

# LENZINGER BERICHTE

---

Folge 22

August 1966

## Vorträge, gehalten auf der 5. Internationalen Chemiefasertagung vom 14. bis 16. Juni 1966 in Dornbirn, sowie Ausschnitte aus den Diskussionen

Eröffnungsansprache . . . . .	5
Generaldirektor KR. Rudolf Hans Seidl, Lenzing	
Faser-„Engineering“ zum Erreichen bestimmter Endeigenschaften . . . . .	7
Dr. E. A. Tippetts, Wilmington, USA	
Diskussionsleitung: Professor Dr. H. Mark, New York	
Die Polyamide mit besonderer Berücksichtigung von Nylon 6 und Nylon 66 sowie deren Anwendung . . . . .	21
Professor Dr. Paul Schlack, Stuttgart-Wangen	
Diskussionsleitung: Dr. W. Albrecht, Kassel	
Texturieren von Chemiefasern . . . . .	32
Dr. rer. nat. Hans-Joachim Studt, Wuppertal	
Diskussionsleitung: Professor Dr. H. Köb, München	
Acetat und Triacetat — heute . . . . .	43
Dr. Ernst Heim, Freiburg im Breisgau	
Diskussionsleitung: Dr. W. Albrecht, Kassel	
Chemie und Eigenschaften der Copolyätheresterfaser . . . . .	55
Direktor Dr. Walter Griehl	
Diskussionsleitung: Dr. W. Albrecht, Kassel	
Die Automation in der Stapelfaserspinnerei . . . . .	64
Direktor Dr.-Ing. Heinz Keller, Winterthur	
Diskussionsleitung: Professor Dr. W. Wegener, Aachen	
Die Entwicklung der Chemiefaserverarbeitung in Wirkerei und Strickerei . . . . .	84
Textiling. Heinrich Kox, Leverkusen	
Diskussionsleitung: Professor Dr. H. Köb, München	
Technologien zur Herstellung textiler Flächen — eine vergleichende Betrachtung . . . . .	92
Direktor Professor Dr.-Ing. Erwin Schenkel, Reutlingen-Stuttgart	
Diskussionsleitung: Professor Dr. H. Köb, München	
Permanent Press — Begriffsbestimmung und technische Möglichkeiten . . . . .	107
Textiling. Walter Kausch, Frankfurt	
Diskussionsleitung: Dr. W. Albrecht, Kassel	
Aktuelle wirtschafts- und handelspolitische Probleme der Textilindustrie . . . . .	115
Dr. Hans Werner Staratzke, M. d. B., Frankfurt	
Diskussionsleitung: Dr. W. Albrecht, Kassel	
Ergebnisse der 5. Internationalen Chemiefasertagung . . . . .	125
Generaldirektor KR. Rudolf Hans Seidl, Lenzing	

# Eröffnungsansprache

anlässlich der 5. Internationalen Chemiefasertagung vom 14. bis 16. Juni 1966 in Dornbirn durch den Präsidenten des Österreichischen Chemiefaser-Instituts, Generaldirektor K. R. Rudolf H. Scidl

*Der Präsident des Österreichischen Chemiefaser-Institutes begrüßt die aus neunzehn europäischen und zwei überseeischen (USA und Japan) Ländern stammenden Gäste, stellt die vortragenden Herren vor und gibt das Grundthema der diesjährigen Tagung bekannt.*

*The President of the Austrian Man-Made Fiber Institute welcomed the guests who had arrived from 19 European, and two overseas countries (USA and Japan). He went on to introduce lecturers and to announce basic subjects of this year's Congress.*

Meine Damen und Herren!

Ich freue mich, Sie bei der 5. Internationalen Chemiefasertagung 1966 begrüßen und in der schönen Stadt Dornbirn herzlich willkommen heißen zu können. Als vor fünf Jahren unser Institut zum ersten Mal alle interessierten Kreise des In- und Auslandes nach Dornbirn als dem Zentrum des Textillandes Vorarlberg zu einer Diskussion über die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Chemiefasern einlud, hatte niemand erwartet, daß diese Tagung ein so lebhaftes Echo finden würde. Vertreter von Wissenschaft und Forschung und Männer der Praxis, auch der Textilindustrie in allen ihren Verarbeitungsstufen, sowie des Handels vereinigen sich seither in einem von Jahr zu Jahr größer werdenden Kreis, um in offener Aussprache die Probleme zu erörtern, die der starke Aufschwung der Chemiefasern auf der ganzen Welt mit sich brachte. Prominente Referenten und die aktuellen Themen, nicht zuletzt aber auch die reizvolle Landschaft des gastlichen Landes Vorarlberg, zogen immer mehr Besucher aus allen Teilen der Welt an. Heute ist unsere alljährliche Chemiefasertagung aus der internationalen Diskussion nicht mehr wegzudenken und wir freuen uns, bei der fünften Veranstaltung dieser Art über vierhundert Gäste aus nicht weniger als 21 Ländern West- und Osteuropas, aus Übersee, ja selbst aus dem Nahen und Fernen Osten in Dornbirn begrüßen zu können.

Damit komme ich aber auch zu einem Problem, welches uns im Chemiefaser-Institut stark beschäftigt, nämlich in welchem Rahmen die Chemiefasertagung abgehalten werden soll. Wir waren bis jetzt immer der Auffassung, daß die Stadt Dornbirn, die Aula der Textilschule, in der Lage ist, den richtigen Rahmen für unsere Tagung zu bieten. Gerade das hat vielleicht zu jenem Echo geführt, welches der Tagung entgegengebracht wird. Deshalb sollten wir den Rahmen auch nicht sprengen, denn das Wichtigste scheint uns neben den Vorträgen doch immer die lebhafteste Diskussion zu sein, die sich in diesem kleingehaltenen Kreis ergibt und ohne die die Fruchtbarkeit einer solchen Tagung sehr weitgehend beschnitten ist. Der Charakter der Dornbirner Tagung sollte so erhalten bleiben, weil darin letztlich ihr Erfolg ruht.

Wenn in diesem Jahr nun das Österreichische Chemiefaser-Institut bedeutende Fachleute und Wissenschaftler mit internationalem Ruf eingeladen hat, zu dem Thema

## Neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der Chemiefasern und der Technologie der Textilmaschinen

zu sprechen, so will es mit den einzelnen Referaten nicht nur eine Fülle interessanter Ausblicke bieten. Die aktuellen Themen sollen, wie wir hoffen, darüber hinaus Anlaß zu einem lebhaften Gedankenaustausch der Teilnehmer untereinander geben.

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 Vortragsprogrammes vorstellen:

**Dr. Emerson A. Tippetts**, Forschungsdirektor der Nylon Technical Division, Textilfaserabteilung von E. I. duPont de Nemours und Co., Wilmington: „Faser-Engineering zum Erreichen bestimmter End-eigenschaften“.

Da dieser Vortrag in englischer Sprache gehalten wird, hat sich Herr Professor Dr. Hermann Mark freundlicherweise bereit erklärt, am Ende ein kurzes Bild des Vortrages zu geben.

**Professor Dr. Paul Schlack**, Institut für Textilchemie der Technischen Hochschule Stuttgart, Stuttgart-Wangen: „Die Polyamide mit besonderer Berücksichtigung von Nylon 6 und Nylon 66 sowie deren Anwendung“.

**Dr. Hans-Joachim Studt**, Glanzstoff AG., Wuppertal. „Texturieren von Chemiefasern“.

**Dr. Ernst Heim**, Deutsche Rhodioceta AG., Freiburg i. Br.: „Acetat und Triacetat — heute“.

**Direktor Dr. Walter Griehl**, Leiter der Forschungsabteilung Hochpolymere der Emser Werke, Domat-Ems: „Chemie und Eigenschaften der Copolyätheresterfaser“.

**Direktor Dr. Ing. Heinz A. Keller**, Leiter des Technischen Departments der Firma Rieter AG., Winterthur: „Die Automation in der Stapelfaserspinnerei“.

**Text.-Ing. Heinrich Kox**, Farbenfabriken Bayer AG., Leverkusen: „Chemiefasern in der Wirkerei“.

**Oberbaudirektor Professor Dr.-Ing. Erwin Schenkel**, Direktor der Ingenieurschule für Textilwesen Reutlingen, Direktor des Institutes für Textiltechnologie

der Deutschen Forschungsinstitute für Textilindustrie, Reutlingen-Stuttgart: „Technologien zur Herstellung textiler Flächen — eine vergleichende Betrachtung“.

**Text.-Ing. Walter Kausch**, Anwendungstechnische Abteilung Textil der Farbwerke Hoechst AG., Frankfurt: „Permanent Press — Begriffsbestimmung und technische Möglichkeiten“.

**Dr. Hans Werner Staratzke**, geschäftsführendes Präsidialmitglied des Gesamtverbandes der Textilindustrie in der Bundesrepublik Deutschland — Gesamttextil — e. V., und Mitglied des Deutschen Bundestages, Frankfurt a. M.: „Aktuelle wirtschafts- und handelspolitische Probleme der Textilindustrie“.

Nun zur Einführung noch kurz einige Worte und Zahlen, welche die immer größer werdende Bedeutung der Chemiefaserproduktion veranschaulichen sollen. Im Jahre 1965 lag die Weltproduktion an textilen Fasern bei 18 163 000 t, wovon auf Baumwolle 11 318 000 t, auf Wolle 1 485 000 t, auf zellulosische Endlosfäden 1 370 000 t, auf zellulosische Stapelfasern rund 2 Millionen Tonnen und auf die synthetischen Endlosfäden und Stapelfasern 2 Millionen Tonnen entfielen. Somit ist der prozentuelle Anteil der Chemiefasern am Weltverbrauch von 1951 bis 1965 von 18 % auf 31 % angestiegen. Dabei stehen die Chemiefasern auf Zellulosebasis mit einer Gesamtmenge von 3 346 000 t und einem Anteil von 19 % unmittelbar hinter der Baumwolle. Ihr Verbrauch weist auch weiterhin eine langsam aber stetig steigende Tendenz auf, nicht zuletzt dank der in jüngster Zeit neuentwickelten Typen von Viskosespinnfasern, wie sie die Modalfasern darstellen. Mit diesen Neuentwicklungen, an denen übrigens Österreich einen bedeutenden Anteil hat, erschließen sich den zellulosischen Chemiefasern immer neue Einsatzgebiete, da ja diese Fasern auch mit der Verbesserung der textilen Eigenschaften den Beanspruchungen der mehr und mehr verwendeten Hochleistungsmaschinen in der Verarbeitung besser gerecht zu werden vermögen.

Mehr als die klassischen Chemiefasern auf Zellulosebasis haben die Synthetics in den letzten eineinhalb Jahrzehnten einen geradezu stürmischen Aufschwung genommen. Von 1951 bis 1965 betrug ihre Zuwachsrate nicht weniger als 2000 %. Allein von 1964 auf 1965 ist ihre Produktion um 20 % auf 2 030 000 t angewachsen. Innerhalb der Gruppe der synthetischen

Fasern führen mit weitem Abstand noch immer die Polyamide, deren Anteil allein fast 50 % beträgt. Die Polyesterfasern folgen mit 22,5 %, die Polyacryle mit rund 20 % und der Rest entfällt auf alle übrigen Fasertypen. Angesichts des zu erwartenden starken Anwachsens der Weltbevölkerung, die derzeit etwa 3,5 Milliarden Menschen beträgt und die sich bis zum Ende dieses Jahrtausends etwa verdoppelt haben dürfte, wird sich der Anteil der Chemiefasern am Weltverbrauch von Textilfasern schon in den nächsten Jahrzehnten weiter wesentlich erhöhen. Man darf sogar erwarten, daß um das Jahr 2000 das Verhältnis von Naturfasern zu Chemiefasern gegenüber heute umgekehrt sein wird, das heißt, daß die Chemiefasern etwa zwei Drittel und die Naturfasern nur noch ein Drittel des Weltbedarfs decken werden.

Es ist kein Wunder, wenn sich eine derartige Entwicklung nicht ohne Erschütterungen und ohne einen tiefgreifenden Strukturwandel in der Textilwirtschaft der Welt vollzieht. Da zudem gerade auf dem Polyestersektor die Produktionslizenzen in nächster Zeit auslaufen, machen sich hier starke Expansionstendenzen bemerkbar, die in verschiedenen Neugründungen von Fabrikationsstätten in Europa und Übersee ihren Ausdruck finden. Mit ihrem hohen Investitionsaufwand ist die Chemiefaserindustrie ja darauf angewiesen, in ihrer Produktion auf weite Sicht zu planen, sodaß sich in manchen Zweigen zwangsläufig gewisse Überkapazitäten ergeben. Sicherlich wird sich daraus in den nächsten Jahren auf den Weltmärkten eine immer schärfere Konkurrenz ergeben. Angesichts des sprunghaften Anstiegs der Weltbevölkerung werden aber letzten Endes alle derartigen Probleme nur vorübergehende Bedeutung haben und die Notwendigkeit der Deckung des stark wachsenden Textilbedarfs in der Welt wird den Konkurrenzkampf von Chemiefasern und Naturfasern zugunsten einer gemeinsamen Leistung im Dienste des Fortschrittes der Menschheit überwinden helfen. In diesem Sinne, meine Damen und Herren, darf ich wohl sagen, daß die Tagung und die Diskussion über diese Probleme ihre vollkommene Berechtigung haben und es sicher rechtfertigen, daß wir uns hier zweieinhalb Tage mit diesen Themen beschäftigen.

Wieder soll es so sein, daß sich Chemiefaserindustrie und Textilindustrie treffen, und ich möchte Sie bitten, auch reichlich die Gelegenheit zur Diskussion zu ergreifen. Ich darf Sie also nochmals willkommen heißen und Ihnen einen interessanten Verlauf der Tagung wünschen.

# Faser- „Engineering“ zum Erreichen bestimmter Endeigenschaften

Dr. E. A. Tippetts, Wilmington

Die Kenntnis der gegenwärtigen Anforderungen, die an moderne Textilien gestellt werden, hat der Faserforschung eine außerordentlich vielfältige Technologie aufgeprägt, die sich eben jetzt praktisch auszuwirken beginnt. Diese neuen Methoden, auf Polyamide, Polyester und Polyacryle angewandt, haben bereits zu sehr beachtlichen Ergebnissen geführt. Sie nützen in vollem Maße die spezifischen Eigenschaften der jeweiligen Polymeren aus und führen zu neuen, für den Endverbraucher wertvollen Eigenschaften.

Für diesen Vortrag wurden Beispiele gewählt, die sich alle auf Nylon 66 beziehen und so verschiedene Gebiete wie Damenstrümpfe, Unterwäsche, Blusen, Teppiche und Reifencord betreffen.

Die speziellen Eigenschaften der Endprodukte stehen heute im Brennpunkt der Bemühungen. Mittels einer erheblich gesteigerten Materialkenntnis sowie durch eine genaue Analyse der an die Faser bei der endgültigen Verwendung gestellten Anforderungen gelingt es, dank der außerordentlichen Anpassungsfähigkeit des Nylon 66, Fasern zu entwickeln, die genau den Forderungen der verarbeitenden Industrie und schließlich auch denen des Endverbrauchers entsprechen.

Proper knowledge of the requirements made of present-day textiles has endowed fiber research with an exceptionally complex technology, the practical effects of which are just now beginning to make themselves felt. Application of these new methods to polyamides, polyesters and polyacrylics has already brought forth very noteworthy results. These methods make full use of the specific characteristics displayed by the polymers concerned, and will lead to new properties which are of value to end users.

Examples have been selected for use in this lecture, all of which refer to nylon 66, and thus concern such varied fields as ladies' hosiery, lingerie, blouses, carpets and tyre cord.

Efforts at present are focussed on the specific properties of finished products. Considerably improved knowledge of materials and exact analysis of the requirements made of fibers during final application make it possible — thanks to the exceptional adaptability of nylon 66 — to develop fibers tailored to meet the demands of the processing industry and, eventually, those of the final consumer.

Nylon ist jetzt 27 Jahre alt. Die ersten zehn Jahre nach der ursprünglichen Entdeckung von Carothers waren hauptsächlich von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten innerhalb der Chemiefaserindustrie erfüllt, die dem Produktionsverfahren und der ihm dienenden Einrichtung gewidmet waren. Die nächste Dekade brachte eine erhebliche Herabsetzung der Kosten sowie grundsätzliche Qualitätsverbesserungen, die für ein rasches Wachsen dieser Industrie notwendig waren.

Während der letzten sieben Jahre aber haben sich die Bemühungen in einer neuen Richtung bewegt, die

vornehmlich von den spezifischen Eigenschaften der Endprodukte beherrscht ist. Gegenwärtig beschäftigt man sich bei DuPont in erster Linie damit, die für einen gegebenen Anwendungszweck notwendigen Produktionseigenschaften zunächst zu definieren und dann auch zu erreichen. Dieser Bericht beschreibt fünf neue Produkte, die ausdrücklich für bestimmte Zwecke entwickelt worden sind, nämlich für Damenstrümpfe, Blusen, Damenkleider, Teppiche und Autoreifen. Alle diese fünf spezifischen Faserarten beruhen auf demselben Polymer, nämlich auf Nylon 66. Sie wurden für diesen Vortrag ausgewählt, um die Wichtigkeit einer eingehenden Technologie bei der Entwicklung von Fasern für ganz bestimmte Verwendungszwecke aufzuzeigen. Abb. 1 zeigt diese Produkte und ihren Endzweck; mehrere von ihnen sind schon auf dem Markt oder im großtechnischen Versuchsstadium. Eines davon (für Blusen und Kleiderstoffe) ist ein Experimentiergarn.

NEW DU PONT 66 NYLON PRODUCTS

<u>END USE</u>	<u>PRODUCT</u>
HOSIERY	CANTRECE*
BLOUSE/DRESS	EXPERIMENTAL WEAVING YARN
CARPETS	ANTRON* (FILAMENT)
CARPETS	ANTRON* (STAPLE)
TIRE CORD	N-44

**„Cantrece“-Strümpfgarn \***

Nahtlose Nylonstrümpfe hatten im Jahre 1958 etwa 39 % des Marktes erobert, gegenüber 61 % der fassonierten Sorten. Nahtlose Stretchstrümpfe aus texturierterm Nylon erreichten im Laufe mehrerer Jahre nur etwa 5 %. Unsere Untersuchungen bei DuPont überzeugten uns aber, daß die nahtlosen Strümpfe erheblich an Boden gewinnen könnten, wenn sie sich nur dem Fuß besser anpassen würden. Wir folgerten auch, daß die

\* REGISTERED DU PONT TRADEMARKS

Abb. 1

\* „Cantrece“ — eingetragenes Warenzeichen, DuPont.

