- und antistatischen Ausrüstungen sowie die Grundgewebe eine erhebliche Rolle. Die Synthesefasern sind deshalb weniger flammgefährdet, weil sie nach ihrer Entzündung wegschmelzen und abtropfen und sich dadurch von der Flamme zurückziehen. Wenn ich nun native Fasern daruntermische, verhindere ich gerade diesen Effekt, und die Brennbarkeit wird erhöht. Wenn man also flammgeschützte Baumwolle bzw. Viskosefasern zumischen will, dann muß deren Prozentsatz sehr hoch (über 85 %) sein.

Text.-Ing. Görlach: Ist dieser Prozentsatz von 85 % nicht sehr hoch geüßert? Reichen nicht auch schon Zumischungen in der Größenordnung von 50 % aus?

Dr. Pfeifer: Nein. Gerade eine Mischung aus 50 % flammgeschützter Zellulose mit 50 % Synthesefasern begünstigt das Brennen wunderbar. Das ist ein schönes Beispiel für die Gerüstwirkung.

Text.-Ing. Görlach: Aber die zugemischte Type bestimmt ja den Warencharakter. Wenn Sie zum Beispiel eine reine Synthesefasermischung haben (z.B. PVC mit Polyester), dann müssen Sie doch mindestens 50 % PVC einsetzen, und dieses bestimmt dann den Warencharakter. Wenn ich aber dem Synthesefasergewebe eine flammgeschützte zellulosische Faser beimische, dann habe ich im Endeffekt gar keine synthetischen Gewebe mehr.

Dr. Pfeifer: Das ist richtig - aber 15 % Perlon mit 85 % flammgeschützten Zellulosefasern bedeuten schon einiges hinsichtlich Festigkeit.

Prof. Köb: Wenn Sie 20 % Flammenschutzmittel in die Faser selbst einspinnen, ist dann auch noch ein einwandfreier Färbeprozess, und zwar sowohl in puncto Farbstoffaufnahme als auch hinsichtlich des Prozessverlaufs als solchen (Verschmutzung des Färbapparates) möglich?

Dr. Pfeifer: Wir haben Versuche mit Einspinnung von 20 % Flammenschutzmittel gemacht. Es konnten keine Veränderungen der färberischen Eigenschaften festgestellt werden.

Prof. Köb: Sind die Flammfestausrüstungen, die ja auch in solchen Prozentsätzen angewendet werden, ohne weiteres physiologisch verträglich? Kam es noch zu keiner Diskussion hinsichtlich der Hautverträglichkeit?

Dr. Pfeifer: Ich persönlich kenne derartiges nur von der APO-Ausrüstung. Wenn die Nachbehandlung richtig geführt wird, soll das auch nichts machen. (In der Produktion müssen die Arbeiter lange Gummihandschuhe tragen, damit sie mit dieser Substanz nicht in Berührung kommen.)

Gefahren und Chancen für die Wirtschaft im Welthandel

Otto Wolff von Amerongen, Stuttgart

Der Verfasser ruft als Präsident des Deutschen Industrie- und Handelstages die Welthandelsländer anlässlich der 8. Internationalen Chemiefasertagung in Dornbirn dazu auf, ein gemeinsames neues Liberalisierungsprogramm zu entwickeln. Er zeigt die Gefahren auf, die aus nichttarifären Handelshemmnissen sowie aus der derzeit geübten Agrarpolitik der EWG-Länder gegenüber anderen Wirtschaftsgemeinschaften resultieren, weist aber auch den Weg, wie diese zu vermindern bzw. zu eliminieren wären. Vor allem schlägt er eine engere Zusammenarbeit zwischen den Handelspartnern innerhalb der einzelnen europäischen Ländern sowie mit jenen in Übersee vor, wie sie heute - trotz EWG, EFTA u.a. - leider noch viel zu wenig gepflegt wird.

The author, in his capacity as the president of the German Industrial and Commercial Diet, takes the occasion of the 8th International Man-Made Fiber Congress in Dornbirn to request the countries engaged in international commerce to set up a joint new program of liberalization. He points out the hazards arising from non-tariff trade impediments and from the agricultural policy now practised by the EEC countries vis-à-vis other economic communities, suggesting ways and means of reducing or eliminating them. He recommends, above all, closer cooperation between trade partners within individual European and overseas countries than has been practised to date despite the existence of EEC, EFTA and related organizations.

Meine sehr verehrten Damen und Herren!

Das Thema, unter dem mein Referat steht, ist sehr allgemein gefaßt. Die Überschrift „Gefahren und Chancen für die Wirtschaft im Welthandel“ bietet sicher eine ganze Reihe unterschiedlicher Betrachtungs- und Lösungsmöglichkeiten. Ich bin mir deshalb im klaren darüber, daß jeder von Ihnen, der zu diesem Komplex etwas sagen soll, unter verschiedenen Blickwinkeln zu anderen Resultaten gelangt. Werten Sie also meine Ausführungen nicht als die Darstellung einer herrschenden Meinung, sondern verstehen Sie sie bitte als meine persönliche Auffassung. Ich bin Ihnen - und damit will ich meine einleitenden Worte schließen - noch eine Erklärung schuldig, warum ich gerade zu diesem Thema etwas sagen möchte.