**STANDARD SEAMLESS HOSE**

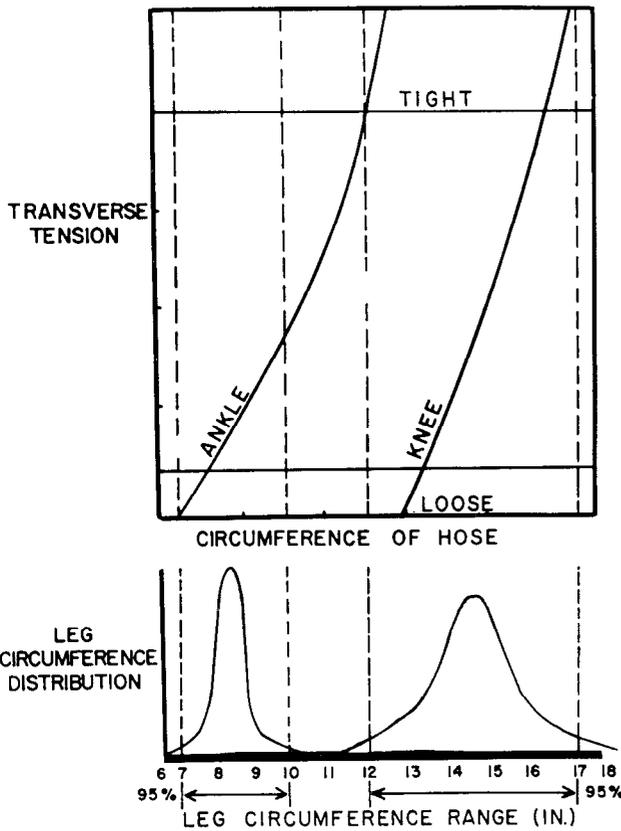


Abb. 2

**SEAMLESS HOSE OF CANTRECE®**

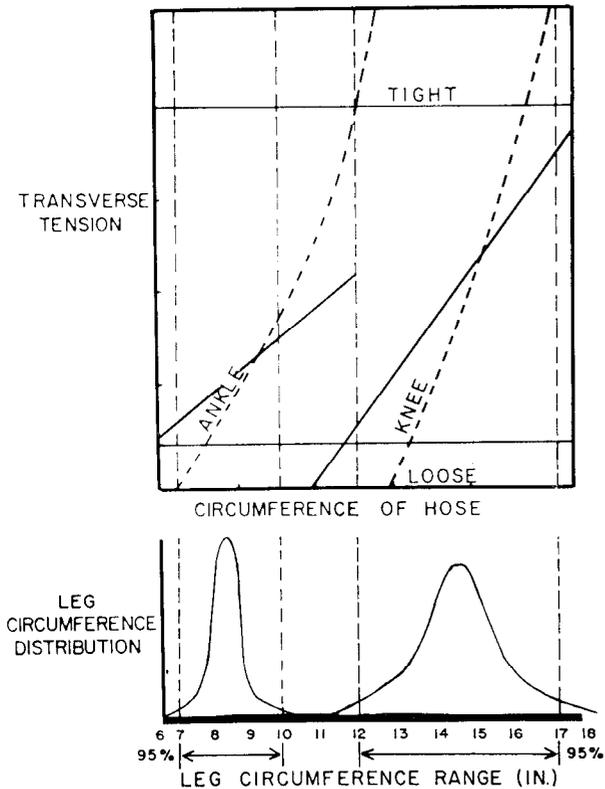


Abb. 3

**BI-COMPONENT CANTRECE® NYLON**

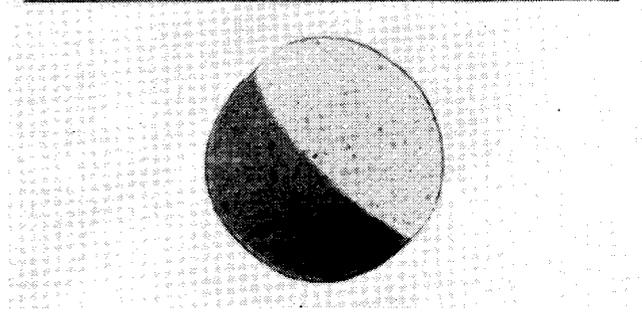


Abb. 4

Damen die Kräuselstrümpfe bevorzugen würden, wenn diese besser anliegen und bequemer zu tragen sein würden. Im Jahre 1959 wurde ein Projekt begonnen mit dem Ziel, ein Nylon-Stretchgarn herzustellen, das kein Texturieren vor dem Wirken benötigen würde.

Abb. 2 zeigt die Mängel der herkömmlichen nahtlosen Strümpfe, die von etwa 40% aller Käuferinnen beanstandet werden, weil sie entweder am Knöchel oder am Knie schlecht sitzen. Der richtige Weg, diese Schwierigkeiten zu überwinden, bestand in der Lösung des Problems, Garne mit permanenter, schraubenförmiger Kräuselung und mit flacherer Dehnungskurve (Abb. 3) herzustellen. Das Diagramm läßt deutlich erkennen, daß wegen der flacheren Dehnungskurve der Strumpf beim Verkauf kleiner aussehen muß, damit er sich beim Anziehen an verschiedene Beinformen und -größen zwanglos und bequem anpassen kann. Dies verlangt eine Faser, die Kräuselung und Schrumpfung während der Formgebung entwickelt und gleichzeitig

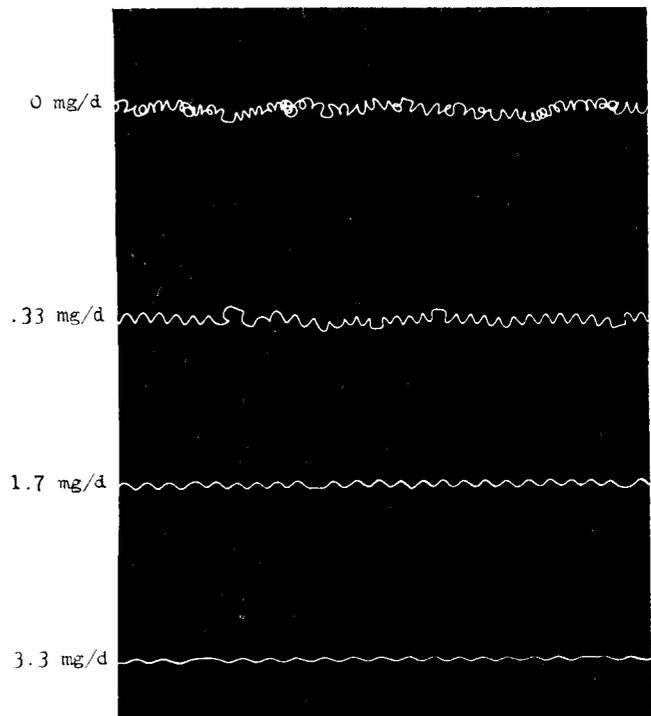


Abb. 5

eine glatte und gleichmäßige Maschenbildung ergibt, wenn der Strumpf über das Bein gezogen wird.

Wir beschlossen, das Problem mit Hilfe eines Zweikomponentengarns zu lösen, bei dessen Herstellung zwei verschiedene Polymere aus ein und derselben Düse versponnen werden, wie dies Abb. 4 zeigt. Beim Formen entwickeln die beiden Komponenten des Garns verschiedene Schrumpfungseigenschaften und erzeugen eine spiralförmige Kräuselung, deren genaue Form von der Temperatur und den Bedingungen beim Formen abhängt. Abb. 5 zeigt den Einfluß der mechanischen Bedingungen auf die Kräuselung bei einer Formtemperatur von 118° C.

Das eine Polymer bei der Herstellung von „Cantrece“ ist das normale Nylon 66, das andere ist ein ungeordnetes Copolymer. Dieses System erlaubt eine erhebliche Freiheit in der Erzeugung geeigneter Schrumpfs- und Kräuseleffekte, wie dies die Abbildung 6 verdeutlicht. Die Wichtigkeit einer genauen Anpassung der Kräuselungsform an das Maschengewebe des Strumpfes ergibt sich aus Abb. 7. Abb. 8 schließlich zeigt einen typischen Strumpf, hergestellt aus dem derzeit im Handel befindlichen „Cantrece“-Garn im Vergleich zu einem nahtlosen Strumpf aus gewöhnlichem Nylon 66.

**Experimentelle Garne für Blusen- und Kleiderstoffe**

Der wohl schwierigste Markt für den Produzenten synthetischer Fasern war der Absatz feintitriger Endlosgarne für Blusen, Damenkleider und gewebte Wäsche. Obwohl erhebliche Vorteile in Waschbarkeit, Knitterbeständigkeit und Dauerhaftigkeit bestehen, verbleiben doch noch viele Probleme hinsichtlich Tragkomfort, Fülligkeit, Glanz, Fall und Verarbeitbarkeit, welche das Eindringen von Textilien aus 100% synthetischer Endlosgarne in dieses Feld verhindert ha-

**SHRINKAGE OF NYLON COPOLYMERS**

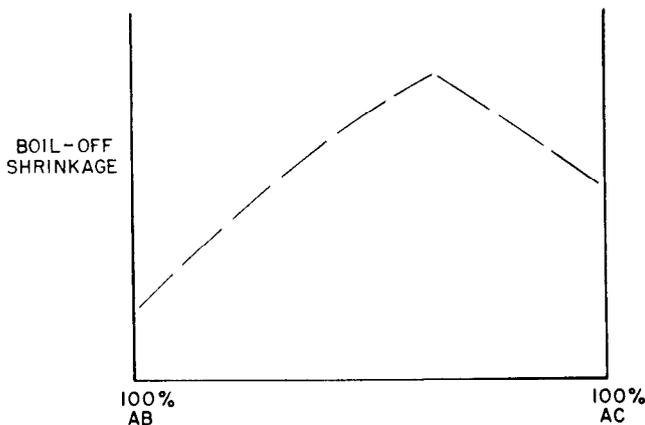


Abb. 6

ben. Der Mißerfolg der gewebten Nylonhemden vor 15 Jahren und die gegenwärtige Verwendung gewirkter Stoffe aus Polyamid- und Polyesterfasern auf diesem Gebiet unterstreichen die Wichtigkeit der vorliegenden Aufgabe.

Systematische Studien zahlreicher Fabrikate aus natürlichen und synthetischen Fasern ließen erkennen, daß die wesentliche Eigenschaft eines geeigneten Nylongarns eine Bauschbarkeit sein mußte, die erst während der Ausrüstung zum vollen Ausmaß gelangt. Abb. 9 zeigt in groben Zügen das Ergebnis dieser Analysen, die mit vielen Spinnfasermischungen ebenso wie mit 100% Filamentgarnen in Kette und Schuß durchgeführt wurden. Die Zeit erlaubt es nicht, während

**EFFECT OF CRIMP COIL SIZE ON HOSIERY APPEARANCE**

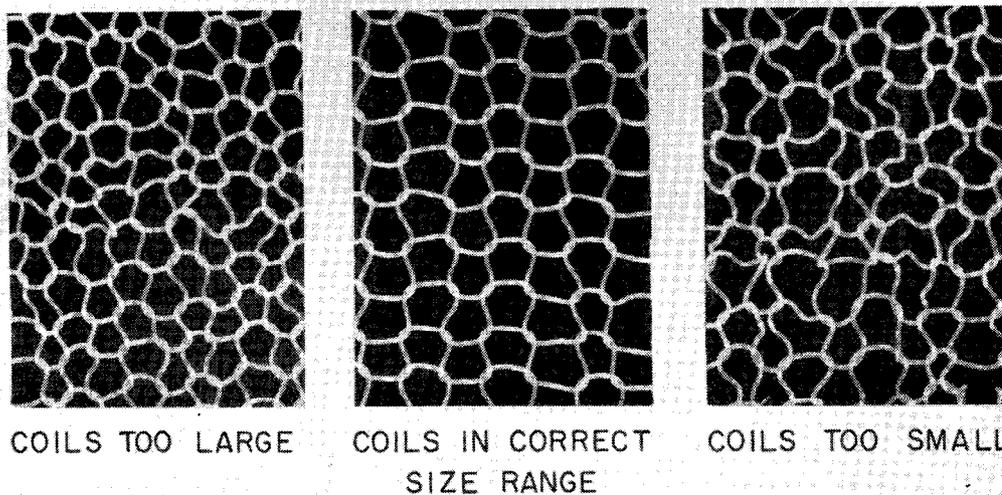


Abb. 7

### SEAMLESS NYLON HOSIERY

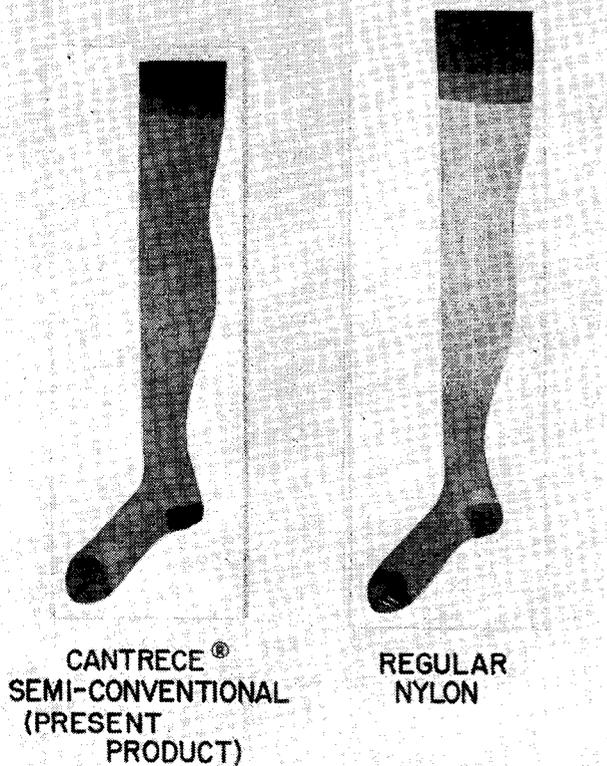


Abb. 8

#### CONCLUSIONS FROM FABRIC STUDY

1. DESIRABLE FABRICS REQUIRE A YARN BULKING RESPONSE DURING FINISHING.
2. THE BULKING RESPONSE IS REQUIRED FOR:
  - a. HIGH WEAVE CRIMP FOR GOOD FABRIC STABILITY;
  - b. HIGH YARN VOLUME FOR FABRIC COVER AT PROPER LEVEL OF POROSITY;
  - c. HIGH INTERFILAMENT MOBILITY FOR PROPER FABRIC DRAPE AND RESILIENCE.
3. FABRIC LUSTER PROPERTIES ARE MARKEDLY AFFECTED BY YARN RESPONSES DURING FABRIC FINISHING.

Abb. 9

dieser Tagung hierauf näher einzugehen. Ich will deshalb gleich zur Besprechung der Experimentalfaser und der daraus erzeugten Gewebe übergehen. Die Bauschigenschaften dieses der „Cantrece“ ähnlichen Versuchsgarnes werden während des Abkochens (Entschlichtens) des Rohgewebes aktiviert.

Abb. 10 zeigt den Einfluß der Bauschfähigkeit eines solchen Versuchsgarnes auf die Gewebedichte und den Lufteinschluß zwischen den Garnen und innerhalb derselben in Geweben, während die Abb. 11 darstellt, daß die Kompressibilität der gebauschten Garne jener eines Stapelfasergarnes gleichkommt. Abb. 12 enthält Daten über normale Nylongarne, welche das

### EFFECT OF FINISHING ON FABRIC MORPHOLOGY

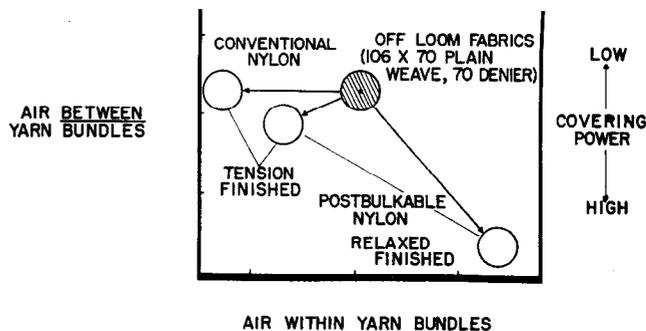


Abb. 10

### FABRIC COMPRESSIONAL PROPERTIES

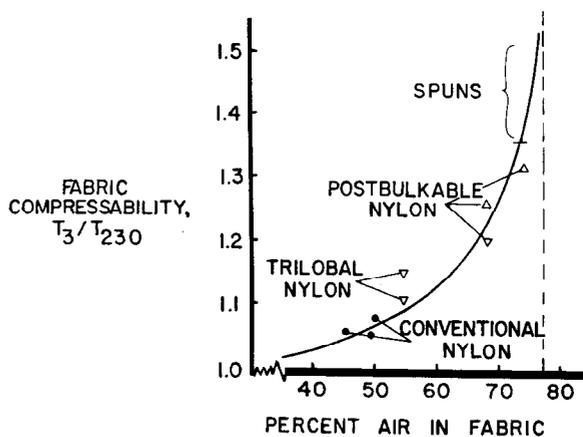


Abb. 11

### FABRIC COVERING POWER VS. POROSITY

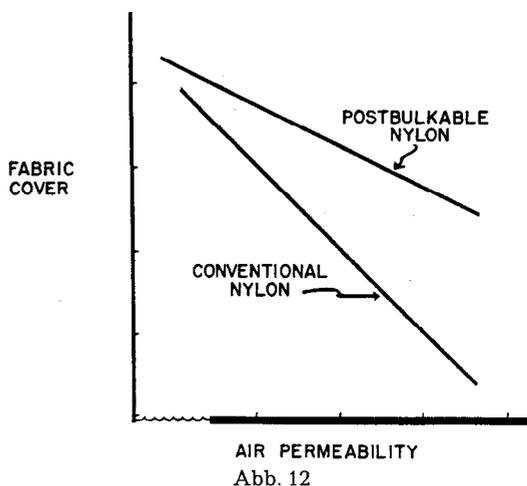
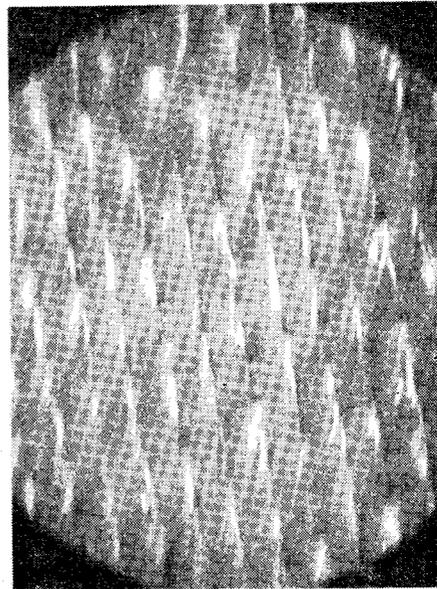
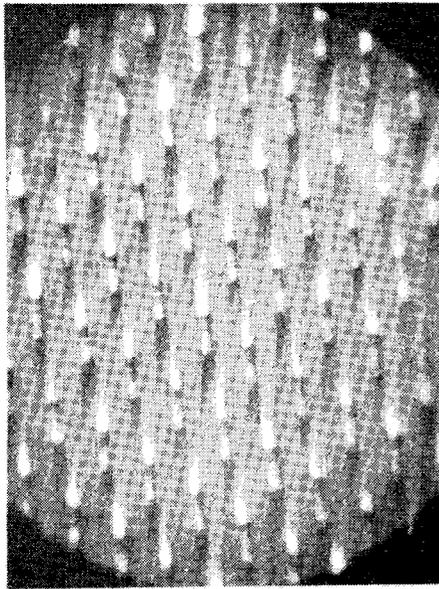


Abb. 12

Problem der Erreichung guter Deckkraft und Porosität erkennen lassen. Steigerung des  $TiO_2$ -Gehaltes ist günstig, beeinträchtigt aber den Glanz in unerwünschter Weise. Abb. 13 gibt einen eindrucksvollen Vergleich

BULK AND COVER DEVELOPMENT OF  
POSTBULKABLE WEAVING YARN IN SATIN CONSTRUCTION

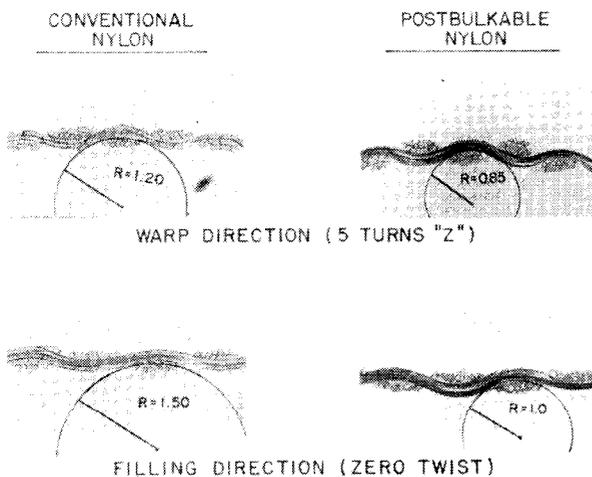


CONVENTIONAL NYLON	
WEIGHT, OZ./YD. <sup>2</sup>	3.8
BULK, CC/GM	1.8
AIR PERMEABILITY, FT <sup>3</sup> MIN FT <sup>2</sup>	20
COMPRESSIBILITY, 10 <sup>-1</sup> 230	1.1

POSTBULKABLE NYLON	
WEIGHT, OZ./YD. <sup>2</sup>	3.8
BULK, CC/GM	2.4
AIR PERMEABILITY, FT <sup>3</sup> MIN FT <sup>2</sup>	35
COMPRESSIBILITY, 10 <sup>-1</sup> 230	1.3

Abb. 14

FABRIC CROSS SECTIONS  
100 X MAGNIFICATION



BOTH PLAIN WEAVE FABRICS—  
130 X 100, 1.4 OZ./YD.<sup>2</sup> FINISHED

Abb. 13

der Deckkraft, Porosität und Weichheit zwischen den neuen Versuchsgarnen und dem gewöhnlichen Nylon.

Abb. 14 illustriert in quantitativer Weise den Kräuselungseffekt in einem glatt gewebten Stoff. Eine starke Kräuselung ist bei leichten Stoffen für eine stabile Gewebestruktur notwendig, ebenso wie für gute und glatte schiebefeste Nähte. Abb. 15 zeigt die Deckkraft und Gewebestruktur von denselben Fabrikaten, die in Abb. 14 analysiert worden sind und Abb. 16 vergleicht den Gewebecharakter von Köpergeweben, die aus gewöhnlichem bzw. dem neuen Nylongarn hergestellt worden sind.

Wir haben gefunden, daß glatte Fabrikate mit enger Anlage an den Körper sowohl ein unangenehm kaltes wie auch ein heißes Gefühl erzeugen können, während eine bauschige Garn- und Gewebestruktur einen angenehmen Temperatursausgleich zwischen Anzug und Körper bewirkt.

Abb. 17 läßt erkennen, wie weit man den Glanz der Fabrikate bei Verwendung der neuen bauschbaren Nylongarne variieren kann, indem man während der Ausrüstung verschiedene Schrumpfungsgrade zuläßt.

Ich möchte wiederholen, daß sich diese neuen Nylon-Bauschgarnen gegenwärtig noch im Versuchszustand befinden. Eine bestimmte Anzahl von Tragversuchen hat zwar die oben angegebenen Garnexperimente

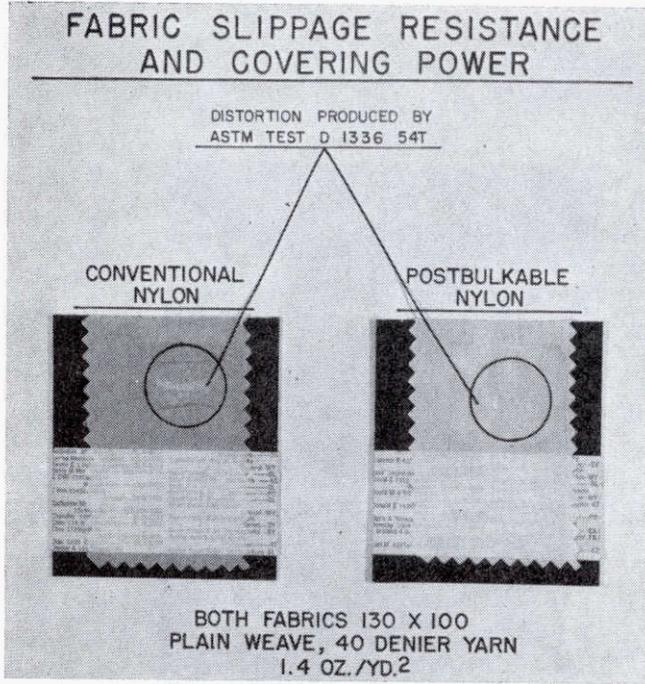


Abb. 15

bestätigt, aber wir sind überzeugt, daß noch viel Arbeit geleistet werden muß, bevor wir sicher sein können, ein völlig befriedigendes Produkt zu besitzen. Dies bezieht sich besonders auf ästhetische Eigenschaften wie Glanz, Fall und Griff, die nur durch lange praktische Versuchsreihen in endgültig befriedigender Weise erreicht werden können.

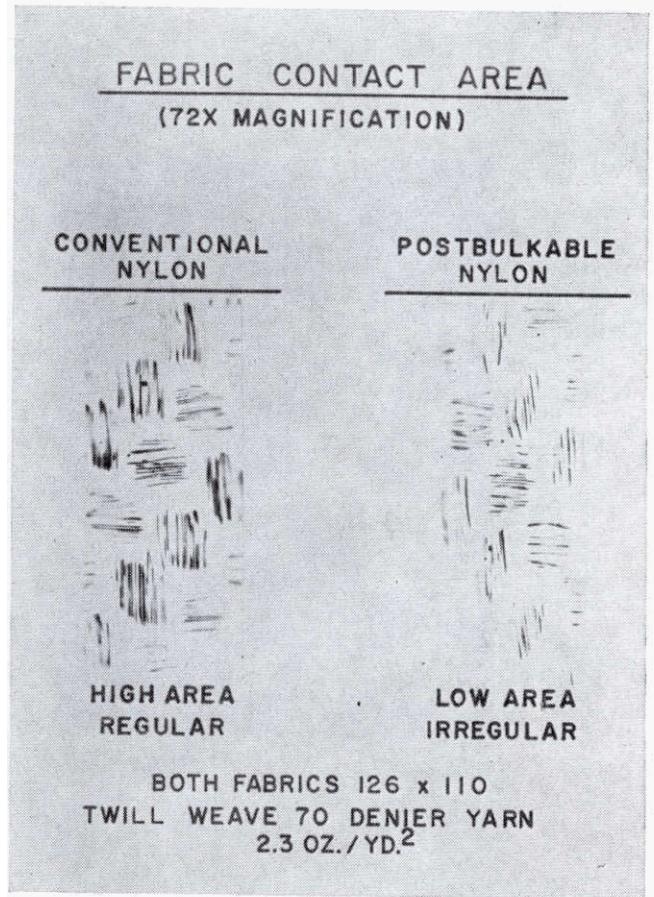


Abb. 16

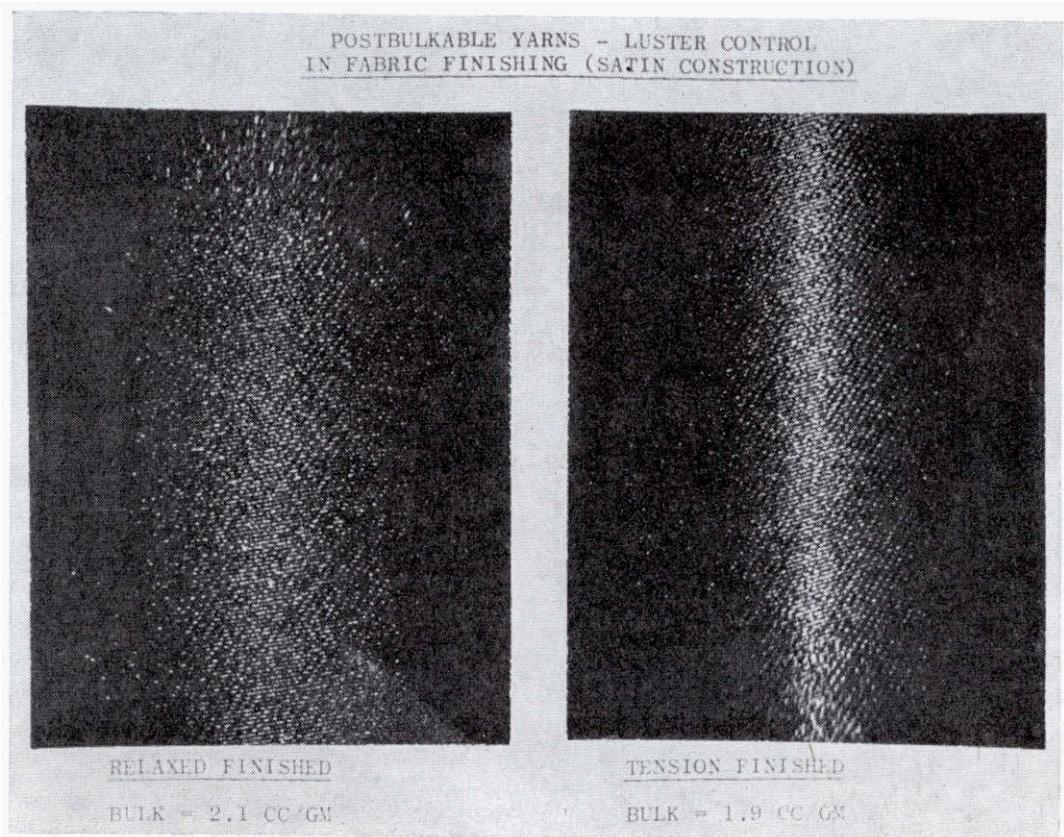


Abb. 17

**Die neuen „Antron“-Teppichfasern \***

Die ungewöhnliche Abriebfestigkeit und Erholungsfähigkeit von Nylon, zusammen mit der ausgezeichneten Aufnahme von sauren, Beizen- und Dispersionsfarbstoffen machen diese Faser für Teppiche ganz besonders geeignet. Diese Eigenschaften sowie die Herstellung gebauschten Endlos-Nylongarnes und die Ausarbeitung der leistungsfähigen Tufting-Verfahren sind die Ursache des raschen Eindringens von Nylon in dieses Gebiet. Derartige Nylongarne haben schon den Markt der billigen Produkte erobert, während die besseren Qualitäten der Wolle und den Acrylfasern vorbehalten bleiben. Heute möchte ich jedoch über zwei neue Nylon-Teppichgarne für hochwertige Erzeugnisse berichten, die alle anderen Fasern in jeder Hinsicht in der Kombination der wichtigsten Eigenschaften übertreffen.

Ich werde zunächst die „Antron“-Stapelfaser beschreiben, die spezifisch für die Herstellung geschorener Teppiche aus nach dem Kammgarnverfahren gesponnenen Garnen ausgearbeitet wurde und die sowohl für Webteppiche als auch Tufting-Teppiche dient. Wir verlangten von diesem Produkt, daß es im allgemeinen das Aussehen und die Beschaffenheit geschorener Wollteppiche ergeben sollte, da wir an-

\* „Antron“ – eingetragenes Warenzeichen, DuPont.

**DENIER & CRIMP DISTRIBUTION  
IN  
BLEND OF CARPET WOOL**

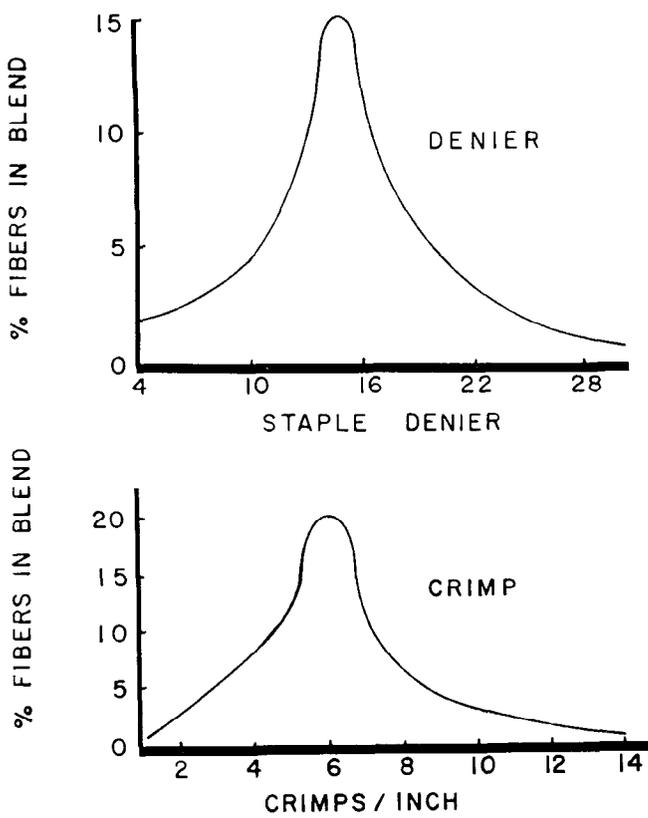


Abb. 18

nahmen, daß es leichter sein werde, auf diesem Gebiet den bestehenden Qualitäten gleichzukommen, als sie durch neue zu ersetzen.

Abb. 18 zeigt, daß Teppichwolle aus Fasern besteht, die einen weiten Bereich von Faserdurchmesser und Kräuselungsgrad überstreichen. Wir erzeugen in „Antron“ diese Uneinheitlichkeit, indem wir Stapelfasern verschiedener Dicke und verschiedener Kräuselung miteinander mischen.

**FLOOR SOILING VS. TiO<sub>2</sub> CONTENT**

(NYLON)

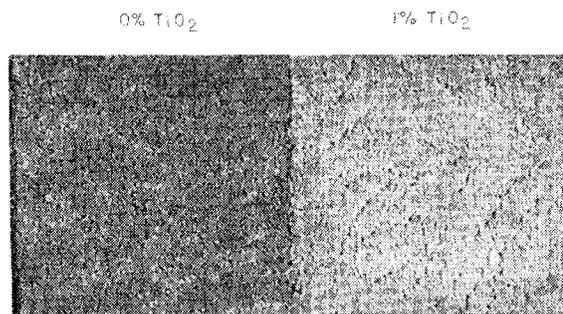


Abb. 19

Als nächstes nahmen wir uns vor, die Schmutzabweisung der Wolle bei weitem zu übertreffen und gingen von der Kenntnis aus, daß ein Gehalt von 1% TiO<sub>2</sub> die Schmutzaufnahme der Nylon-Stapelfaser sehr stark herabsetzt (Abb. 19). Wir konnten nicht über 1% hinausgehen, weil zwar die Anschmutzbarkeit noch weiter herabgesetzt wurde, die Anfärbbarkeit jedoch auch zurückgeht und die Faser ein sehr mattes Aussehen annimmt. Dieser Effekt ist in Abb. 20 für einige Trikotgewebe aus 40/13den-Garn dargestellt, an denen wir die Glanzeffekte quantitativ messen konnten, was bei den Teppichen selbst nur sehr schwer möglich ist. Die Resultate dieser Versuche zeigten, daß die Lösung

**OPACITY AND LUSTER OF 66 NYLON \***

	WITH TiO <sub>2</sub>			WITH ADDITIVE
	0%	1%	2%	
OPACITY, % LOSS IN TRANSMITTED LIGHT	82	84	87	90
LUSTER, % LIGHT REFLECTED	72	69	67 (CHALKY)	75
ABSORBED & SCATTERED, %	10	15	20	15

\* MEASURED ON TRICOT FABRICS

Abb. 20

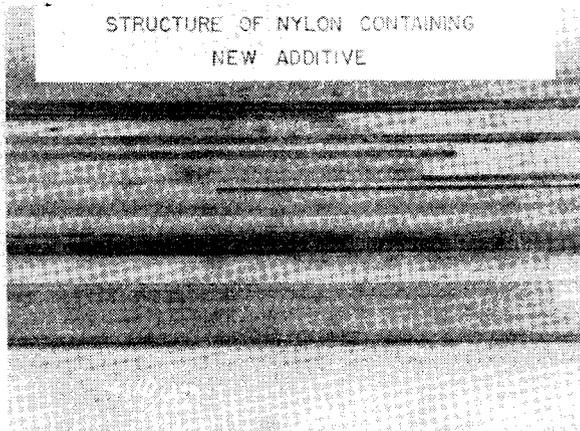


Abb. 21

des Problems durch einen Zusatz erzielt werden könnte, der beim Färben und Waschen herausgelöst wird und daher in der Faser Hohlräume hinterläßt. Während des Spinnens und Verstreckens wird dieser Zusatz in Längsstreifen verzogen, welche eine Faserstruktur ergeben, die in Abb. 21 gezeigt wird. Diese länglichen Hohlräume ergeben die in Abb. 20 gezeigten Glanzeigenschaften, welche einigen von Ihnen noch von der ölmattierten Kunstseide der Zwanzigerjahre bekannt sein dürften.

STATIC CONTROL VIA CONDUCTIVE ADDITIVE

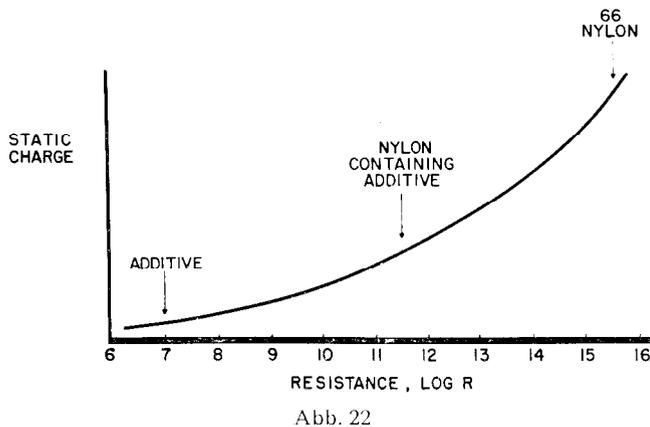


Abb. 22

Seit langem war uns die Notwendigkeit klar, bei einer Teppichfaser die elektrische Aufladefähigkeit erheblich herabzusetzen, und wir wählten ein antistatisches Additiv, das die Leitfähigkeit der Faser ganz erheblich vergrößert. Abb. 22 zeigt die Aufladung von Fasern als Funktion ihrer Leitfähigkeit, die Leitfähigkeit des von uns gewählten Additivs und die der damit hergestellten Nylonfasern.