Die weltwirtschaftliche Situation bietet dem unbefangenen Beobachter ein verwirrendes Bild gegensätzlicher, ja scheinbar widersprüchlicher Tendenzen: Hungersnöte unvorstellbaren Ausmaßes stehen Überschußproblemen in Europa, in den USA und in einigen anderen Regionen gegenüber. Zahlungsbilanzkrisen in einigen Welthandelsländern ziehen die Blicke der Öffentlichkeit auf sich und mögen bei manchen Erinnerungen an die Wirtschaftskrise vor fast vierzig Jahren wecken. Der Welthandel und die internationale Kapitalbewegung haben ein bisher ungekanntes Ausmaß erreicht, doch dieser Aufschwung scheint gefährdet, denn in der internationalen Diskussion ist ein Begriff wieder aufgetaucht, von dem wir hoffnungsvoll glaubten, er würde der Vergangenheit angehören. Ich meine den *Außenhandelsprotektionismus als Instrument nationaler Wirtschaftspolitik*. All diese und eine Reihe weiterer Fakten ergeben - zusammen gesehen - ein Bild von Spannungen und Kräften, die mir Grund genug zu sein scheinen, um sich einmal Gedanken über die Gefahren und Chancen für die Wirtschaft im Welthandel zu machen.

Bei Kriegsende waren die meisten Handelsströme durch die Hindernisse gelähmt, die seit der größten Weltwirtschaftskrise von 1929 bis 1931 in zunehmendem Maße entstanden waren. Für viele Erzeugnisse waren die Zollsätze, vor allem in den Vereinigten Staaten, sehr hoch. Oft war der Zollschutz mit einschränkenden Kontingentmaßnahmen gekoppelt; das Fehlen eines multilateralen Zahlungssystems zwang dazu, den Ausgleich des Handels im Rahmen von *Clearing-Abkommen* vorzunehmen. Die Diskriminierungen, die allgemein verbreitet waren, verfälschten die Wettbewerbsbedingungen.

Auf der *Konferenz von Havanna*, wo die wichtigsten Handelsländer versuchten, ein wirksames System des internationalen Handels wieder einzuführen, wurden die liberalen Thesen nur von wenigen Ländern, wie den USA, Kanada, Belgien und mit gewissen Vorbehalten von der Schweiz, unterstützt. Die meisten anderen Staaten standen entweder noch unter dem Trauma der Arbeitslosigkeit während der Wirtschaftskrise oder hofften begeistert auf eine rasche Industrialisierung, sodaß sie auf dem Recht zur Einfuhrbeschränkung bestanden.

Schließlich endete die Konferenz von Havanna mit einem Kompromiß; man kam überein, daß die nichttarifären Beschränkungen, insbesondere die Einfuhrkontingente, nicht mehr zu protektionistischen Zwecken angewandt werden dürfen, daß sie aber aufrechterhalten werden könnten, wenn sie aus Gründen der Zahlungsbilanz gerechtfertigt erschienen. Außerdem behielt jedes Land die Freiheit, die Höhe seiner Zollsätze nach eigenem Ermessen festzusetzen, mit der Möglichkeit, Zollkonzessionen auf der Grundlage der Gegenseitigkeit auszuhandeln. Ebenso behielten die Länder das Recht, sich gegen unlautere Wettbewerbsmethoden, wie Dumping und Ausfuhrsubventionen, zu schützen, vorausgesetzt, daß bestimmte Regeln eingehalten würden.

Der in Havanna erzielte Kompromiß, der im Wortlaut des GATT, das an die Stelle der Havanna-Charta trat, übernom-

men wurde, fand weder bei den Liberalen noch bei den Protektionisten große Begeisterung. Tatsächlich hat sich aber das GATT, das seit mehr als zwanzig Jahren einen internationalen handelspolitischen Code darstellt und sich auf nahezu 90 Prozent des Welthandels erstreckt, als ein sehr wirksames Instrument für die Liberalisierung des Handels erwiesen.

Im Zollbereich haben mehrere Konferenzen eine Senkung des Zollsatzes auf ein vernünftiges Maß ermöglicht. 1947 wurden auf der *Konferenz von Genf* für eine große Zahl von Positionen stärkere Zollsenkungen erzielt. Neue Konzessionen wurden in *Annecey*, in *Torquay* sowie wiederum in *Genf* (vor allem bei der *Dillon-* und *Kennedy-Runde*) erreicht. Die letzte Konferenz führte zum ersten Mal auf weltweiter Ebene die *Methode einer linearen Zollsenkung* ein und ermöglichte diese für fast alle gewerblichen Erzeugnisse, häufig bis zu 50 Prozent. Infolge dieser verschiedenen Senkungen ist der Zoll für gewerbliche Erzeugnisse oft um die Hälfte oder sogar um drei Viertel gekürzt worden. Die Positionen, für die der Zollsatz 10 Prozent übersteigt, sind selten; 1972, wenn die Zollsenkung der Kennedy-Runde völlig in Kraft getreten sein wird, wird die Durchschnittshöhe der Zolltarife der wichtigen Handelsländer erheblich niedriger liegen als der entsprechende Satz von 1947.

Dieses Werk des Zollabbaues wäre weniger wirkungsvoll geworden, wenn die Regierungen, wie es viele von ihnen 1947 gewünscht hatten, die Möglichkeit behalten hätten, durch administrative Maßnahmen, wie Kontingente und Lizenzen, die Importe beliebig zu beschränken.

Die Beseitigung der mengenmäßigen Beschränkungen im Rahmen der OEEC verlief relativ schnell dank der Einsetzung der *Europäischen Zahlungsunion*, die ein multilaterales Zahlungssystem innerhalb eines weiten Währungsgebietes wieder herstellte, das die Mitgliedstaaten der OEEC sowie die anderen Mitglieder ihrer Währungszone umfaßte. Das GATT setzte 1960 die Arbeiten der OEEC fort, indem es auch auf die nichteuropäischen GATT-Mitglieder jene Liberalisierungsmaßnahmen ausdehnte, die ursprünglich nur regionalen Charakter hatten.