Schließlich hatten wir noch eine Entscheidung über die Querschnittsform zu treffen. Für unsere bisherigen gebauschten kontinuierlichen Nylongarne, die für Schlingenflorteppiche verwendet werden, hatten wir die **Kleebattform** gewählt; für die neue Stapelfaser hingegen bevorzugten wir einen **kreisförmigen** Quer-

TEXTURE RETENTION VS. CROSS SECTION

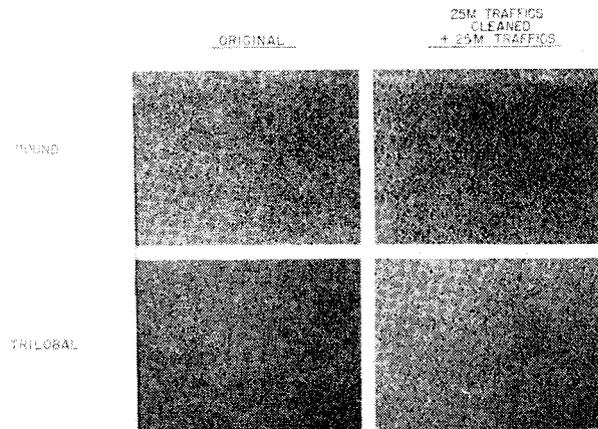


Abb. 23

schnitt, weil wir sie besonders für geschorene Teppiche zurichten wollten. In solchen Teppichen, wo jedes der Faserbüschel nur an einem Ende verankert ist, muß diese Stelle und die Garndrehung **heißfixiert** werden können, damit die Büschel beim Gebrauch nicht herausfallen. Dies ist bei der dichteren Packung einer runden Faser viel leichter möglich, wie aus Abb. 23 hervorgeht, die in sehr eindrucksvoller Weise den Einfluß der Querschnittsform auf die Stabilität der Teppichstruktur zeigt.

CARPET STATIC PERFORMANCE

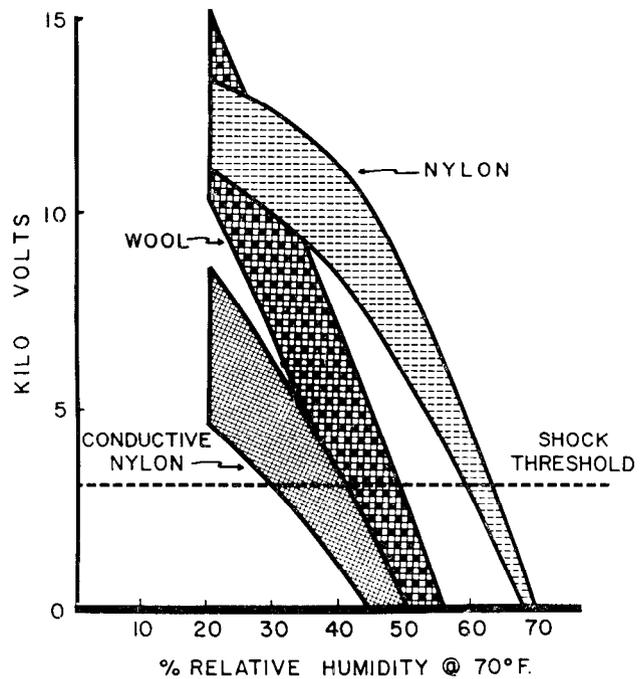


Abb. 24

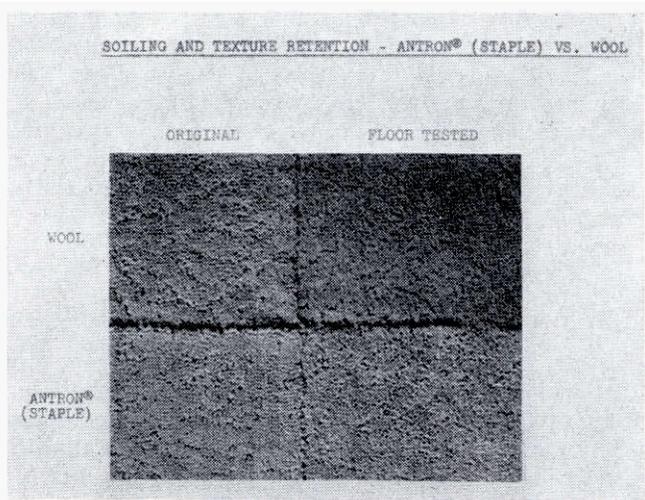
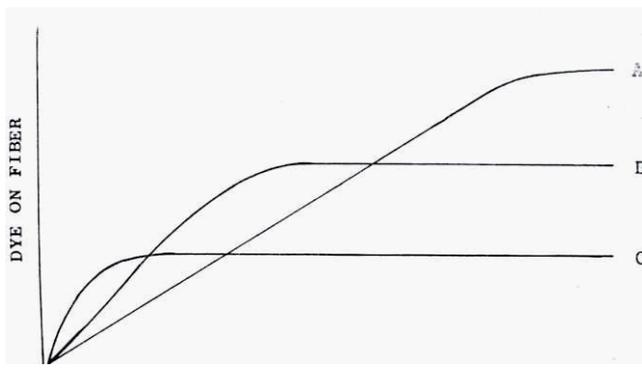


Abb. 25

Abb. 24 und 25 stellen die Vorzüge der „Antron“-Stapelfaser im Hinblick auf statische Aufladung, Schmutzabweisung und Formstabilität im Vergleich zu Wolle ins richtige Licht. Für die neuen, gebauschten „Antron“-Endlosgarne mußte insofern ein gewisser Unterschied in Kauf genommen werden, als hier alle Einzelfasern von gleichem Titer sind und dieselbe Kräuselung haben. Aber auch hier sind die Fasern kreisrund, um ihre Anwendung ebenso wie in Schlingenflorteppichen zu ermöglichen. Die elektrostatischen Eigenschaften gleichen jenen der „Antron“-Stapelfaser. Abb. 26 zeigt die Schmutzabweisung im Vergleich zu unserem Standard-Endlosgarn am Beispiel eines Schlingenflorteppichs nach maurischer Art, hergestellt aus schwach gedrehtem „Antron“-Stapelfasergarn.

Abb. 27a und 27b verdeutlichen die Anfärbbarkeit der von uns entwickelten differentiell anfärbenden Nylongarntype.

DYE RATES OF TRI-DYE NYLONS



DYEING TIME  
Abb. 27a

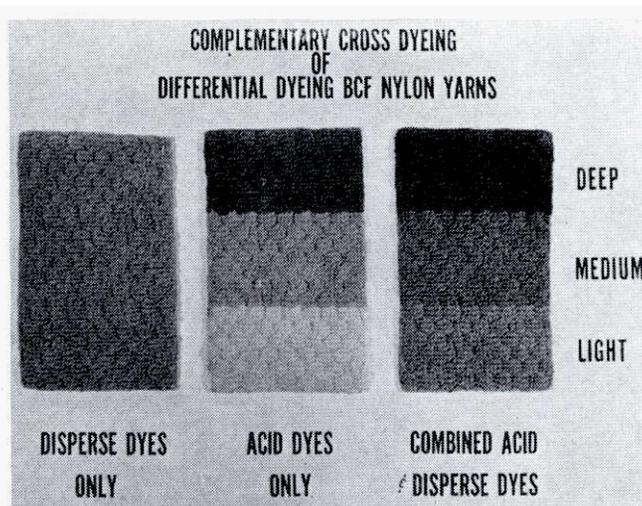


Abb. 27b

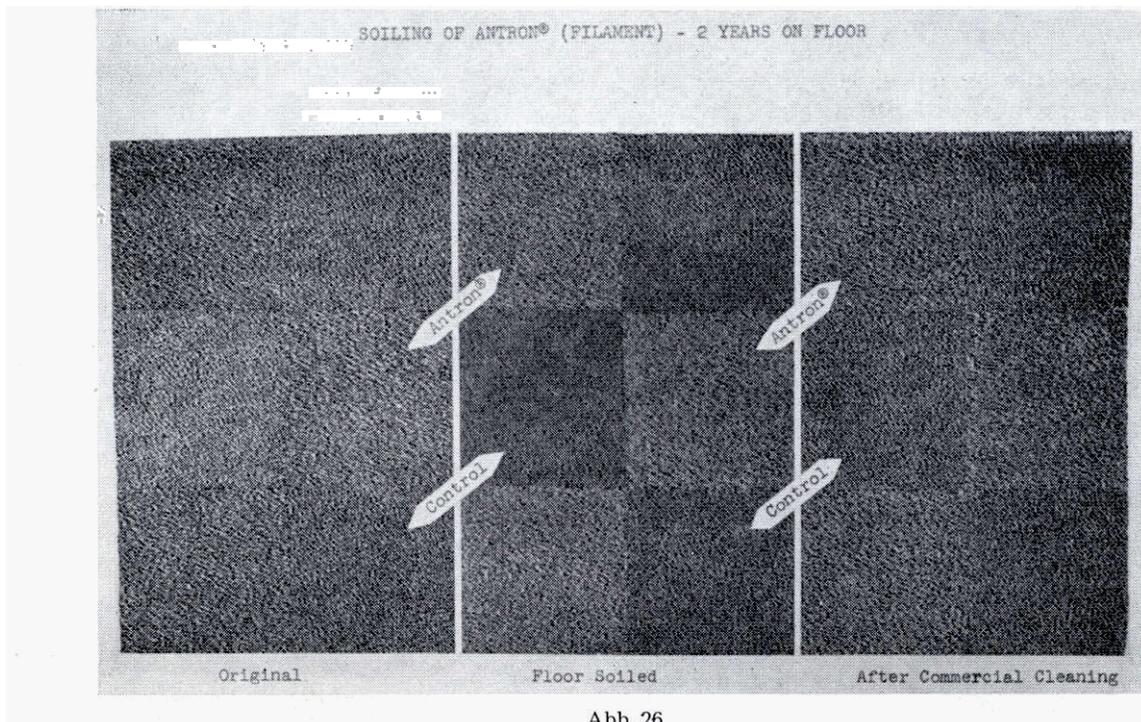


Abb. 26

**N-44-Reifengarn**

Es sind jetzt etwa 15 Jahre her, seit hochfeste Nylongarne ihr wohlbekanntes und bedeutsames Eindringen in den US-Reifenmarkt begannen. Im Jahre 1965 hatte Nylon 55% des Marktes für sich erobert und gegenwärtig gehen die laufenden Anforderungen über die bestehende Produktionskapazität hinaus. Dieser rasche Anstieg ist die Folge hervorragender Bewährung der Nylonreifen im Hinblick auf Sparsamkeit und Eigenschaften. Abgesehen von rein ökonomischen und technischen Gesichtspunkten sind aber auch ästhetische Faktoren im Reifenmarkt von erheblicher Bedeutung, besonders beim Ankauf eines neuen Wagens. Eine Abstimmung jeder Käufergruppe würde in dieser Hinsicht zweifellos ergeben, daß der Hauptnachteil der Nylonreifen durch ihre Neigung zum „flat-spotting“ oder zur sogenannten „Morgenkrankheit“ gegeben ist.

**FLAT SPOT MECHANISM**

$$F.S. = A + \frac{B}{M_H} \left( 1 - \frac{M_H}{M_C} \right)$$

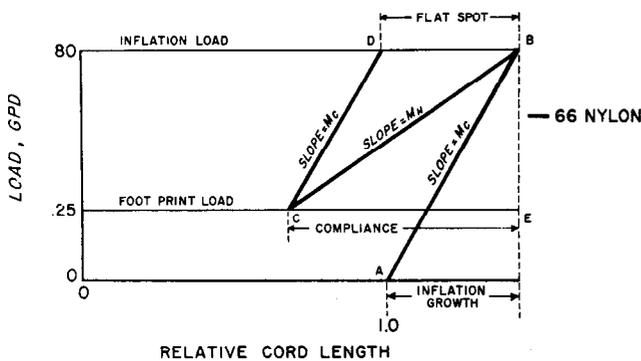


Abb. 28

Im letzten Teil meines Berichts möchte ich eine Analyse dieses Effektes vorlegen und jene Schritte erklären, die zu dem neuen N-44-Garn von DuPont geführt haben, welches den erwähnten ungewünschten „flat-spotting“-Effekt nur noch in ganz geringem Maße zeigt. Abb. 28 zeigt graphisch den Mechanismus der Reifenabflachung und führt den „flat-spotting“-Effekt auf die Temperaturabhängigkeit des Elastizitätsmoduls der Reifengarne zurück. Die Neigung der Linie AB gibt uns  $M_C$ , den Elastizitätsmodul des Reifenkords bei normaler Temperatur. Der Kord deformiert in völlig reversibler Weise längs der Linie AB, solange der Reifen bei normaler Temperatur läuft. Während des Fahrens erwärmt sich aber der Reifen und erreicht eine höhere Temperatur H. Bei dieser Temperatur entlastet sich der flache Teil des Reifens entlang der Linie BC. Die Neigung dieser Linie gibt uns den Elastizitätsmodul  $M_H$ , den der Kord bei der erhöhten Lauftemperatur H des Reifens besitzt. Dies geschieht, wenn am Abend der Wagen mit warmen Reifen in die Garage gefahren wird. Wenn am nächsten Morgen der Wagen wieder gebraucht wird und der abgeflachte Reifen sich auf normale Temperatur abgekühlt hat, wird der Kord in den Reifen entlang der Linie CD mit dem Modul  $M_C$  belastet. Der „flat-spot“ ist daher durch den Abstand zwischen B und C gegeben und die Kordgarne

strecken sich entlang der Linie DB, sobald sich der Reifen auf die normale Arbeitstemperatur erwärmt. Die Gleichung oben in Abb. 28 drückt diese Verhältnisse arithmetisch aus; A ist eine Konstante, die im wesentlichen von den Eigenschaften des Kautschuks im Reifen abhängt und B ist eine andere Konstante, die mit der Reifenkonstruktion zusammenhängt. Der Ausdruck

$$\frac{1}{M_H} \left( 1 - \frac{M_H}{M_C} \right) \tag{1}$$

definiert den Beitrag des Kords zum Phänomen des „flat-spotting“. Die obige Gleichung sagt uns klar, was getan werden muß: Entweder wir haben  $M_H$  so groß wie möglich zu machen, wodurch ebenfalls der Ausdruck (1) verkleinert wird. Nun bestimmt aber  $M_H$  die Elastizität des Kords (Linie CE) und damit die Fahrteigenschaften des Reifens bei hohen Geschwin-

**RANDOM vs BLOCK COPOLYMERS**

**RANDOM**

AABBABABBBBAABAAABBABAABAABBBABA

**BLOCK**

AAAAAAAAAABBBBBBBBBBAAAAAAAAAAAA

Abb. 29

digkeiten und höheren Temperaturen. An einem günstigen numerischen Wert des  $M_H$  im Hinblick auf dieses sehr wichtige Verhalten darf daher nicht gerüttelt werden. Was wir brauchen, ist eine Faser, die sich oberhalb 80°C im wesentlichen wie Nylon 66 verhält, aber bei Zimmertemperatur einen höheren Wert von  $M_C$  hat. Die Temperatur von 80°C wurde gewählt, weil ausführliche Versuche ergeben haben, daß die

**TIRE YARNS**

**INITIAL MODULUS VS TEMPERATURE**

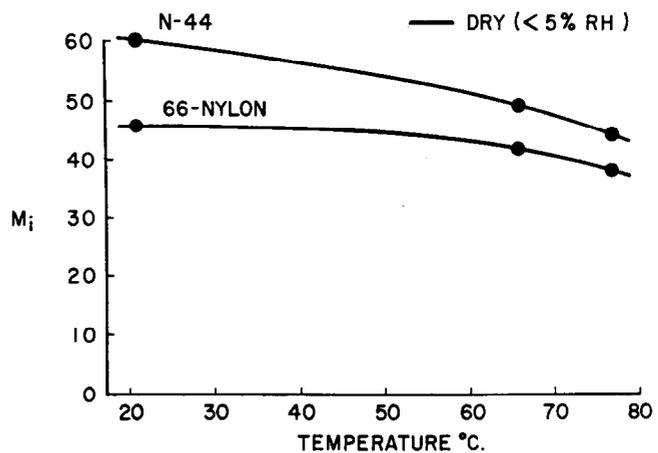


Abb. 30

FLAT SPOT MECHANISM

$$F. S. = A + \frac{B}{M_H} \left( 1 - \frac{M_H}{M_C} \right)$$

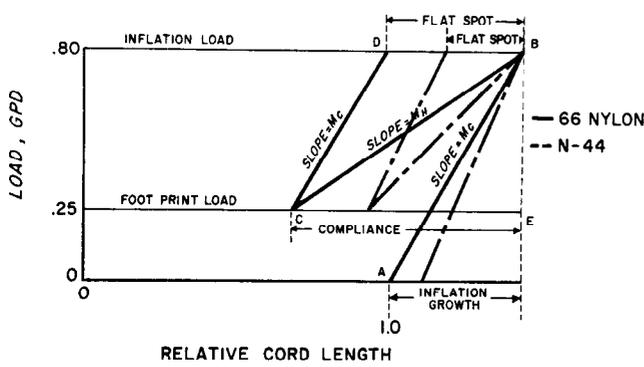


Abb. 31

Fahrttemperatur der Reifen bei 110 km Stundengeschwindigkeit im Sommer etwa 75°C beträgt. Ein Reifen der oben erwähnten Art würde daher ausgezeichnete Fahrteigenschaften besitzen und kein „flat-spotting“ zeigen. Es gelang uns, diese Bedingungen in der Praxis durch ein Blockpolymer zu erreichen, das aus Nylon 66 und einer anderen, die makromolekulare Kette versteifenden Komponente bestand, welche besonders unterhalb der Glasumwandlungstemperatur T<sub>g</sub> wirksam ist. Abb. 29 zeigt schematisch den Unterschied zwischen einem normalen Mischpolymerisat und einem Blockpolymeren, während Abb. 30 die Temperaturabhängigkeit des Elastizitätsmoduls der neuen Faser im Vergleich zu Nylon 66 darstellt. Bemerkenswert ist, daß der Modul der neuen Faser oberhalb 80°C mit dem von Nylon 66 identisch ist, was die bereits erwähnten Vorteile im Gebiet hoher Temperaturen und hoher Fahrgeschwindigkeiten gewährleistet. Abb. 31 illustriert das „flat-spotting“ eines gewöhnlichen Nylon 66-Kords im Vergleich zu der neuen N-44-Type für eine Reifentemperatur von 77°C.

Der Elastizitätsmodul von Nylon ist nicht nur eine Funktion der Temperatur, sondern auch der Feuchtigkeit. Bei 100% relativer Feuchtigkeit erhält man für N-44 und Nylon 66 Modul/Temperaturkurven, wie sie in Abb. 32 dargestellt sind; die Verschiebung der bei-

TIRE YARNS

INITIAL MODULUS VS. TEMPERATURE AND HUMIDITY

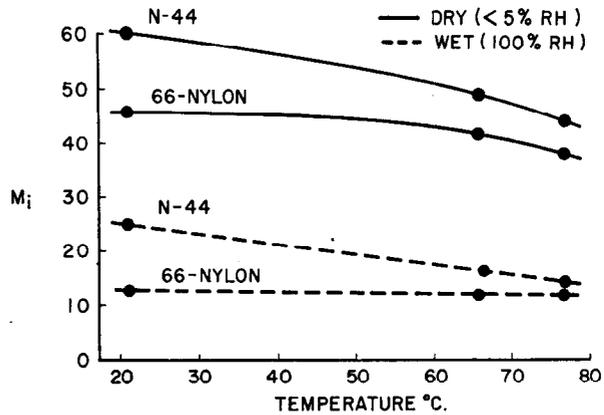


Abb. 32

den Kurven unter dem Einfluß der Feuchtigkeit ist beiläufig dieselbe. Versuche bei niedrigeren Feuchtigkeitsgraden (von 70% bis 100%) ergaben dazwischenliegende Werte; N-44 gibt die besten Resultate bei niedriger Luftfeuchtigkeit, weil hier M<sub>H</sub> höhere Werte annimmt, während Nylon 66 das beste „flat-spotting“-Verhalten bei hoher Feuchtigkeit zeigt, weil dort das Verhältnis M<sub>H</sub>/M<sub>C</sub> nahe an 1 liegt.

Abb. 33 schließlich zeigt an, daß das Röntgenogramm des Blockpolymeren N-44 im wesentlichen dieselbe Struktur aufweist wie das des gewöhnlichen Nylons, während ein ungeordnetes Mischpolymerisat mit statistischer Verteilung der Komponenten einen erheblichen Verlust an molekularer Ordnung erkennen läßt.

Wie Sie aus dieser Beschreibung von N-44 ersehen können, war es notwendig, eine sehr genaue Abstimmung der verschiedenen Eigenschaften zu erreichen, um das „flat-spotting“ auf ein Minimum herabzusetzen, ohne die übrigen, sehr vorteilhaften Eigenschaften der Nylonkorde zu stören. Gegenwärtig haben bereits alle größeren Reifenfabriken N-44 auf ihren Produktionsbändern für die Originalbereifung, und einige bieten auch schon N-44-Reifen am Ersatzmarkt an. Die „drei großen“ Autofirmen — General Motors, Ford und Chrysler — verwenden alle N-44 in einigen ihrer neuen

X-RAY PATTERNS

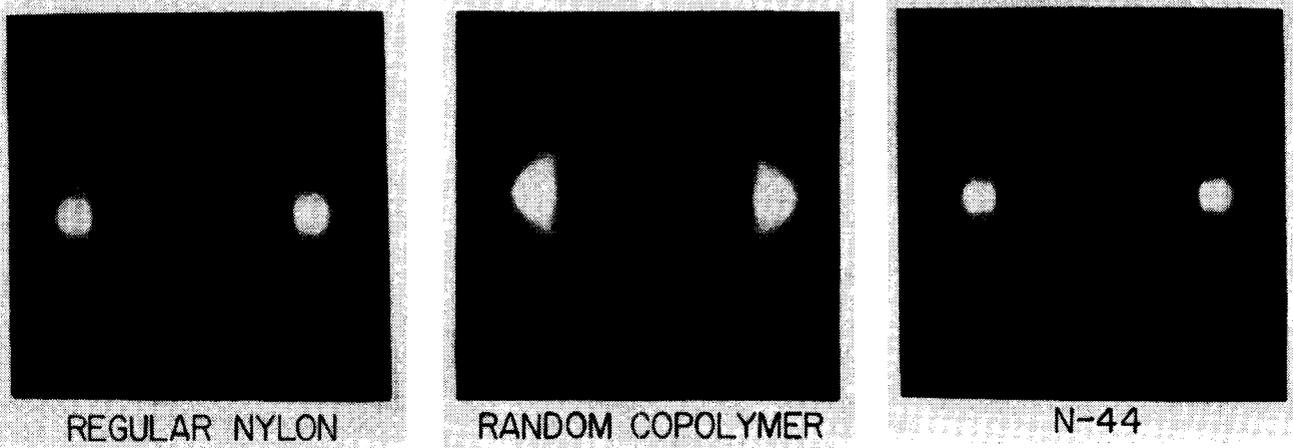


Abb. 33

Modelle; besonders werden schon jetzt solche Reifen als Standardausrüstung an Sportwagen geliefert und auf Wunsch auch an allen anderen Modellen.

Bei N-44-Nylon handelt es sich um die technische Verwertung eines Blockkopolymeren, die schon in Produktion gegangen ist. Wir haben aber in unseren Laboratorien auch erfolgreich Pfropfkopolymere entwickelt, die der Faser besondere Eigenschaften verleihen. An Hand von Abb. 34 zeige ich Ihnen die Veränderungen in den Eigenschaften von Nylon 66, die durch Aufpfropfung von 20% Acrylsäure erzielt werden können, wobei die Reaktion in diesem Fall durch Strahlungsanregung ausgelöst wurde. Es ist deutlich zu sehen, daß sich das Feuchtigkeitsaufnahmevermögen der Faser erhöht, die statische Aufladung abnimmt, die Naßknitterfestigkeit verbessert wird und man schließlich auch wesentlich höhere Klebetemperaturen erhält.

PROPERTY COMPARISON OF GRAFT VS. RANDOM COPOLYMERS  
(66 Nylon Base)

Fiber	Moisture Regain (%) (50% RH)	Static Propensity (Log R)	Fiber Stick Temp. (°C)	Wet Crease Recovery (%)	Dye Rate
66 Nylon	2.5	13.3	240	70	Normal
20% Acrylic Acid Graft (Na salt)	7.5	8	380	94	Rapid
20% Acrylic Acid Graft (Ca salt)	5	13	420	70	Normal
66/6 (80/20)	3.5	13	200	65	Rapid

Abb. 34

Nylon 66 ist heute 27 Jahre alt. Ich hoffe, daß mein kurzer Abriss über den Stand der Technik für die Produktion ganz bestimmter Fasern mit genau definierten Eigenschaften für ganz bestimmte Endzwecke Ihnen zwei Eindrücke hinterlassen hat:

1. Nylon 66 ist ein außerordentlich anpassungsfähiges Polymer für die Synthefaserindustrie.
2. Wir befinden uns am Beginn einer Periode, in welcher neue Fasern durch erheblich gesteigerte Materialkenntnis genau darauf abgestimmt werden können, gewisse, scharf definierte Anforderungen zu erfüllen.

Diese Schlußfolgerungen sind nicht auf Nylon beschränkt. Ich habe meine spezifische Diskussion des Faser-„Engineering“ auf ein Polymeres, nämlich Nylon 66, beschränkt, um die Bedeutung einer besonderen Polymertechnologie zur Erfüllung der Erfordernisse im Endverbrauch zu unterstreichen. Mit der spezialisierten Technologie, die gegenwärtig das Versuchsstadium verläßt, kann man die Zeit voraussehen, wann ein gutes Polymer, zusammen mit der einfachen Spinn-technologie, wie sie vor zwanzig Jahren üblich war, nicht mehr hinreichend wettbewerbsfähig sein wird, um den hohen Marktansprüchen zu genügen. Jedes Polymere, sei es Nylon, Polyester oder Polyacryl, wird auf Fasern versponnen werden müssen, die auf den speziellen Endverwendungszweck zugeschnitten sind. Die Proben, welche ich auf meinem Programm habe, umfassen Anwendungsbeispiele dieser neuen und spezialisierten Technologie auf Nylon 66, „Da-

cron“-Polyester und „Orlon“-Acrylfasern, und dies sind nur wenige Beispiele. Die Art des Engineering, über welche ich gesprochen habe, geht auch weiter „über die Bühne“.

Um nun mit einigen allgemeinen Bemerkungen über den Wettbewerb zwischen den Fasern vom Standpunkt der Vereinigten Staaten abzuschließen: Auf Grund der angekündigten Kapazität für 1967 zeigt Nylon eine zehnjährige Wachstumsrate von etwa dem Dreifachen auf 2,8 Milliarden Pfund, Polyester dem Neunfachen auf 1 Milliarde Pfund und Acrylfasern dem Dreifachen auf 600 Millionen Pfund.

Bedeutsam für das Anwachsen des Nylonverbrauchs sind:

1. Neue Einsatzmöglichkeiten für Gewebe durch Verwendung texturierter Garne.
2. Der gewaltige Einsatz von Endlosfaden-Bauschgarnen für die Teppichherstellung.
3. Der stetige Anstieg des Verbrauchs an Nylonstapelfasern für Teppiche und als Verstärkung von Baumwolle für Durable-press-Bekleidung.
4. Sein großer Erfolg bei Reifenkord.

Von der Kapazität im Jahre 1967 an Nylonfasern von 2,8 Milliarden Pfund kamen in den letzten zehn Jahren zwei Milliarden mit ausgeprägtem reduzierenden Effekt auf den Preis hinzu.

Bei Polyester entfällt ein Großteil des neunfachen Anstiegs auf den Verbrauch an Stapelfasern, die in Mischung mit Baumwolle und Wolle für formstabile Kleidung eingesetzt werden. Polyesterstapelfasern haben für gewebte Bekleidung ein neues Maß an Haltbarkeit gebracht und wirklich den Weg für Durable-press-Kleidung gebahnt. Auch bei texturierten Polyestergerne ist ein Anstieg zu verzeichnen, allerdings nicht so steil wie bei den Stapelfasern. Industriegarne aus Polyester beginnen ebenfalls für das Anwachsen an Bedeutung zu gewinnen und werden noch bedeutsamer werden, sobald die größere Produktion auch niedrigere Preise mit sich bringt. Der Wettstreit Polyester contra Nylon auf dem Reifensektor steht am Beginn. Wenn mir hiezu ein persönliches Urteil gestattet ist, glaube ich, daß Nylon diese Bedrohung überstehen wird, obwohl ich mich beeilen möchte hinzuzufügen, daß alle Anzeichen dafür sprechen, daß das Reifengeschäft in der Anzahl und den Typen der verwendeten Verstärkungsmaterialien stärker komplex werden dürfte. Der Gürtelreifen wird jetzt ein ausschlaggebender Faktor in den Vereinigten Staaten werden.

Bei Polyester kam in den letzten Jahren eine Milliarde Pfund an Kapazität hinzu, im Vergleich zu zwei Milliarden Pfund bei Nylon.

Bei Acrylfasern war der 2,8fache Anstieg vor allem auf den Einsatz für gestrickte Bekleidung, Decken und Teppiche, wobei die Kombination mit dem wollartigen Griff und die günstige Wirtschaftlichkeit den Markterfordernissen gut entsprachen, zurückzuführen. Ein verstärktes Eindringen der Acrylfasern in diesen Marktsektor brachten die Bikomponentenfasern und Spezialmischungen bezüglich Titer und Kräuselung.

Bei einem Ausblick in die Zukunft scheint es gewiß, daß die Chemiefasern, und besonders die Synthefas-

sern, mit der vorhin beschriebenen spezialisierten Technologie ihren Anteil am Fasermarkt erhöhen werden. Ich habe keine Ursache, an den Schätzungen von Dr. D. H. Powers von der Arthur Little Corporation zu zweifeln, die dieser auf der letzten Textile Research Institute-Conference in New York 1966 gab. Demnach würden 1975 auf dem Fasermarkt der Vereinigten Staaten die Chemiefasern dominieren und 80 Prozent

des gesamten Dollarvolumens ausmachen. Nach Dr. Powers würden davon die Synthesefasern allein 64 Prozent bestreiten. Schon 1965 entfielen 55 Prozent der textilen Dollars auf die Synthesefasern (ohne Reyon und Azetatfasern).

Ich möchte nochmals Herrn Präsident Seidl und Herrn Professor Mark für den Vorzug der Teilnahme an dieser Tagung danken.

## Diskussion

**Dr. Studt:** Meine Frage betrifft „Cantrece“. Wie Sie ausführten, müßte man bei der Verarbeitung von „Cantrece“ sehr genau auf die Abstimmung zwischen Maschengröße und Kräuselbogenszahl achten, um ein gutes Verkaufsgesicht zu bekommen. Bei der jetzt in Europa üblichen Strumpfherstellung – Stricken eines Schlauches und Formgebung durch Aufschrumphen auf die entsprechende Strumpfform – ergibt sich aber eine unterschiedliche Maschengröße. Wie ist dieses Problem gelöst?

**Dr. Tippetts:** Was Sie sagen, ist vollkommen richtig. Man muß einen Kompromiß wählen, sodaß der Strumpf dann sowohl am Knie als auch an der Fessel paßt und das Garn die gestellten Anforderungen größtenteils erfüllt.

**Dr. Studt:** Bei der Strumpfherstellung spielt der Kräuselmodul eine beachtliche Rolle, weswegen auch für Artikel aus hochelastischen texturierten Garnen Nylon 66 dem Nylon 6 vorgezogen wird. Der Kräuselmodul von Nylon 66 ist größer als der von Nylon 6. Wie liegt er bei „Cantrece“?

**Dr. Tippetts:** Den genauen Wert kann ich im Augenblick nicht sagen, aber ich möchte annehmen, daß er dazwischen liegt.

**Dr. Studt:** Bei der Teppichtype nannten Sie drei differentiell anfärbende Typen, die hell, mittelmäßig und dunkel anfärben. Dazu möchte ich ergänzend sagen, daß wir bei den Vereinigten Glanzstoff-Fabriken eine Type auf den Markt gebracht haben, die man in einem Bad rot und blau oder gelb und grün färben kann.

**Prof. Dr. Wegener:** Bitte können Sie uns etwas über die Messung der Luft zwischen und im Garn sagen?

**Dr. Tippetts:** Wenn man die Fläche, die Standarddicke und das Gewicht eines Gewebes kennt, kann man daraus das Standardvolumen berechnen. Unter Berücksichtigung der Faserdichte ist dann eine Bestimmung der gesamten eingeschlossenen Luftmenge möglich. Zur Bestimmung der Verteilung zwischen und im Garn benötigt man eine mikroskopische Untersuchung der Gewebequerschnitte, der Garnquerschnitte und der Garndichte im Gewebe, sowie der Abstände. Die Verteilung kann dann durch Berechnung ermittelt werden.

**Dr. Dr. Harms:** Ich möchte fragen, ob man grundsätzlich vom physikalisch-chemischen Standpunkt aus Voraussagen über die Eigenschaften von Bikomponentenfasern machen kann, insbesondere welche Eigenschaften zum Beispiel Bikomponentenfasern aus Polyester/Polyamid haben.

Meine zweite Frage bezieht sich auf das Verspinnen. Herr Dr. Tippetts hat vom Schmelzspinnverfahren gesprochen. Wie ist es, wenn man Bikomponentenfasern aus Lösung spinn? Geht das ebenso? Wie sind dort die Eigenschaften?

**Dr. Tippetts:** Zur ersten Frage: Unter Annahme, daß man das Adhäsionsproblem gelöst hat und daß die beiden Komponenten gut aneinander haften, kann man Voraussagen machen. Das ist auch manchmal eine gute Technik, um die richtigen

Spinnbedingungen für eine Bikomponentenfaser zu entwickeln. Um eine Bikomponentenfaser zum Beispiel aus Nylon 66 und Dacron herzustellen, werden einige Tricks nötig sein, um eine ausreichende Haftung zu erzielen.

Zur zweiten Frage: Ja. Sayelle-Orlon 21 ist eine Acrylfaser, die aus zwei Komponenten besteht, die beide in Lösung der Düse zugeführt und dann gemeinsam versponnen werden.

**Dr. Dr. Krässig:** Einen Themenkreis haben Sie in Ihrem Vortrag nicht berührt, der den Synthesefaserleuten immer noch Sorge bereitet, nämlich das Pillingproblem. Ich wollte fragen, ob es außer der Alternative, die Faser weniger fest zu machen, um die Pills zum Abbrechen zu bringen, in den USA andere, neue Konzepte gibt, um dieses Problem zu lösen.

**Dr. Tippetts:** Wir Techniker sind mit der gegenwärtigen Handhabung des Pillingproblems nicht zufrieden. Der Pillingmechanismus setzt sich aus zwei Teilen zusammen, nämlich der Bildung und dem Abbrechen der Pills. Ich denke, in Zukunft wird die Entwicklung dahin gehen, schon die Bildung der Pills zu unterbinden. Es gibt neue Ideen, aber sie sind noch nicht so weit gediehen, daß ich sie hier bereits diskutieren könnte.

**Dr. Riggert:** Meine Frage betrifft die Polyamidfaser N-44. Wie Sie ausführten, muß zur Herabsetzung des „flat-spotting“ der E-Modul möglichst hoch liegen. Sie erreichen dies durch Verwendung eines Kopolymerisats, wovon die eine Komponente aus steifen Molekülen besteht. Bei Versteifung der Faser werden aber, wie man aus dem Beispiel Dacron weiß, die Torsionsverluste beim Kordzwirnen höher. Ist dies auch bei N-44, gemessen an Nylon 66, der Fall?

**Dr. Tippetts:** Natürlich hat eine steifere Faser beim hohen Drall eines Kords größere Festigkeitsverluste. Bei N-44 macht das aber deswegen nicht viel aus, weil die Faser so beschaffen ist, daß zwar der anfängliche Modul, das heißt der untere Teil der Kraft-Dehnungslinie wesentlich steiler ist, später aber im Bereich der Bruchdehnung sich nicht stark von Nylon 66 unterscheidet. Der Drall spielt sich aber bei sehr hohen Spannungen ab, sodaß der Festigkeitsverlust bei der Kordherstellung mehr vom oberen Bereich der Kraft-Dehnungskurve abhängt, während das „flat-spotting“ vom unteren Teil beeinflusst wird.

**Dr. Riggert:** Meine Frage betrifft die Klebepunkte von Nylon 66 (240°) im Vergleich zu dem Ppropfpolymeren mit 20% Natriumacrylat (380°). Wie liegen die zugehörigen Kristallit-schmelzpunkte, da man normalerweise den Kristallit-schmelzpunkt durch Ppropfung nicht ändert?

**Dr. Tippetts:** Bei der Ppropfpolymerisation haben wir es mit einem vernetzten Gel zu tun, in welches Nylon eingelagert ist. Im Falle des Kalziumsalses liegt der Klebepunkt bei 420°. Das Schmelzen erfolgt im Inneren einer vernetzten Struktur. Man kann über den Schmelzpunkt erhitzen und hat noch immer eine Faserform vorliegen.

**Dr. Laub:** Es ist doch wohl tatsächlich so, daß man in Europa den Viskosekord bevorzugt, während sich in den USA in starkem Maß der synthetische Kord durchzusetzen beginnt. Ich glaube das Argument der europäischen Reifenhersteller zu kennen. Es heißt: Der Preis, mit dem ich den gleichen Effekt erreiche, ist im Falle des Viskosekords geringer. Mich würde interessieren, wie das USA-Argument für den synthetischen Kord lautet, bzw. welche spezifischen Eigenschaften der Anlaß sind, den synthetischen Kord vorzuziehen.

**Dr. Tippetts:** Da das Reifengeschäft in den USA sehr komplex ist, kann ich die Frage nicht vollständig beantworten. Aber ich will versuchen, dazu einen Kommentar zu geben. Es sind zwei Faktoren zu bedenken: der eine sind die Automobilfabrikanten, der andere die Reifenhersteller. Die Automobilfabrikanten wollen auf den neuen Wagen für den Verkauf keinen Reifen haben, der „flat-spotting“ zeigt, bzw. diese kreischenden Geräusche beim Kurvenfahren erzeugt. Daher war – bevor N-44 auf den Markt kam – die Originalbereifung praktisch nur auf Basis Zellulosekord.

Der andere Faktor ist der Ersatzmarkt, und wegen der besseren Haltbarkeit und Sicherheit sind heute die Nylonkordreifen hier schon stark eingedrungen. Wie sich das in Zukunft entwickeln wird, ist schwer zu sagen. Bis jetzt hat auch in den USA der Viskosekord der Konkurrenz von Nylonkord als Reifeneinlage gut standgehalten.

**Krahnen:** Ich habe mit großem Interesse vernommen, daß man durch Modifikation dem Nylon neue Eigenschaften geben kann. Bisher konnte Nylon nicht plissiert werden. Kann durch die Pfropfpolymerisation, durch welche die Schmelzpunkte erhöht werden, auch die Plissierbarkeit verbessert werden?

Meine zweite Frage betrifft die Mattierung. Können die neuen Additive, welche sich für die Mattierung bei Teppichfasern bewährt haben, auch für Fasern zur Herstellung von Kleidern an Stelle von Titandioxyd verwendet werden?