Dank der Aktion internationaler Organisationen, wie des GATT, des internationalen Währungsfonds und der OEEC (OECD), hat sich der internationale Handel ständig und auf geradezu spektakuläre Weise gesteigert. Mit Ausnahme von 1958, wo der Wert der Weltausfuhren leicht zurückgegangen ist, und von 1967, wo die Zuwachsrate des Welthandels nur 5 Prozent betrug, haben die Warenausfuhren jedes Jahr um mindestens 7 Prozent zugenommen, und es ist wahrscheinlich, daß in diesem Jahr diese Zahl bei weitem übertroffen wird. 1968 haben die Ausfuhren der freien Welt zum ersten Mal in der Geschichte die Summe von 200 Milliarden US-Dollar übertroffen; hier müssen noch die Ausfuhren der planwirtschaftlichen Länder hinzugezählt werden, die sich auf 20 bis 25 Milliarden US-Dollar belaufen.

Der Wert des Welthandels hat sich von 1959 bis 1967 verdoppelt und von 1953 bis 1967 verdreifacht. Zwar ist diese Zunahme zum Teil auf eine kontinuierliche Steigerung der Preise zurückzuführen; doch auch wenn dieser Faktor abge-

zogen wird, verbleibt eine Steigerung des Handelsvolumens von 128 Prozent für die Zeit von 1963 bis 1965.

Bedeutsamer jedoch ist die Tatsache, daß die Zunahme des internationalen Handels stärker ist als die der Weltproduktion, sei es für Rohstoffe, sei es für verarbeitete Produkte. Während der erwähnten Referenzperiode ist die Weltproduktion nur um 87 Prozent gestiegen, nämlich um 35 Prozent für die Landwirtschaft und um 112 Prozent für den Bergbau und für die verarbeitende Industrie. Die Volkswirtschaften sind heute also weiter nach außen geöffnet, und die internationale Arbeitsteilung hat sich verstärkt. Wenn man statistischen Angaben Glauben schenkt, so ist die Gesamtheit der Produktionsfaktoren in der Welt rationeller verteilt worden. Diese Produktionsfaktoren haben für die Gesamtheit aller Länder ein höheres Realeinkommen erzeugt. Die Liberalisierung des Handels hat zu dieser Entwicklung einen ganz entscheidenden Beitrag geleistet.

Die Freiheit des Handels kann nicht alle Schwierigkeiten lösen, aber es ist wahrscheinlich, daß ohne sie der Fortschritt sehr viel langsamer vor sich ginge, ja in manchen Ländern überhaupt kein Fortschritt zu verzeichnen wäre. Die Gebiete, wo der Handel noch auf zahlreiche Hindernisse stößt, wie zum Beispiel die Landwirtschaft, sind jene, wo die Verteilung der Produktionsmittel vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt aus die am wenigsten rationellste ist. Das wird selbst von jenen anerkannt, die der Auffassung sind, daß diese Hindernisse aus vordringlich sozialen und politischen Gründen aufrechterhalten werden müssen. Dort, wo der Handel frei geworden ist, ist auch die tatsächliche Kaufkraft des Verbrauchers gestiegen, während die Produktion durch die Preissenkung angeregt wurde. Die Erzeuger, die sich durch die Öffnung der Grenzen bedroht glaubten, haben festgestellt, daß ihre Ängste in der Regel unbegründet waren.

Gewiß bestehen weiterhin verzerrende Faktoren, und jedes Liberalisierungsprogramm müßte gleichzeitig geeignete Maßnahmen zur Vermeidung solch schädlicher Verzerrungen enthalten. Der Einfluß dieser Faktoren sollte aber auch nicht überschätzt werden. Im allgemeinen ist man heute instinktiv für eine Ausweitung der Versorgungsquellen und für eine Steigerung des Wettbewerbs. Wenn diese Auffassung auch nicht immer von allen am Wirtschaftsprozess Beteiligten geteilt wird, so ist doch der Widerstand - insgesamt genommen - erheblich geringer als früher. Vielleicht liegt das daran, daß eine mehr oder minder andauernde Expansion der Industrieproduktion den Optimismus und auch den Wagemut begünstigt hat.

Gefährlich ist es allerdings auch, wenn man sich allzu optimistischen Träumereien hingibt und sich darüber hinwegtäuscht, daß gerade die sogenannten *nichttarifären Handels-hemmnisse* im Zuge der allgemeinen Liberalisierung eine vermehrte Gefahr für die Wirtschaft im Welthandel geworden sind. Ich glaube, daß der Öffentlichkeit die Gefahr dieser Hemmnisse wenig bewußt ist. Dies ist nur zu verständlich, denn bei ihnen handelt es sich um Maßnahmen unterschiedlichster Art und Auswirkung. Die Gefahr, die von diesen Maßnahmen ausgeht, ist deshalb so groß, weil sich deren Wirkungsweise und Bedeutung nicht in gleicher Weise trans-

parent machen lassen wie etwa die durchschnittliche Höhe eines Zolltarifs. Zweifellos haben mit dem Abbau der Zolltarife die protektionistischen Kräfte Zuflucht zu solchen nichttarifären Handelshemmnissen gesucht, die nachfolgend in fünf Punkte gegliedert werden sollen:

1. Da sind zunächst administrative, technische oder sanitäre Vorschriften, die durch ihre Unterschiedlichkeit von Land zu Land und durch eine willkürliche Handhabung den internationalen Handel erheblich beeinträchtigen können.
2. Die unterschiedliche Handhabung der Zollbestimmungen, zum Beispiel bei der Zollwertfeststellung, ermöglicht es in vielen Fällen der Finanzverwaltung, eine Senkung des Zolltarifs bei der Festsetzung des Warenwerts, auf den der Zoll erhoben wird, praktisch wieder auszugleichen.
3. In dieses Bündel von nichttarifären Handelshemmnissen gehört schließlich auch die gelegentlich geübte Praxis staatlicher Verwaltungen, bei ihrer eigenen Beschaffungspolitik heimischen Produkten den Vorrang einzuräumen. Es wird geschätzt, daß auf die öffentliche Hand eines Landes bis zu einem Drittel aller Käufe und Leistungsvergaben entfallen. Sie werden verstehen, daß Präferenzen, die die Behörden einheimischen Produzenten einräumen, ins Gewicht fallen können.
4. Zu nennen sind weiterhin die noch bestehenden mengenmäßigen Einfuhrbeschränkungen, die besonders im Außenhandel der Entwicklungsländer, aber auch bei einigen Industriestaaten eine jeweils beachtliche Bedeutung haben.
5. Last, but not least, gehört in diesen Katalog die diskriminierende Anwendung nationaler Steuern auf importierte Erzeugnisse.

Sie sehen, meine Damen und Herren, wie viel schwerer nichttarifäre Handelshemmnisse zu erfassen und deshalb auch zum Gegenstand multilateraler Verhandlungen zu machen sind. Ich glaube, ich habe Ihnen die Gefahren für die Wirtschaft im Welthandel, die von derartigen Handelshemmnissen ausgehen können, einigermaßen verdeutlicht, muß aber leider gestehen, daß es ungleich schwerer ist, sie auf die Dauer wirksam zu beseitigen.

Erstaunlich ist, daß diese Eingriffe oft mit einer geradezu grotesken Leichtigkeit verordnet und vorgenommen werden. Die Begründungen sind hierfür meist vordergründig und stehen regelmäßig unter dem Hinweis auf die augenblickliche Notlage des jeweiligen Staates.

Jedes Liberalisierungsprogramm müßte den Schwerpunkt auf den Handel von gewerblichen Erzeugnissen zwischen den Industrieländern legen. Dies ist nämlich der wichtigste und dynamischste Sektor des internationalen Handels. Außerdem kann man in diesem Bereich am ehesten Ergebnisse erhoffen, denn die Erzeuger - vor allem, wenn sie den Prozeß einer regionalen Integration durchlaufen - haben festgestellt, daß sie sich gegen die Konkurrenz verteidigen können, ohne den Schutz der Regierung anzurufen. In den meisten Fällen kann der Exporteur die Zollschranken durch entschlossene Absatzbemühungen überwinden. Ich will nicht übertreiben, aber vielleicht kann man sagen, daß die gegen-

wärtigen Handelshemmnisse und die uns vielleicht noch drohenden Maßnahmen den Export zwar entmutigen, nicht aber verhindern können. Allein durch das Bestehen dieser Hindernisse entsteht ein Element von Unsicherheit und die Möglichkeit von Repressalien, die dem Verbraucher einen Teil der Vorzüge der internationalen Arbeitsteilung entziehen.

Meine Damen und Herren, ich frage mich ernstlich, ob man nicht unter diesem Gesichtspunkt für den Außenhandel die gleichen Regeln anwenden könnte, wie sie für den Binnenhandel gelten. Außer in Hungersnöten und ernstlichen Mangellagen würde heute keine Regierung auf den Gedanken kommen, in den Warenaustausch eines Binnenmarktes einzugreifen. Die früher bestehenden Hindernisse sind von den Binnenmärkten beseitigt worden, als festgestellt wurde, daß die Nachteile derartiger Eingriffe sehr viel empfindlicher waren als die wirtschaftlichen und finanziellen Vorteile aus einem freien Binnenhandel. Wenn es also möglich wäre, die Regierungen zu überzeugen, daß bei der Einfuhr gewerblicher Produkte eine ähnliche Situation besteht, so dürfte es nicht schwer sein, die Hindernisse zu beseitigen, die störend und nur von zufälliger Wirksamkeit sind.

Ich bin mir durchaus im klaren darüber, daß die Beibehaltung verschiedener Regelungen für den Binnen- und Außenhandel in den unterschiedlichen Wettbewerbsbedingungen liegt. Innerhalb einer Gemeinschaft unterliegen Produktion und Handel den gleichen Gesetzen und Verordnungen hinsichtlich der Steuer-, Währungs-, Kredit- oder Sozialpolitik. Anders ist dies natürlich beim Handel über die Grenzen hinweg. Hier bestehen noch immer eklatante Unterschiede in allen möglichen Bereichen, und es läge nichts näher, als zum Beispiel in steuer-, währungs-, kredit- oder sozialpolitischen Fragen zu einer internationalen Abstimmung zu kommen. Eine Nivellierung bestehender Unterschiede würde den Rückgriff auf protektionistische Maßnahmen weitgehend erübrigen und für immer Probleme lösen, die uns heute noch wie ein Gordischer Knoten erscheinen. Hier denke ich zum Beispiel auch an die Schwierigkeiten im Weltwährungssystem.

Meine Ausführungen erlauben die Schlußfolgerung, daß zwar in den Industrieländern Verzerrungsfaktoren vorhanden, jedoch nicht so stark sind, daß sie das Zusammenspiel der Freizügigkeit der Waren, soweit es sich um gewerbliche Produkte handelt, wesentlich stören. Gewiß müssen im Fall von tiefgreifenden Störungen Schutzklauseln, Beschwerde- und Konsultationsverfahren sowie gemeinsame Hilfsmaßnahmen vorgesehen werden. Man kann jedoch, ohne zu optimistisch zu sein, annehmen, daß der Rückgriff auf diese Ausnahmeregelungen recht selten bleiben wird. Dieses System würde auf die Dauer jedoch schlecht funktionieren, wenn die Regierungen abweichende Währungspolitiken verfolgten. Im Bereich der Währungen sind die Rückwirkungen tiefgreifender und schneller als auf den übrigen Sektoren, wie etwa der Steuer-, Kredit-, Verkehrs- oder Sozialpolitik. Der freie Handel würde eine Währungsanarchie nicht überleben, infolgedessen müßte die Durchführung eines neuen Liberalisierungsprogramms Hand in Hand mit einer Wiederherstellung der Ordnung des internationalen Zahlungssystems gehen und

präzise Verpflichtungen enthalten, um einen hinreichenden Grad dauerhafter monetärer Stabilität zu gewährleisten.