**Dr. Tippetts:** Zur ersten Frage: Die höher schmelzenden Fasertypen wären auch plissierbar. Allerdings wurde die Pfropfpolymerisation durch Strahlungsanregung bisher nur im Versuchsstadium durchgeführt, großtechnisch jedoch noch nicht angewendet. Anfang Juni wurde aber ein neues Permanent-Press-Verfahren auf dieser Basis von der Deering Milliken Corporation unter dem Namen „Visa-Verfahren“ bekanntgegeben. Hier erfolgt die Pfropfung auf dem Gewebe – was wesentlich wirtschaftlicher ist – und dabei ist auch ein Plissieren

möglich. Deering Milliken bevorzugt für die Pfropfung ein Basisgewebe von 65 % Polyester/35 % Baumwolle, aber diese Art der Ausrüstung wird sich in Zukunft sicher auch für viele andere Gewebe durchsetzen.

Zur zweiten Frage: Dieser Zusatz kann im Prinzip auch für andere Nylonfasertypen verwendet werden. Jedoch ist das Aussehen, welches, bedingt durch die spezielle Kombination von Reflexion und Absorption, bei Teppichen zufriedenstellend ist, dies bei einem dünnen, glatten Gewebe nicht.

**Dr. Gröbe:** Ich habe eine Frage zur Pfropfpolymerisation. Bei Acrylfasern und Polyesterfasern ist man wegen der thermischen Beständigkeit bemüht, möglichst keine Carboxylgruppen ins Molekül hineinzubekommen. Wie liegt diese Eigenschaft bei dem von Ihnen beschriebenen Pfropfpolymeren?

**Dr. Tippetts:** Eine interessante Anwendungsmöglichkeit dieser Faser ist die für Hochtemperaturzwecke. Die Faser schmilzt nicht und behält ihre Festigkeit, obwohl sie die hohe Abriebresistenz und auch alle anderen Eigenschaften von Nylon besitzt.

**Gen.-Dir. Seidl:** Da DuPont sowohl Polyester- als auch Polyamidfaserhersteller ist und auch Farbstoffe produziert, möchte ich wissen, was getan wird, um die Farb- und Lichtbeständigkeit zu verbessern.

**Dr. Tippetts:** Der Abbau und die Verfärbung unter Lichteinfluß sind durch die Struktur der Polymeren bedingt. Bei Polyester ist der Benzolring ein ausgezeichneter Ultraviolettabsorber. In sehr dünnen Schichten bewirkt die Ultraviolettstrahlung einen Abbau. Die Außenschichten wirken dann aber wie ein Ultraviolettfilter. Bei Nylon ist dies nicht so; es ist viel durchlässiger. Wenn eine besondere Beständigkeit erzielt werden soll, müssen Antioxydantien, Ultraviolettabsorber und Stabilisatoren zugesetzt werden.

**Dir. Gutmann:** Sie erwähnten das Antron-Teppichgarn. Dieses hat einen runden Faserquerschnitt. Es gibt aber von DuPont auch Teppichfasern mit kleeblattförmigem Querschnitt.

**Dr. Tippetts:** Die Fasern mit trilobalem Querschnitt sind nach unserer Meinung die besten für Schlingenflorteppiche. Für geschorene Teppiche halten wir den runden Faserquerschnitt für günstiger.

# Die Polyamide mit besonderer Berücksichtigung von Nylon 6 und 66 sowie deren Anwendung

Professor Dr. Paul Schlack, Stuttgart-Wangen

Mit einem kurzen historischen Rückblick wird auf die chemische und technologische Entwicklung der Polyamide als Faserstoffe unter besonderer Berücksichtigung von Nylon 6 und 66, sowie auf die wirtschaftliche Herstellung der Rohstoffe für diese Polymeren eingegangen. Das chemische Verhalten der basischen Endgruppen bei Nylon 6, nämlich die Amidgruppenbildung, welches eine Besonderheit darstellt, die bisher bei keinem anderen schmelzspinnbaren Linearpolyamid gefunden wurde, wird diskutiert.

Anschließend wird die thermische und Lichtbeständigkeit der Polyamide behandelt und die Bildung verschiedener Strukturformen in Abhängigkeit von Spinn- und Verstreckungsprozeß sowie das färbische Verhalten erörtert. Zum Abschluß wird ein wirtschaftlicher Ausblick unter Berücksichtigung der Einsatzgebiete und Verwendungsmöglichkeiten gegeben.

A brief historical survey is given of the chemical and technological developments in connection with polyamide fibers, with special consideration of nylon 6 and nylon 66 as well as of the economical production of the raw materials used in these polymers. The chemical behavior of basic terminal groups — a special feature previously unknown in any other linear polyamide lending itself to melt-spinning —, is discussed.

Lecturer then goes on to deal with thermal resistance and lightfastness of polyamides, the development of various structural forms depending on the type of spinning and stretching processes used, and dyeing behavior. The lecture concludes with an economic forecast taking into consideration present and possible future fields of application.

Das gegebene Vorbild für die ersten textil brauchbaren Synthefäden, die Polyamide, war die natürliche Seide. Die Fasersubstanz, das Seidenfibroin, ist ja ein lineares Polyamid aus  $\alpha$ -Aminocarbonsäuren, und seine Verformung zu festen elastischen Seidenfäden ähnelt unserer heutigen Technologie. Der Bombyx mori ist zwar kein Schmelzspinner, aber er „extrudiert“ sein duktilen Polymermaterial durch eine Drüse mit zwei Öffnungen, technisch gesehen also durch eine Düse, worauf der primäre, praktisch noch amorphe Doppelfaden durch eine sogleich folgende Verstreckung verfestigt wird. Durch diesen Reckprozeß wird der Faden in normalen Lösungsmitteln und auch in kochendem Wasser völlig unlöslich. Bei der Röntgenanalyse erweist er sich als hochorientiert und teilweise kristallin.

Es war nur konsequent, daß W. H. Carothers bei seinen ersten Versuchen, ein hochmolekulares Polyamid durch Polykondensation von Aminosäuren in der Hitze herzustellen, von einer  $\omega$ -Aminocarbonsäure ausging, die sich bei der Reaktionstemperatur nicht unkontrollierbar zersetzt wie die  $\alpha$ -Säuren, sondern unter regelmäßiger Abgabe von Kondensationswasser in eine hornige Masse übergeht, wie dies Jahrzehnte vor ihm bereits J. von Braun und andere<sup>1</sup> an Aminocaprinsäure und Aminoheptansäure gefunden hatten, ohne daß diese älteren Forscher an irgendeine praktische Verwendung ihrer als harzig oder wachsig beschriebenen Substanzen gedacht hätten. Sieht man die spärliche alte Literatur durch, so ist es nicht allzu verwunderlich, daß der erste Versuch zur Herstellung eines Polyamids durch Schmelzkondensation im IG-Werk „Aceta“ mit genau derselben Aminosäure durchgeführt wurde, nämlich der bereits erwähnten  $\epsilon$ -Aminocaprinsäure — ohne Kenntnis der damals noch nicht publizierten Ergebnisse von Carothers



Abb. 1

und Berchet<sup>2</sup>. An beiden Stellen blieben diese frühen Experimente ohne praktisch auswertbares Resultat, weil die schwierig zu reinigende Ausgangssäure noch nicht genug sauber gewesen war und deshalb nur verhältnismäßig niedermolekulare, bei weitem noch nicht fadenbildende Polykondensate geliefert hatte.

Carothers (Abb. 1), der bei DuPont damals noch mit rein wissenschaftlicher Zielsetzung arbeitete, befaßte

<sup>1</sup> v. Braun Ber. 40, 1834, 1840 (1907); Gabriel und Maass Ber. 32, 1266 (1899); Manasse Ber. 35, 1367 (1902).

<sup>2</sup> Journ. Am. Chem. Soc. 52, 5289—91 (1930).

sich nach diesem Mißerfolg vor allem mit linearen Polyestern. Durch Kondensation im Hochvakuum erhielt er bald spinnbare Produkte, die aber immer noch kein technisches Interesse finden konnten, weil seine durch Reckung orientierten Fäden schon in siedendem Wasser unbeständig waren. Schließlich wurde Carothers dazu gedrängt, doch auch technischen Aspekten mehr Raum zu gönnen. Nach mancherlei Schwierigkeiten und Enttäuschungen gelang ihm dann 1934 der große und entscheidende Erfolg. Aus 9-Amino-nonansäure, die durch Umkristallisation leicht zu reinigen ist, erhielt er ein Polyamid, das beim Spinnen der thermisch sehr beständigen Schmelze einen synthetischen Faden lieferte, der nach dem Recken so fest wie das Vorbild Naturseide, außerdem aber auch kochbeständig und überaus verschleißfest war. Doch auch diese Substanz konnte nicht als technisches Ausgangsmaterial in Betracht kommen. Nun ging er zu Kombinationen aus Diaminen und Dicarbonsäuren über, zu Polyamiden vom Zweikomponententyp, die im Aufbauprinzip dem heute dominierenden Nylon 66 entsprachen. Ökonomische, aber auch technische Überlegungen führten dazu, daß man sich 1935 bei DuPont für das Polykondensat aus Adipinsäure und Hexamethyldiamin entschied, das heutige Nylon 66, obwohl die Ausarbeitung gerade dieses Produktes chemisch und spinn technisch offensichtlich ganz besonders schwierig war. Aber beide Komponenten waren auf Aromatenbasis — aus Benzol bzw. Phenol — zugänglich, wobei allerdings technische Methoden zur Gewinnung der Vorprodukte erst noch auszuarbeiten waren. Jeder Schritt bedeutete Neuland. Dies galt für den mechanischen Teil, das Schmelzspinnverfahren, nicht weniger als für die chemischen Prozesse.

Das Polymer 66 schmilzt an der Luft bei 250° C und läßt sich aus seiner Schmelze unter bestimmten Kautelen einwandfrei verspinnen. Für die damalige Beurteilung war die Faser in ihrer thermischen Beständigkeit im praktischen Gebrauch mit der lange schon eingeführten Acetatseide vergleichbar, dieser aber in den mechanischen Eigenschaften (vierfache Festigkeit!), in der Resistenz gegen Lösungsmittel, ferner auch in der Färbbarkeit (Säurefarbstoffe und Acetatfarbstoffe wurden leicht aufgenommen) überlegen. Die Summe außergewöhnlicher Eigenschaften war entscheidend.

Bei der Firma DuPont verlegte man sich nun mit großem Aufwand und mit Pioniergeist auf die Entwicklung von Verfahren für die Herstellung der Vorprodukte, die technische Durchführung der Polykondensation und die Ausarbeitung der völlig neuartigen Spinn technik. In der kurzen Zeit von vier Jahren waren trotz aller Schwierigkeiten die Voraussetzungen für die großtechnische Herstellung geschaffen.

Daß man aus reiner Aminocapronsäure ebenfalls sehr gute, wenn auch um ca. 35° niedriger schmelzende Fasern herstellen kann, ist dann bei DuPont auch erkannt worden, doch hat man nie ernstlich daran gedacht, in dieser Richtung technisch etwas zu unternehmen, obgleich Aminocapronsäure auf derselben Basis gewinnbar war wie die Vorprodukte für Nylon 66, nämlich aus Benzol bzw. Phenol. Die Notwendigkeit, eine hochreine Säure herzustellen, was heute mit Ionenaustauschern verhältnismäßig leicht gelingt, hat wohl damals von der weiteren Beschäftigung mit dieser Substanz abgehalten, nachdem länger zurückliegen-

de Versuche von Carothers und Berchet, das unmittelbare Ausgangsmaterial für die Säure, das Caprolactam zu polymerisieren, ohne Erfolg geblieben waren, auch wenn nicht näher definierte Katalysatoren zugesetzt waren<sup>3</sup>.

1937 wurden die ersten Synthesefaserpatente von DuPont bekannt. In Deutschland hatte dies zur Folge, daß in der ehemaligen IG die älteren Polyamidarbeiten wieder aufgegriffen wurden. Auf Grund der gleichen Überlegungen, wie sie zuvor bei DuPont angestellt worden waren, entschied man sich für die benzolabhängige C<sub>6</sub>-Basis und zunächst für Aminocapronsäure als unmittelbares Ausgangsmaterial. Als dann, und zwar sehr bald schon, die Polymerisierbarkeit des Caprolactams zu Polyamid 6 gefunden war, stellte sich heraus, daß dieser bequeme Weg in bezug auf die Polymerherstellung nicht nur patentrechtlich unabhängig, sondern auch wirtschaftlich mit Nylon 66 konkurrenzfähig war. Den offensichtlichen Nachteil des niedrigeren Schmelzpunktes nahm man in Kauf, weil die Lactampolymerisation im Gegensatz zur Polykondensation des Nylonsalzes leicht kontinuierlich und drucklos durchzuführen war, weil ferner die Apparate für die Fabrikation der Vorprodukte einfacher waren — man brauchte keine Hochdruckhydrierung wie bei der Herstellung des Diamins für Polyamid 66 — und schließlich weil, bezogen auf das damals noch allein als Ausgangsmaterial verwendete Reinphenol, eine höhere Polyamidausbeute erreicht wurde.

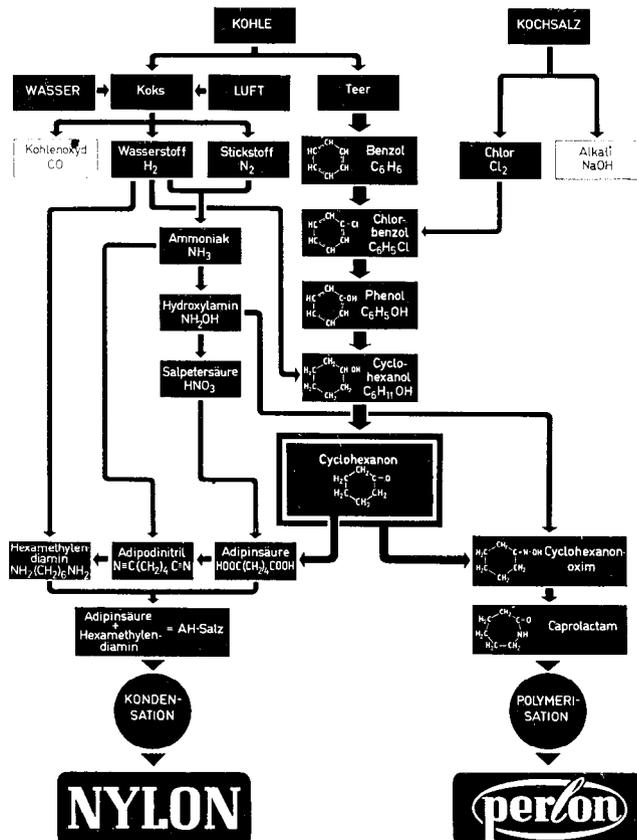


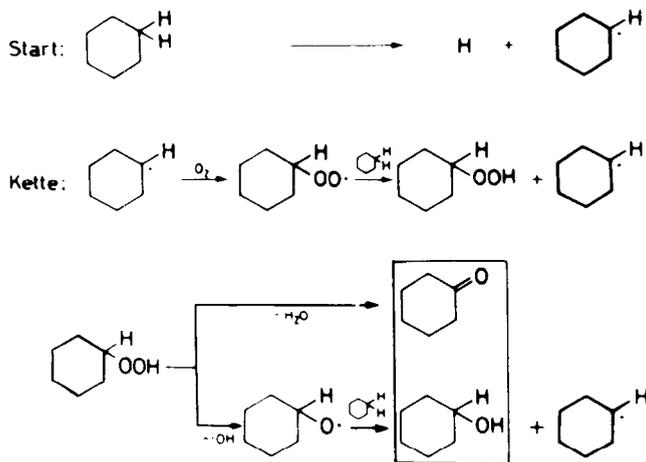
Abb. 2

<sup>3</sup> Carothers und Berchet, Journ. Am. Chem. Soc. 52, 5289 (1930).

Es ist sehr bemerkenswert, daß damals DuPont und die ehemalige IG, ohne kostspielige und zeitraubende Umwege zu machen, sofort die jeweils optimale Lösung fanden (Abb. 2). Die Richtigkeit der Wahl hat sich in der Folge immer wieder bestätigt. Heute sind die drei Polyamidvorprodukte: Adipinsäure, Hexamethyldiamin und Caprolactam Massenerzeugnisse der chemischen Großindustrie. Ihre Grundrohstoffbasis kann in beliebiger Breite als gesichert gelten, seit man an Stelle des immer noch verwendeten Phenols – je

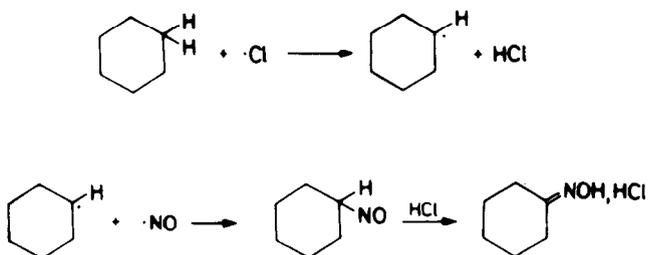
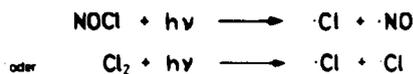
ultraviolettem Licht, über den hier vor vier Jahren Dr. R. Nishio von Toyo Rayon berichtet hat, wird jetzt in Japan im großen praktiziert. Ob dieses elegante Zweistufenverfahren zu wirklich großer Bedeutung gelangen wird, bleibt abzuwarten und wird zum Teil auch von örtlichen Bedingungen abhängen.

Die Produktion von Cyclohexan hat in den Vereinigten Staaten durch diese Entwicklung und die gleichzeitige Steigerung der Welterzeugung an Polyamidfasern von 1962 bis 1965 von rund 600 000 auf ca. eine Million Tonnen eine gewaltige Zunahme erfahren. Man spricht geradezu von einem „Cyclohexan-Boom“. In Deutschland wird dieser Kohlenwasserstoff



Oxydationschema nach W. Langenbeck u. W. Pritzkow

Abb. 3



Photooxydierung von Cyclohexan

Abb. 5

bis heute noch nicht produziert, aber die neuen großen Lactamfabriken, die zur Zeit von der BASF und den Farbenfabriken BAYER in der Nähe von Antwerpen im Bau sind, werden ausschließlich auf Cyclohexanbasis arbeiten. Dies alles trägt natürlich dazu bei, die überragende Position von Nylon 66 und 6 auf dem Polyamidsektor weiter zu stabilisieren.

Auch die Adipinsäure für Nylon 66 wird heute so gut wie ausschließlich aus Cyclohexan gewonnen, während für Hexamethyldiamin vor wenigen Jahren in Amerika von der MONSANTO Corp. ein neuer, sehr interessanter Weg gefunden wurde: die elektrolytische Reduktion von Acrylnitril, die über eine Hydrodimerisierung abläuft. Als hydrotroper Elektrolyt, der an der Kathode kein Alkalimetall abscheidet, das heißt kein Amalgam bildet, wird das Tetraäthylammoniumsalz der p-Toluolsulfonsäure benutzt. Das Verfahren soll unter hoher Stromausnutzung arbeiten und gilt als der erste elektrolytische Großprozeß für ein organisch chemisches Massenprodukt. Letzten Endes ist auch hier Petroleum die Basis, da ja Acrylnitril heute am vorteilhaftesten aus Krack-Propylen gewonnen wird.

Entwicklungen auf dem Polyamidgebiet, die zu neuen Spinnrohstoffen führen sollen, werden bei dieser Situation immer problematischer, es sei denn, es handle sich um Spezialitäten, die ganz bestimmten sollen oder die als Textil sich durch ungewöhnliche, ins- und in der Regel extremen Anforderungen genügen

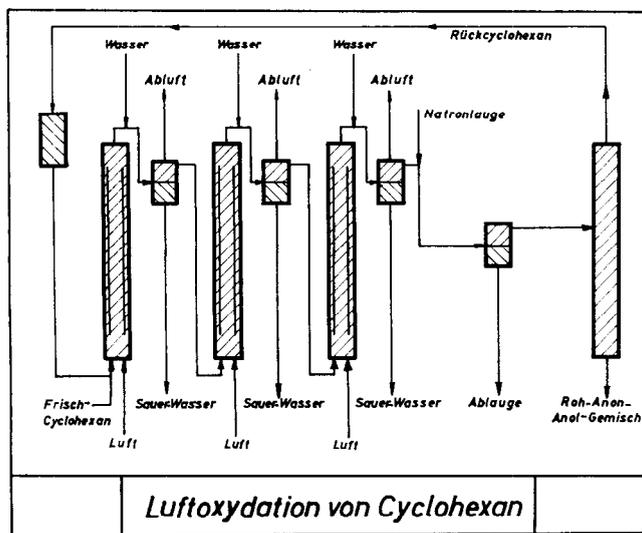


Abb. 4

länger, je mehr – auf das aus Petroleum direkt oder über Benzol gewinnbare Cyclohexan übergeht. Ganz überwiegend wird heute dieses Cyclohexan in flüssiger Phase mit Sauerstoff in Gegenwart von Überträgern (löslichen Kobaltsalzen) zu einem Cyclohexanon/Cyclohexanon-Gemisch oxidiert, das dann nach dem klassischen Verfahren über das Cyclohexanonoxim zu Caprolactam verarbeitet wird (Abb. 3 und 4). Ein ganz anderer Prozeß (Abb. 5), die Umsetzung des Cyclohexans mit Nitrosylchlorid<sup>4</sup> unter dem Einfluß von

<sup>4</sup> Vgl. auch: E. Müller, „Lactame-Grundstoffe für Fasern und Kunststoffe“, Melliand Textilber. 44, 484, 596 (1963).

besondere ästhetische Vorzüge auszeichnen und damit höhere Preise rechtfertigen. Für den Textilmann ist diese zur Stabilisierung führende Entwicklung nur von Vorteil.

Nachdem die wichtigsten Nylontypen in Dornbirn vor drei Jahren vergleichend gegenübergestellt wurden, brauche ich hier nicht viel auf weitere Einzelheiten eingehen.

Die bemerkenswerten Eigenschaften der Polyamide vom Nylon 3-Typ hat Dr. H. Berg im vergangenen Jahr sehr anschaulich vom physikalisch-chemischen Standpunkt aus geschildert. Für die Jahrestagung der deutschen Naturforscher und Ärzte im Herbst dieses Jahres ist ein weiterer, sicherlich sehr interessanter Vortrag über dieses Gebiet angekündigt.

Zu Nylon 11 und 12 ist kaum wesentlich Neues zu sagen. Obwohl Nylon 11 im Zusammenhang mit der Geradzähligkeit der CH<sub>2</sub>-Kette als Faser wertvoller ist als Nylon 12, wird wahrscheinlich doch „Rilsan“, der Handelsname für Nylon 11, im Laufe der Zeit durch das Polyamid aus Laurinlactam, das Lactam mit 12 C-

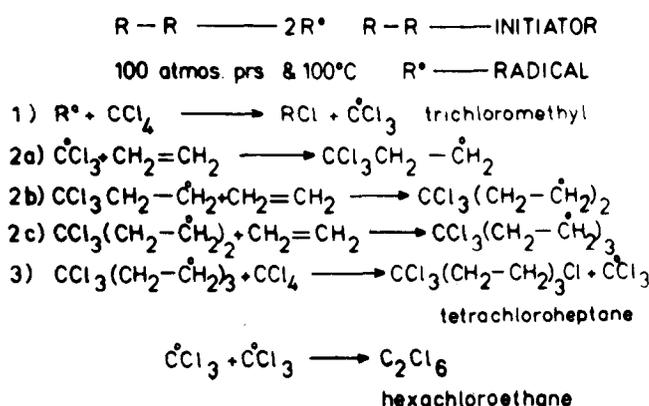


Abb. 6: Schema für die Herstellung des Telomeren

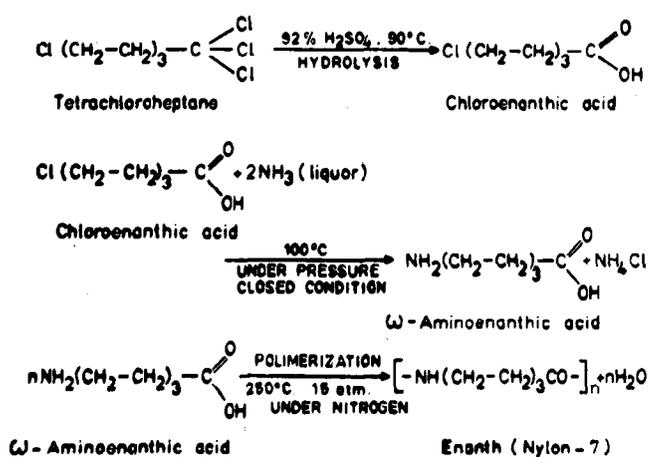


Abb. 7: Herstellung von Nylon 7

Atomen, ersetzt werden, weil dieses als Produkt der Synthese auf die Dauer doch billiger sein und besonders gleichmäßig anfallen wird. Nichtsdestoweniger wird wohl der Anteil an Textilfasern aus diesen kohlenstoffreichen Ausgangsstoffen nach wie vor gering bleiben.

Interessant bleibt immer Nylon 7 (Abb. 6 und 7), obwohl zur Zeit noch keine billige Basis zur Verfügung steht. Es ist dem Nylon 6 im Schmelzpunkt, im

E-Modul der Fäden und durch seine Freiheit von Monomerem entscheidend überlegen und überdies thermisch im Dauerversuch wesentlich beständiger als sowohl Nylon 6 wie 66. Für Reifenrekord wäre es ein ausgezeichnetes Material.

Wenn man die letzten Jahrgänge der Referatenorgane auf wissenschaftliche und technologische Probleme auf dem Polyamidegebiet durchsieht, so fällt auf, daß seit geraumer Zeit Nylon 6 ungleich stärker bearbeitet wird als 66. Für den Fachmann sind die Gründe leicht zu erkennen. Die Polykondensation von Diaminen und Dicarbonsäuren ist chemisch ein verhältnismäßig übersichtliches und deshalb weitgehend durchforschtes Gebiet, obwohl immer noch viele Kombinationsmöglichkeiten offen sind und für spezielle Zwecke, zum Beispiel die Gewinnung von temperaturbeständigeren Polyamidkunststoffen, meist unter Anwendung der Zwei-Phasen-Kondensationstechnik, auch intensiv bearbeitet werden.

Demgegenüber zeigten sich in der Reihe der cyclischen Amide, der Lactame und der Urethane, immer wieder Überraschungen. Bei Nylon 6 wurde die anionische Polymerisation in Gegenwart von Acylierungsmitteln, zum Beispiel von Acetylcaprolactam als Co-Katalysator (Abb. 8), ständig weiter verfolgt, nicht nur theoretisch, sondern natürlich auch mit dem Ziel, dieses Schnellverfahren nicht nur wie bisher für die Herstellung von Kunststoffmaterial, sondern auch für die Verspinnung auf gleichmäßige Textilfasern applikabel zu machen.

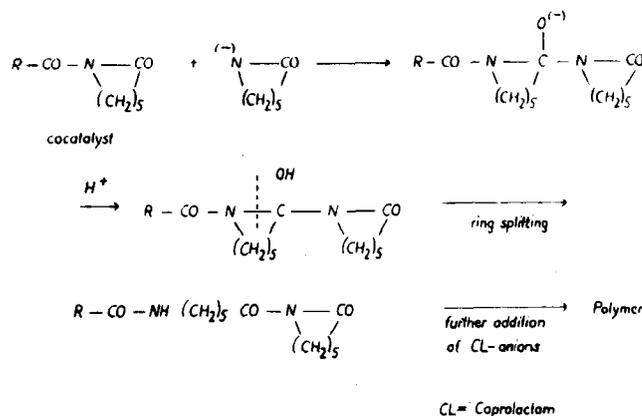


Abb. 8: Anionische Polymerisation von Caprolactam  
Teriäre Imide (N-Acyl-lactam) als Katalysatoren

Nicht weniger interessant ist die Übertragung des anionischen Polymerisationsverfahrens auf Lactame mit weniger als 7 Ringgliedern, vor allem auf  $\beta$ -Lactame, die Vorprodukte für die bereits erwähnten Nylon 3-Polyamide. Diese  $\beta$ -Lactame sind nach Patenten der Farbwerke Hoechst auf günstiger Rohstoffbasis leicht zugänglich.

Zu berücksichtigen ist ferner, daß die Nylon 6-Fabrikation mit einem Produktionsanteil von ca. 45%, bezogen auf die Welterzeugung von Polyamiden, erheblich stärker verbreitet ist als die hauptsächlich von sehr großen Firmen betriebene Nylon 66-Produktion. Auch dieser Umstand führt zwangsläufig zu einer relativ stärkeren Beschäftigung mit der Chemie des Nylon 6, zugleich aber auch mit der Technologie der Verarbeitung auf Fasern und Endlosfäden, weiters mit der physikalischen Untersuchung dieser Fäden auf

ihre Feinstruktur und die Abhängigkeit des Feinbaues von der Vorgeschichte beim Erspinnen und Aufarbeiten der Fäden. Bemerkenswert ist hier die rege Tätigkeit der Forschungsstellen in der deutschen Ostzone und in den übrigen Ostblockländern auf dem Nylon 6-Gebiet.

Basenäquivalente/g  
in verschiedenen Polycaprolactamen

Ausgangsmaterial	Ninhydrin	desaminier- tes Mat.	Amidin % <sup>*)</sup>	Ninhydrin
Perton-Wir- haar techn. 3,5 · 10 <sup>-5</sup>	+++	-	-	∅
Polycaprolac- tam 1,7 · 10 <sup>-6</sup> 1/40 Mol. But-NH <sub>2</sub> ·HCl	++	3,8 · 10 <sup>-5</sup>	22,4	∅
Polycapro- lactam 2,35 · 10 <sup>-4</sup> 1/40 Mol. Amino- capronsäure · HCl	++	1,07 · 10 <sup>-4</sup>	45	∅

\*) bez. auf die Werte im Ausgangsmaterial

Bei Nylon 6 liegt im chemischen Verhalten der basischen Endgruppe eine in letzter Zeit diskutierte Besonderheit<sup>5</sup> vor, die bislang bei keinem anderen schmelzspinnbaren Linearpolyamid gefunden wurde (Abb. 9). Polymerisiert man Caprolactam kationisch in Gegenwart des Anions einer starken Säure, zum Beispiel in Gegenwart von Chlorwasserstoff, oder unter Zusatz des Hydrochlorids einer Aminoverbindung, so ist ein Teil der basischen Endgruppen nicht mehr mit salpetriger Säure desaminierbar. Die resistenten basischen Gruppen können also nicht aus primären Aminogruppen bestehen, während bei einfacher hydroly-

Amidinbildung am basischen Kettenende  
in Polycaprolactam:

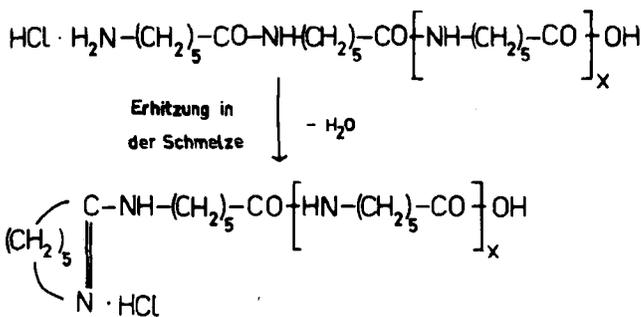
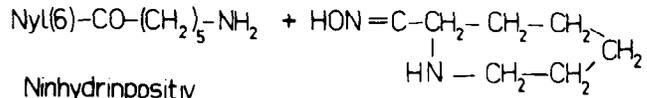
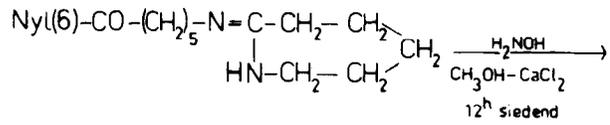


Abb. 9  
Abb. 10

tisch ausgelöster Polymerisation ausschließlich primäre Aminogruppen als basische Endglieder im Polyamid zu finden sind. Solche nicht desaminierbare basische Endgruppen entstehen bemerkenswerterweise auch dann, wenn man ein voll-desaminierbares Polyamid 6 unterhalb des Schmelzpunktes einige Zeit erhitzt (Abb. 10). Es konnte eindeutig gezeigt werden, daß neben einem Rückgang des titrierbaren Stickstoffs durch Nachkondensation in einem Teil der noch verbliebenen basi-

Amidinendgruppen in Polycaprolactam  
Amidoximtest



Caprolactamoxim

braunviolette Färbung mit FeCl<sub>3</sub>

Abb. 11

schen Kettenenden ein Ringschluß zu einer semicyclischen Amidgruppe stattgefunden hat. Man kann nämlich die Amidgruppen aminolytisch mit Hydroxylamin in Substanz abtrennen und nun das entstandene Caprolactamoxim chromatographisch als solches nachweisen (Abb. 11). Es ist auch gelungen, durch Nachbehandlung von Polyamid 6 mit Caprolactam-methyläther praktisch sämtliche Aminogruppen in solche Amidgruppen zu verwandeln (Abb. 12). Interessanterweise hat sich gezeigt, daß so nachbehandelte Polyamidtextilien gegen oxydative Einflüsse stabiler sind als das bedeutend schwächer basische Ausgangsmaterial mit ausschließlich primären Aminogruppen am basischen Ende.

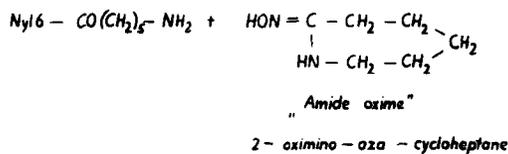
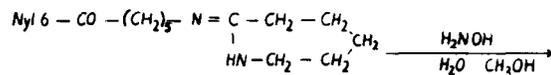
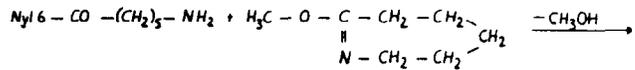
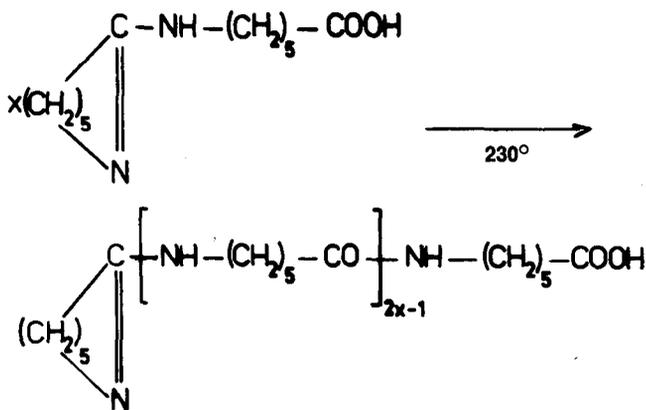


Abb. 12: Amidinbildung bei Nylon 6 (Gewebe)  
Hydroxylamin-test

Auf einen Punkt mag in diesem Zusammenhang noch besonders hingewiesen sein. Wenn die durch hydrolytisch ausgelöste Polymerisation entstandene Polyamid 6-Schmelze Amidgruppen nicht in nachweisbarer Menge enthält, so darf daraus nicht der Schluß gezogen werden, daß solche in einem derartigen System keine Rolle spielen. Die cyclischen Amidgruppen sind nämlich neben Carboxylgruppen in der Schmelze unbeständig und verschwinden rasch

<sup>5</sup> P. Schlack, „Zur Polymerisation von ω-Aminocarbonsäurelactamen“, Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Kl. f. Chemie, Geologie und Biologie 1965, Nr. 3, und Diss. G. Falkenstein, „Über cyclische Amidinendgruppen in linearen Polyamiden“, TH Stuttgart 1965.

## Disproportionierende Polymerisation



## „Stöchiometrisches Polycaprolactam“

ninhydrinaktiv

Abb. 13

wieder (Abb. 13). Man darf also erwarten, daß eine Zwischenbildung von Amidgruppen die Verkettung, d. h. die Molekülvergrößerung beschleunigt. Dies gilt auch für das Erhitzen auf Temperaturen unterhalb des Schmelzpunktes. Wenn dabei Amidgruppen erhalten bleiben, so eben deshalb, weil im festen Polyamid aus sterischen Gründen nicht alle Amidgruppen mit noch verfügbaren Carboxylgruppen in Kontakt treten können. Wir sind der Auffassung, daß das eigenartige Verhalten von Nylon 6-Material bei der Thermofixierung im Gegensatz zu Nylon 66, wie es besonders in der Textilforschungsanstalt Krefeld von W. Fester<sup>6</sup> untersucht wurde, mit dieser Amidinbildung in Zusammenhang steht.

In der Schmelzbeständigkeit zeigen Nylon 6 und 66 charakteristische Unterschiede. Die Gleichgewichtsschmelze bei Nylon 6, die bekanntlich eine der jeweiligen Temperatur entsprechende Menge an Monomeren enthält, ist auch noch oberhalb des Schmelzpunktes von Polyamid 66 bis etwa 290° praktisch stabil, während in geschmolzenem Nylon 66 allmählich eine Verkrackung einsetzt. Diese ist in erster Phase die Folge der Labilität der Adipinsäurereste, die bekanntlich dazu neigen, als Cyclopentanone aus der Kette herauszubrechen, worauf dann sekundär weitere Nebenreaktionen stattfinden, an denen auch freie oder freigeordnete Aminogruppen teilnehmen.

Oberhalb 290° ist aber auch Nylon 6 zum Zerfall geneigt, bei Temperaturen bereits, die normalerweise von gesättigten aliphatischen CC-Bindungen noch gut ausgehalten werden. Unter den Zersetzungsprodukten findet sich Hexensäurenitril, bei dem man, besonders nach neueren Untersuchungen von G. Nawrath<sup>7</sup>, annehmen kann, daß es sich um den thermischen Zerfall zuvor gebildeter Amidgruppen handelt. Da diese

Amidinbildung mit nachfolgender Spaltung sich fortlaufend wiederholen kann und dabei regelmäßig Wasser entsteht, so müssen auch rein hydrolytische Vorgänge auftreten. Für diese Erklärung spricht unter anderem der Umstand, daß das nächste Homologe, Nylon 7 thermisch schon sehr viel beständiger ist. Ähnlich verhalten sich Nylon 8 und die höheren Homologen, ferner unter den technisch sonst noch verfügbaren Produkten Nylon 6–10. Sehr vorteilhaft ist dieser Umstand bei der Herstellung von Nylon 12 aus dem C<sub>12</sub>-Lactam. Da dieses wegen seiner trans-Konfiguration sehr beständig ist und deshalb nur langsam polymerisiert, ist es wichtig, daß man mit der Temperatur ohne Bedenken sehr hoch gehen kann, hier bis über 300°.