Meine Damen und Herren, ich weiß wohl, daß sich dieser Gedanke leichter aussprechen als in die Tat umsetzen läßt. Es ist aber keineswegs so, daß es nicht praktikable Vorschläge zur Lösung der erwähnten Sorgen gibt. Konstruktiv ist ein Beitrag von Jean R o y e r , der über die Liberalisierung des internationalen Handels während des kommenden Jahrzehnts ein paar grundsätzliche Überlegungen angestellt hat und die auch Gegenstand des 22. Kongresses der Internationalen Handelskammer in Istanbul vor gut einer Woche gewesen sind.

Meine Damen und Herren, gestatten Sie, daß ich an dieser Stelle etwas vom Thema abschweife und mich der besonderen Situation in Deutschland zuwende, obwohl mein Referat mehr allgemein die Gefahren und Chancen für die Wirtschaft im Welthandel beleuchten soll.

Wie Sie wissen, ist die Position der EWG und insbesondere die von Deutschland durch eine Zunahme nichttarifärer Handelshemmnisse besonders bedroht. Die Bundesrepublik ist mehr als andere EWG-Staaten - vielleicht mit Ausnahme von Holland - entscheidend auf ihren Außenhandel angewiesen. Es gibt kein anderes Land außer Holland in der Gemeinschaft, das einen so hohen Anteil des Außenhandels am gesamten Bruttospezialprodukt hat wie die Bundesrepublik. Verstärkt wird das Bild noch dadurch, daß in der Bundesrepublik einige Branchen, besonders die exportorientierten, vom Außenhandel abhängig sind. Es ist nicht selten, daß bei unseren Industrieunternehmen 30 bis 60 Prozent des Umsatzes durch den Export von Erzeugnissen erzielt werden; das heißt, unser Wohlstand hängt ganz wesentlich vom Export ab. Wenn Sie dies - nur nebenbei bemerkt - noch auf einige Firmen verfeinern, dann finden Sie große Firmen, die bis zu 70 Prozent ihres Umsatzes durch den Export erzielen. Hieraus sehen Sie, wie verwundbar die deutsche Position durch Maßnahmen ist, die den freien Welthandel behindern. Hieran sehen Sie aber auch, warum wir gerade in Deutschland besonders bereitwillig für eine weitere Liberalisierung des Welthandels eintreten.

Unsere Exportintensität ist bei weitem höher als beispielsweise in den USA. Die amerikanische Industrie befindet sich in der glücklichen Lage, einen aufnahmefähigen Binnenmarkt zu besitzen, während unsere Unternehmen sehr viel mehr auf einen ungestörten Zugang in fremde Märkte angewiesen sind.

Die europäischen Staaten müssen sich, und dies gilt nicht nur für die Bundesrepublik, immer vor Augen halten, welche Bedeutung der Export, welche Bedeutung der gesamte Außenhandel für unser Wirtschaftswachstum, unsere Forschung, unsere Investitionen und insbesondere für unsere internationale Wettbewerbsfähigkeit hat.

Es sind Binsenweisheiten, die ich hier zum besten gebe, aber es ist wichtig, uns permanent vor Augen zu führen, welche Gefahren sich auftun und welche Gefahren uns besonders bedrohen. Lamentieren hat keinen Sinn. Wir sollten uns deshalb überlegen, was wir tun können. 1969 ist für die EWG beispielsweise ein entscheidendes Jahr, denn Ende

dieses Jahres läuft die in den römischen Verträgen vorgesehene Übergangszeit ab. Alle Vorschriften und Maßnahmen, die zur Errichtung des Gemeinsamen Marktes gehören, sollen bis Ende 1969 durchgezogen werden. Da ergeben sich verständlicherweise zwei Fragen:

Was ist eigentlich seit dem Bestehen des Gemeinsamen Marktes erreicht worden -

und

was kann Europa oder was können wenigstens die sechs EWG-Staaten für ihre Zukunft tun?

Lassen Sie mich zunächst eine positive Seite dieser Zwölfjahresfrist beleuchten. Zweifellos hat sich der Handel der EWG-Staaten verstärkt; von 1959 bis 1969 hat der Handel der Sechs untereinander um etwa 250 Prozent zugenommen, während der Handel der EWG mit Drittländern eine Steigerungsrate von 160 Prozent erreicht hat. Dies heißt, die Gemeinschaft hat sich gefestigt; der Warenaustausch untereinander hat schneller zugenommen als der Warenaustausch zwischen EWG und Drittländern.

Ich sehe hierin einen Beweis für den wirtschaftlichen Erfolg der EWG, obwohl zum Beispiel der deutsche Außenhandel im Sinne einer notwendigen Diversifikation möglicherweise als zu stark auf die EWG konzentriert anzusehen ist. Dabei würde ich den EWG-Handel insgesamt nicht einmal mehr als typischen Außenhandel bezeichnen, denn er trägt durchaus schon binnenwirtschaftlichen Charakter, aber solange wir verschiedene Währungen haben, muß man wohl von Außenhandel sprechen.

Weniger positiv als die zuvor geschilderten Fakten hat sich die Wirtschaftsstruktur in Europa und insbesondere in der EWG entwickelt. Die Strukturen sind in den einzelnen Ländern nach wie vor national ausgerichtet. Zwar haben einige Industrien einen Aufschwung genommen - die einen mehr, die anderen weniger -, aber wir können heute wohl kaum behaupten, daß in der EWG - geschweige denn in ganz Westeuropa - auch auf der industriellen Strukturseite ein zusammenwachsender Markt sichtbar wäre. Genau dies ist aber eines der Ziele, die in den römischen Verträgen für die EWG anvisiert worden sind.

Ohne in Schwarzmalerei verfallen zu wollen, müssen wir Europäer uns eingestehen, daß zwischen uns und den USA eine erhebliche technologische, besonders aber eine kapitalmäßige Lücke besteht. Symptomatisch dafür mögen die beiden folgenden Beispiele sein:

1. Während die Amerikaner sich anschicken, noch dieses Jahr die ersten Astronauten auf dem Mond landen zu lassen, versucht Europa in Australien verzweifelt, eine erste Rakete mit wissenschaftlichen Instrumenten in den Weltraum zu befördern.
2. Der Zusammenschluß von Unternehmen zu multinationalen Gesellschaften geschieht in der überwiegenden Mehrzahl aller mir bekannten Fälle zwischen europäischen und amerikanischen Unternehmen, also nicht zwischen europäischen Unternehmen untereinander. Natürlich gibt es Kooperationen oder Fusionen zwischen europäischen Firmen. Hier denke ich zum Beispiel an Fiat/

Citroën oder an die Zusammenfassung der Betriebe der Allgemeinen Kunstzijde Unie N.V., Arnhem, und der Glanzstoff-AG., Wuppertal.

Gerade das zweite Beispiel wird Sie, meine verehrten Zuhörer, besonders interessieren, denn der Gemeinsame Markt Europas, die wachsenden Kapazitäten der großen Chemiefasernerzeuger in der ganzen Welt mit ihren Auswirkungen auf alle in Betracht kommenden Märkte, die verstärkte Dynamik auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung sowie die Bearbeitung der Märkte mit modernen Marketing-Methoden haben die Verwaltungen der beiden Gesellschaften zu einer Zusammenfassung ihrer Betriebe bewogen.

Diese positiven Erscheinungen dürfen uns jedoch nicht über die Mißstände hinwegtäuschen, die prinzipiell noch vorhanden sind. Ich habe die beiden Beispiele, also Fiat/Citroën und AKU/Glanzstoff, nur herausgegriffen, um darzulegen, wie es sein sollte, wie es aber in Europa noch keineswegs gang und gäbe ist. Sie sehen, meine Damen und Herren, wir haben in Europa auch auf diesem Gebiet noch erheblichen Nachholbedarf.

Die Zoll- und Agrarunion der EWG ist in ihrer derzeitigen Form einfach zu wenig, insbesondere dann, wenn man an Konkurrenten wie die USA, die UdSSR und - last but not least - Japan denkt. Der Europäischen Kommission in Brüssel sind die Hände wegen politischer Meinungsverschiedenheiten zwischen den Mitgliedstaaten gebunden. Die Kommission kann allenfalls eine Politik der kleinen Schritte betreiben - und dies auch nur unter erheblichen Anstrengungen.

Die Gefahren und Chancen für die Wirtschaft im Welthandel sind so vielfältig, daß ich sie hier keineswegs vollständig aufzählen, geschweige denn abhandeln kann. Lassen Sie mich deshalb mit einem Gedanken schließen, der - so meine ich - an den ersten Teil meiner Ausführungen anknüpft.

Es ist nicht zuletzt die EWG, die dem internationalen Handel einige Probleme bietet. Die EWG ist selbst der Urheber einiger protektionistischer Tendenzen. Ich meine damit klar und deutlich die europäische Agrarpolitik. Sie ist in gesteigertem Maße ein Ärgernis für die europäische Handelspolitik und die Wirtschaftsstruktur in der EWG. Die bisherigen finanziellen Entwicklungen haben keine Lösung der Agrarstrukturprobleme gebracht. Nicht nur dies: Die europäische Agrarpolitik ist meines Erachtens ein wesentliches Element gewisser weltweiter protektionistischer Tendenzen. Durch unsere europäische Agrarpolitik laufen wir Gefahr, uns weiteren handelspolitischen Retorsionsmaßnahmen auszusetzen. Wenn wir also etwa andere Staaten protektionistischer Verhaltensweisen bezichtigen, sollten wir uns meines Erachtens zuvor an das Sprichwort: „Wer im Glashauss sitzt, soll nicht mit Steinen werfen!“ erinnern.

Die Gefahren für die Weltwirtschaft sind vielfältig. Sie reichen von den erwähnten protektionistischen Maßnahmen, staatlichen Dirigismen, kurzsichtiger Finanz- und Haushaltspolitik der Regierungen bis hin zu den Währungsunruhen, die uns gerade in letzter Zeit so viel zu schaffen gemacht haben.

Die Chancen für die Wirtschaft im Welthandel sind gleichermaßen beträchtlich. Eine sich sprunghaft verbessernde

Transporttechnik läßt die einst unüberwindlichen Entfernungen schrumpfen. Jumbo-Jets und 200 000 Tonnen-Tanker, Container oder Pipelines ermöglichen den billigen, schnellen und sicheren Zugang zu Waren, die sonst unerreichbar und nicht in diesem Ausmaß verwendbar geworden wären.

Wir verbringen unsere Ferien - ohne daß man sich heute noch damit brüsten könnte - in Kamerun, in Bulgarien oder in Indien. Goethes Italienreise war ein mühsameres Unternehmen als heute ein Besuch Japans oder Mexikos. Durch diesen erweiterten Gesichtskreis benutzen wir das Erdöl Kuweits, Fleisch aus Argentinien, Computer und Sojabohnen aus den USA in voller Selbstverständlichkeit. Wie die Ansprüche in der Industrie, so verfeinert sich auch unser Privatkonsum. Ein Blick auf das internationale Angebot unserer Kaufhäuser zeigt, daß die Wirtschaft in den letzten zwanzig Jahren in beeindruckender Weise zusammengedrückt ist.

Ich erwähnte bereits, daß sich das Welthandelsvolumen innerhalb von dreizehn Jahren mehr als verdoppelt hat. Erlauben Sie mir aber hier die Bemerkung, daß diesen Zahlen natürlich etwas Zufälliges anhaftet. Stellen Sie sich zum Beispiel vor, die fünfzig US-Staaten, die teilweise noch Grenzkontrollen untereinander kennen und durchaus verschiedene Steuersätze mit zollähnlichen Wirkungen haben, würden in der Welthandelsstatistik einzeln auftreten. Über welch sprunghaftes Ansteigen der Beträge im Welthandel könnten wir berichten, ohne daß tatsächlich auch nur eine Ware mehr gehandelt worden wäre. Oder umgekehrt: Es ist kein falscher Blickpunkt, wenn man den Handel der EWG unter sich als Binnenland oder doch wenigstens als einen dem Binnenhandel ähnlichen Warenverkehr ansieht. Wenn man also den Gütertausch im EWG-Raum als ein Ganzes ansieht, dann fällt folgerichtig der intrakommunitäre Handel als Außenhandel fort, und die beeindruckenden Welthandelsziffern sind sofort kleiner, obwohl sich der tatsächliche Warenfluß keineswegs verringert hat.

Wenn also jemand etwas sarkastisch behauptet, die hohen Zuwachsraten im Welthandel seien nicht zuletzt nur deshalb möglich, weil der Warenstrom noch immer über meist hindernde Landesgrenzen hinweg fließen müßte, so kann man dieser Argumentation mit einigem Wohlwollen zustimmen.

Doch nicht nur der Welthandel, sondern auch die Weltproduktion ist enorm gewachsen. Wir müssen dabei konstatieren, daß diejenigen Erzeugnisse, die am modernsten und kompliziertesten und damit auch am wertvollsten sind, einen immer größeren Anteil am Warenverkehr und damit auch im internationalen Handel einnehmen. Die Industriegüter, vor allem die Investitionsgüter, bestreiten einen ständig höheren Prozentsatz des Welthandels. Das ist unter anderem auch darauf zurückzuführen, daß Naturrohstoffe zunehmend von Synthetika ersetzt werden - denken Sie nur an den Bereich der Chemiefasern. Wir entfernen uns immer mehr von den Rohstoffen und einigen Grundverbrauchsgütern und handeln vermehrt mit neuartigen, hochwertigen Investitionsgütern, die es früher nicht gab. Jede neu angewandte Erfindung vergrößert die Nachfrage und läßt den Welthandel mit diesen Spezialprodukten steigen.

Da diese industrielle Spitze zusammen mit den besseren Transportmöglichkeiten besonders auf den Welthandel stimulierend gewirkt hat - anregender jedenfalls als etwa die Erdölvorkommen oder die Weizensendungen nach China und Indien - steigt der Welthandel stärker als die Weltproduktion.

Ich komme zum Schluß. Etwas vereinfacht, aber in der Sache durchaus treffend, könnte man sagen, daß die Chancen für die Wirtschaft im Welthandel davon abhängen, wie sich der bereits erreichte Liberalisierungsgrad im internationalen Warenverkehr halten und in Zukunft noch ausbauen läßt. Dabei liegt meines Erachtens das Problem rein faktisch nicht in der Frage einer weiteren Liberalisierung, sondern primär

auf der Ebene einer internationalen Abstimmung in der Wirtschafts-, Sozial-, Haushalts- und Finanzpolitik. Ich halte es noch für relativ leicht, sich über Liberalisierungsmaßnahmen international abzustimmen. Doch alle diese Aktionen drohen zu scheitern, wenn sich Ungleichgewichte herausstellen, die dann die Protektionisten auf den Plan rufen und das Erreichte wieder in Gefahr bringen.

Ein freier Welthandel ist nur dauerhaft zu erhalten, wenn das Fundament, nämlich die internationale Abstimmung, in wichtigen Fragen funktioniert. Ich selber halte dabei eine vernünftige Lösung der währungspolitischen Schwierigkeiten für das wichtigste Ziel.

Rückblick und Ausblick

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

Meine sehr geehrten Damen und Herren!

Wir haben für die Tagung 1969 - wie Sie ja gesehen haben - einen neuen Rahmen geschaffen. Ich hoffe, er hat Ihnen entsprochen. Wir sind aus der Enge der Textilschule entwichen und haben nun Platz genug für 600 Teilnehmer - und wenn es notwendig sein sollte, auch für mehr.

Zu dieser Tagung kamen bereits 600 Teilnehmer aus 21 Staaten - aus West- und aus Osteuropa, aus den USA und aus dem Fernen Osten. Das Thema hieß: „*Chemiefasern und ihre Verarbeitung*“. Ich hoffe, daß Sie sowohl die Vorträge als auch die Diskussionen danach befriedigt haben.

Es waren zahlreiche Ehrengäste am ersten Tag anwesend. Ich habe mich gefreut, daß diese Tagung solche Anerkennung gefunden hat und daß sowohl Vertreter des Diplomatischen Korps als auch Persönlichkeiten von Industrie, Wirtschaft und Landesregierung anzutreffen waren. Es hat mich auch sehr gefreut, daß uns Herr Dr. Landsman vom CIRFS sozusagen das „*Dach*“ gegeben hat. Das CIRFS ist ja die größte internationale Vereinigung, mit der wir eng zusammenarbeiten. Danach gab uns Herr Dr. Reimann eine Vorschau auf den großen Chemiefaserkongreß, der für 1971 in München vorgesehen ist und unter der Devise „*Chemiefasern zum Wohle des Fortschritts*“ stehen wird.

Elf Referenten, Wissenschaftler und Textiltechniker aus West- und Ostdeutschland, aus Holland, aus der Schweiz und aus den USA, informierten uns über die neuesten Forschungsergebnisse hinsichtlich Struktur und Aufbau der verschiedenen Chemiefasertypen, wobei vor allem die Synthetics im Mittelpunkt des Interesses standen. Auch über neue automatische Spinnverfahren wurde berichtet, die die gesamte Spinnerei in Zukunft revolutionieren dürften. Modernste Untersuchungsmethoden unter Verwendung von Radioisotopen wurden ebenso behandelt wie Spezialfragen

der verschiedenen Produktionszweige - etwa die Schmelzspinnfärbung für Synthetics, die Spezialteppichfasern oder die Erzielung flammfester Textilien. Auch über besondere Erkenntnisse auf dem Gebiet der Konfektion von Chemiefaserstoffen - ein für die Bekleidungsindustrie wichtiges Thema - wurde anhand praktischer Beispiele berichtet.

Wir haben vorgesehen, die 9. Chemiefasertagung im nächsten Jahr wieder hier in Dornbirn vom 16. bis 18. Juni 1970 im neugeschaffenen Rahmen abzuhalten. Ich hoffe, wir werden wieder ein interessantes Programm haben und ausgezeichnete Vortragende. Die Problemstellung der nächstjährigen Tagung wird sein:

„*Die Faserkonstruktion im Hinblick auf optimale Trageigenschaften mit besonderer Berücksichtigung der bekleidungsphysiologischen Erfordernisse*“.

An den Anfang werden wir wieder ein Grundsatzreferat über die Chemie der Fasern stellen, wobei wir hoffen, einen amerikanischen und einen russischen Redner als Diskussions Teilnehmer gewinnen zu können.

Ich darf nun zum Schluß Ihnen, liebe Zuhörer, dafür danken, daß Sie auch in diesem Rahmen so rege diskutiert haben. Das war meine größte Sorge, daß - bei einer Teilnehmerzahl von 600 Personen - die Diskussionsfreudigkeit hier leiden würde und daß sich das familiäre Verhältnis, das sich mit der Zeit herausgebildet hatte, auflösen würde. Es hat sich aber gezeigt, daß der neue Rahmen diesbezüglich nicht störte.

Selbstverständlich sage ich den Referenten, die diese Tagung gestaltet haben, meinen allerherzlichsten Dank, denn ich glaube, es waren alle Referate wieder sehr informativ und in dieser Weise eine interessante Diskussionsgrundlage. Nach den zweieinhalb Tagen, die wir hier in Dornbirn verbracht haben, ist ja das Entscheidende, daß die geistige Bilanz, die wir aus dieser Tagung ziehen, eine Bereicherung unseres Wissens darstellt.

Mein Dank gilt an dieser Stelle selbstverständlich auch der Stadt Dornbirn und dem Land Vorarlberg, insbesondere der Dornbirner Messegesellschaft, die uns in vorbildlicher Weise geholfen hat. Außerdem möchte ich meinen Dank an die in- und ausländische Presse sowie an Rundfunk und Fernsehen richten, welche uns nicht nur heuer, sondern schon all die Jahre hindurch rege unterstützt haben.

Auch meinen Mitarbeitern vom Österreichischen Chemiefaser-Institut möchte ich meinen allerherzlichsten Dank dafür aussprechen, daß sie in der Lage waren, diesen neuen Rahmen zu schaffen und alles so gut zu organisieren. So möchte ich insbesondere Herrn Dr. Katschinka und seinen Mitarbeitern auch von dieser Stelle aus nochmals herzlichst danken.

INSERENTENVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG. D-6700 Ludwigshafen am Rhein	123	Glas-Triebel, D-68 Mannheim-Käfertal	43
Dr. Th. Böhme K.G., Chem. Fabrik D-8192 Gartenberg/Obb.	125	W. Höhnel - Korrosionsschutz KG. 4021 Linz-Donau	85
Bühring & Bruckner, 1040 Wien	45	Lindemann KG., D-4000 Düsseldorf	15
Chemiefaser Lenzing AG., 4860 Lenzing Anlagenbau	16/17	W. Neuber KG., 1060 Wien	135
SFBA	99	O.Ö. Landesreisebüro, 4020 Linz-Donau	28
Werbung	30	Österr. Chem. Werke Ges.m.b.H. 1150 Wien	135
Deutscher Spinnereimaschinenbau Ingolstadt D-8040 Ingolstadt-Donau	87	K. Rosenbauer KG. 4021 Linz-Donau	137
Deutsche Steinzeug- und Kunststoffwarenfabrik D-68 Mannheim-Friedrichsfeld	19	W. Schlafhorst & Co., Maschinenfabrik D-405 Mönchengladbach	109
Everrib - L. Golitschek Elbwart 1070 Wien	111	Schoeller-Bleckmann Stahlwerke AG. 1010 Wien	103
Farbenfabriken Bayer AG. D-509 Leverkusen-Bayerwerk	151	TITAN-GmbH., D-583 Schwelm (Westf.)	77/78
Farbwerke Hoechst AG. D-623 Frankfurt (M.) - Hoechst	149	Ing. Gottfried Tschamler, 1191 Wien	63
		Werner & Pfleiderer AG. 1171 Wien	93

*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