Neben der thermischen Beständigkeit als Materialkonstante sind Oxidierbarkeit in der Wärme durch molekularen Sauerstoff und die Beständigkeit gegen Licht Dauerthemen der Polyamidforschung. Bezüglich der Sauerstoffempfindlichkeit bestehen zwischen Nylon 6 und 66 keine wesentlichen Unterschiede, wenn das erstere von monomeren Lactam und von niederen Oligomeren praktisch frei ist, was nach einer Wäsche mit Sicherheit der Fall ist. Der Angriff durch molekularen Sauerstoff in der Wärme, der mit einer Peroxydbildung beginnt, kann durch ausgewählte Antioxygene, zu denen auch bestimmte, für diese Zwecke von den Herstellern empfohlene Farbstoffe gehören, erheblich vermindert werden. Solche Schutzmittel sind besonders für bestimmte technische Verwendungszwecke der Polyamidfasern wichtig, wobei mitunter auch die Eigenfarbe bzw. die Verfärbung durch die Schutzmittel keine Rolle spielt, zum Beispiel bei Verwendung von Polyamidgeweben als Filter für warme, sauerstoffhaltige Gase.

Zur Verbesserung der Lichtbeständigkeit sind eine ganze Anzahl besonderer wirksamer Stoffe und Kombinationen von solchen gefunden worden. Wenn man nicht in den Polyesterfäden ein überlegenes Material hätte, könnte man heute auch daran denken, Polyamidfäden für Gardinen einzusetzen, namentlich wenn verhältnismäßig hohe Einzeltiter, etwa von 5 bis 7 den gewählt würden. Auf Einzelheiten hier einzugehen, verbietet die knappe Zeit. Von G. Reinisch in Teltow-Seehof sind in letzter Zeit sehr interessante Arbeiten über den Lichtabbau der Polyamide, speziell von Nylon 6, ausgeführt worden.

Zur Beherrschung der Verformungsvorgänge, insbesondere der Spinn- und Nachbehandlungsprozesse, ist der Chemiker immer mehr auf die entscheidende Mitarbeit des Physikers angewiesen.

Man weiß schon lange, zum Beispiel beim Trocken-spinnen von Zelluloseacetat-Lösungen, welchen entscheidenden Einfluß die Vorgänge auf die Fadeneigenschaften haben, die sich unmittelbar hinter der Düse, im angeführten Fall in der Austrocknungsatmosphäre, abspielen. Das klassische Vorbild ist die Beeinflussung von Struktur und Eigenschaften der Acetatfäden durch Anblasen unterhalb der Düse, eine Technik, für die sich bereits vor 30 Jahren eine beachtliche Patentliteratur angesammelt hatte. Je länger man sich damit befaßte, umso mehr kam man dahinter, daß die Fadenbildung beim Schmelzspinnen nicht weniger empfindlich auf Einflüsse reagiert, die kurz unterhalb der Düse auf die erstarrenden Fäden einwirken. Der nachfolgende Streckprozeß auf die vierfache Länge und zeit-

<sup>6</sup> Z. ges. Textind. 66, 956 (1964).

<sup>7</sup> Vortrag JUPAC-Symposium für makromolekulare Chemie, Prag 1965.

abhängige Vorgänge im Faden zwischen Spinnen und Recken zeigen die Tendenz, solche Differenzen noch zu verstärken. Deshalb sind Strukturierungsphänomene im entstehenden Faden bis nach der Verstreckung und gegebenenfalls Fixierung seit geraumer Zeit Gegenstand sorgfältigen Studiums, wobei man mit Recht erwartet, durch Beherrschung dieser Vorgänge die Gleichmäßigkeit des Materials, insbesondere in färberischer Hinsicht, verbessern zu können.

Bei Perlon bzw. Nylon 6 haben vor einiger Zeit A. Reichle und A. Prietzschk<sup>8</sup> die vier Grundstrukturen diskutiert, die sich im Röntgendiagramm charakteristisch unterscheiden. Es sind dies

1. amorphes Polyamid,
2. hexagonal kristallisiertes Polyamid ( $\gamma$ -Modifikation),
3. monoklin kristallisiertes Polyamid ( $\beta$ -Modifikation) und schließlich
4. eine weitere monokline Kristallstruktur, die  $\alpha$ -Modifikation.

Im amorphen Polyamid liegen die Molekülketten noch völlig regellos vor, praktisch ein Fall, der eintritt, wenn ein aus der Schmelze gesponnener Faden in tiefgekühltem Tetrachlorkohlenstoff rasch zum Erstarren gebracht wird.

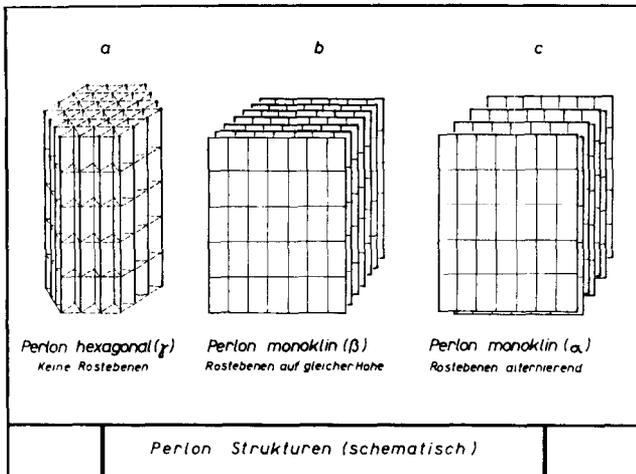


Abb. 14

Die hexagonale  $\gamma$ -Form entspricht auf Abb. 14, die ich den genannten Herren verdanke, der Figur a (säulenartiger Aufbau), ohne sogenannte „Rostebenen“, die als Gleitflächen fungieren können, während in der monoklinen  $\beta$ -Modifikation die Rostebenen auf gleicher Höhe liegen. In der monoklinen  $\alpha$ -Form sind die Rostebenen alternierend angeordnet. Der Energiegehalt nimmt von amorph über a und b nach c ab. In den Rostebenen sind die Abstände von Kette zu Kette praktisch unveränderlich, während zwischen den Rostebenen die Abstände je nach Güte der Kristallite variieren können, wobei die dichteste Struktur den günstigsten Fall darstellt. Die Struktur c entspricht also dem Energieminimum. Sie ist bei einer Vergütung, zum Beispiel durch Tempern, der Endzustand. Schon im unverstreckten Perlon lassen sich die drei Strukturen

<sup>8</sup> A. Reichle und A. Prietzschk, Angew. Chem. 74, 562 (1962).

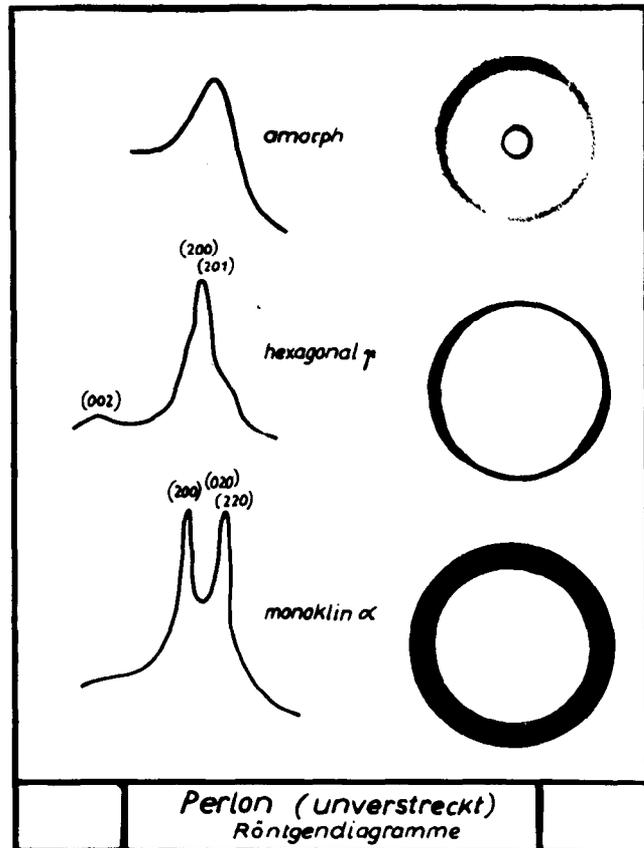


Abb. 15

a, b und c im Röntgendiagramm selbst und an den zugehörigen Photometerkurven deutlich erkennen (Abb. 15). Noch besser aber sind Faserdiagramme der verstreckten Fäden (Abb. 16). Untersucht man frisch gesponnene Fäden, die noch keinem Reckvorgang, sondern nur dem Verzug zwischen Düse und Aufwicklung ausgesetzt waren, so lassen sich keine Kristallinterferenzen, aber auch noch keine Orientierung feststellen. Nur das Beugungsmaximum ist nach größerem Winkel verschoben. Aber beim Lagern des unverstreckten Materials treten sehr bald Interferenzringe auf, die erkennen lassen, daß das Polyamid nun zu kristallisieren beginnt. Der Interferenzring der hexagonalen Struktur wird immer deutlicher, bis nach längerer Lagerzeit schließlich ein amorpher Anteil nicht mehr erkennbar ist. Diese Umwandlungen werden auch durch Präparationsbestandteile, insbesondere durch Aufnahme von Wasser beeinflusst.

Durch besonders hohe Spinnengeschwindigkeit erfährt der Faden eine mehr oder weniger weitgehende Vororientierung, die man unter anderem durch Messung der Doppelbrechung bestimmen kann. Bei der Verstreckung werden die bereits vorhandenen Kristallite noch besser in der Faserrichtung orientiert und dabei erfolgt dann gleichzeitig der Umbau in die stabileren (monoklinen) Kristallformen. Wenn man den Spinnfaden direkt, das heißt ohne Lagerung, unmittelbar im Anschluß an die Entstehung weiterverstreckt, so beginnt er unter gleichzeitiger Orientierung zu kristallisieren, wobei in erster Linie die instabile Form (a) entsteht. Wenn man aber, wie dies in der Regel der Fall ist, den unverstreckten Faden eine Zeitlang lie-

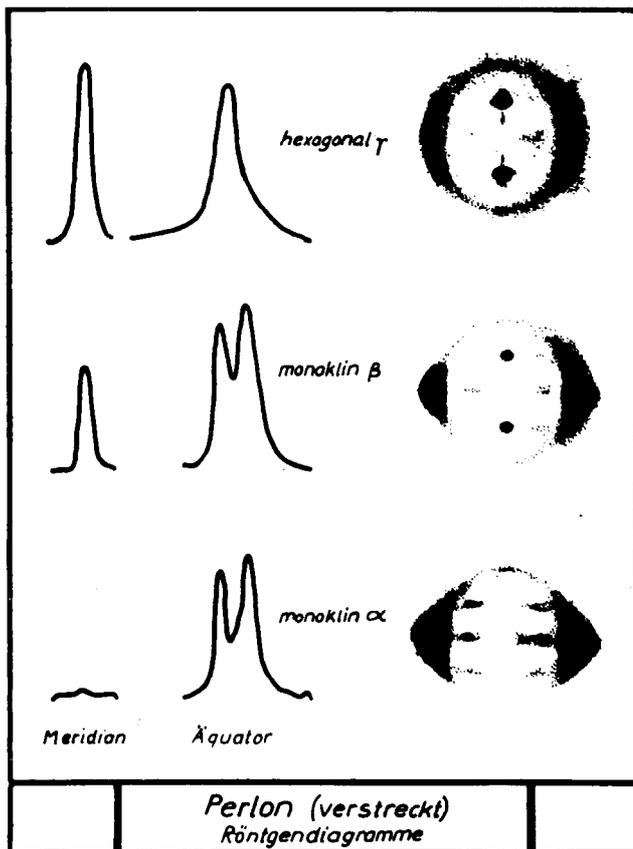


Abb. 16

gen läßt, das heißt eine „Verweilzeit“ einschaltet, so entsteht die hexagonale Struktur schon im unorientierten Zustand. Beim Recken kommt es dann für das Endergebnis hinsichtlich der Struktur darauf an, wie groß der bereits vorhandene hexagonale Anteil war. Je höher dieser Anteil ist, desto weitgehender wird bereits bei der Verstreckung die endgültige monokline Form erhalten. Ich weise auf diese Verhältnisse besonders deshalb hin, um zu belegen, wie sehr es im Endergebnis auf die Vorgeschichte ankommt und wie sorgfältig gearbeitet werden muß, wenn man an das Optimum, zum Beispiel hinsichtlich Gleichmäßigkeit der Färbung, herankommen will.

Daß weiterhin Streckverhältnis, Streckgeschwindigkeit und Strecktemperatur auch noch wichtige Faktoren sind, darf nicht unerwähnt bleiben.

Auch der Polymerisationsgrad ist von Bedeutung. Fäden mit besonders hohem Molekulargewicht des Polyamids bleiben von der stabilen Ordnung weiter entfernt als solche mit niedrigerem. Besonders interessant ist, daß jeweils die monoklinen Formen den höheren Elastizitätsmodul liefern.

Die Polyamidfäden sind, wenn man von ihrer Verwendung für Fallschirme während des Krieges absieht, über das höchstwertige Produkt, auf den Rohstoffanteil bezogen, nämlich den Damenstrumpf, in die Textilwirtschaft eingedrungen. Mit der Reduktion der Preise haben sie sich immer mehr Positionen, vor allem auf dem gesamten Gebiet der Wirkerei, erobert und diese dank ihrer spezifischen Eignung nicht nur gehalten, sondern immer mehr ausgeweitet. Reyon

wurde durch diese Revolution fast völlig verdrängt. Auch manche Sektoren, die vorher der Weberei vorbehalten waren, wurden — teilweise wenigstens — übernommen. Eine Reihe von Webereibetrieben stellte sich auf Wirkerei um, nachdem die überlegenen mechanischen Eigenschaften der Polyamidlosfäden die Maschenindustrie veranlaßt hatten, Rund- und Kettenwirkmaschinen mit vordem indiskutabler Produktionsgeschwindigkeit zu bauen und der Betrieb dieser Maschinen wegen der sehr niederen Fadenbruchzahl und den enormen knotenlosen Fadenlängen auf den angelieferten Garnkörpern sich überaus wirtschaftlich gestaltete. Noch ein weiterer Impuls kam hinzu: die Erkenntnis, daß Polyamidfäden der ideale Rohstoff für mechanische, die Elastizität strapazierende Filamentveredlungsverfahren sind, vor allem für das ursprünglich am ungeeigneten Objekt, nämlich an Acetatfäden<sup>9</sup> studierte Falschdrahtverfahren. Schon während des Krieges sah man diese Entwicklung voraus, doch konnte niemand ahnen, zu welcher Bedeutung und in welche Dimensionen solche Veredlungsverfahren einmal kommen sollten. Es ist bezeichnend, daß das „Textile Institute“ auf seiner „Overseas Conference“ vor zehn Tagen in Baden-Baden das Thema „Bulk, Stretch and Texture“ zum Gegenstand dreitägiger Diskussionen gemacht hat.

Eine zwar keineswegs neue, in letzter Zeit aber immer stärker zum Durchbruch kommende Entwicklung ist die Herstellung von Bodenbelägen aus oder mit Polyamidfasern, wozu diese wegen ihrer hohen Verschleißfestigkeit von vornherein prädestiniert schienen. Der heutige, sehr ermäßigte Preis für Fasern und Fadenkabel gibt einen zusätzlichen Anreiz. Auch die Leuchtkraft der Färbungen ist für diesen Verwendungszweck als Plus zu werten. Besonders beliebt sind in den Vereinigten Staaten und jetzt auch bei uns Teppichböden mit Ton-in-Ton-Effekten. Solche lassen sich leicht herstellen, wenn man Polyamidfasern mit unterschiedlichem Gehalt an farbstoffbindenden Aminogruppen verarbeitet. Deshalb haben die Möglichkeiten, über die Endgruppenmodifikation die Anfärbbarkeit nach Wunsch zu beeinflussen, in letzter Zeit wieder viel Beachtung gefunden. So ist vorgeschlagen worden, zum Ausschalten basischer Aminogruppen der Polyamidmelze Butyrolacton nachzusetzen, wodurch neutrale Pyrrolidonylgruppen entstehen. Den gleichen Effekt erzielt man durch Inkorporation von bestimmten Imiden, zum Beispiel N-Acetyl-caprolactam, wodurch der basische Aminostickstoff ohne Bildung störender Nebenprodukte, vor allem ohne Wasserbildung, acyliert und damit färberisch inaktiviert wird. Um andererseits den Anteil an basischen Gruppen zu erhöhen und die Affinität zu sauren Farbstoffen zu steigern, braucht man nur mit einem kleinen Überschuß an Diamin, gewöhnlich Hexamethyldiamin, zu arbeiten oder in geringer Menge Polyamine zuzusetzen, die neben einer acylierbaren Aminogruppe noch ein oder mehrere tertiäre Stickstoffatome aufweisen, insbesondere solche cyclischer Art, wie zum Beispiel Pyrrolidino- oder Morpholinogruppen (Abb. 17). Diese Arbeitsweise kann ebensogut bei Nylon 6 wie bei 66 angewendet werden. Beiläufig mag erwähnt

<sup>9</sup> D. Finlayson, J. Text. Inst. 49, P 584 (1958).

*Basische auf der Carboxylseite am Polycaprolactam eingeführte Endgruppen.*

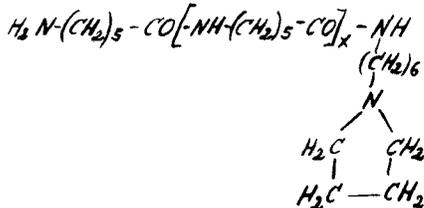
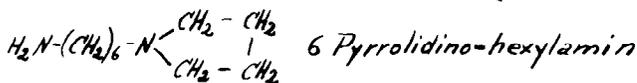


Abb. 17

sein, daß man für solche Teppichböden vorteilhaft Fasern mit unrunder Querschnittsformen, zum Beispiel vom „Antron“-Typ (Antron =  $W_z$  der Firma DuPont) verwendet, weil so Glanz, Deckkraft und Standfestigkeit günstig beeinflusst werden.

Im Gegensatz zu unserem Kontinent und speziell zu Deutschland ist in den Vereinigten Staaten die Verwendung der Polyamidendlosgarne für Reifenkord von größter Bedeutung. Nicht nur Nylon 66, sondern in erheblichen Mengen auch 6 werden auf Kord verarbeitet, seit man bei der Vulkanisation nicht mehr auf die früher üblichen und für Nylon 6 gefährlich hohen Temperaturen angewiesen ist. Der Anteil an Reyon für Reifeneinlagen geht in den Staaten immer mehr zurück und liegt heute wohl schon unter 40 Prozent, wenn auch in letzter Zeit neue Reyonkordtypen, zum Beispiel „Dynacor“, „Tyrex“, den Wettstreit wieder aktiver aufnehmen. Demgegenüber beträgt bei uns der Reyonanteil im Reifensektor immer noch ca. 84 Prozent, und dabei werden die neuesten Fortschritte im Spinnen mit Modifikatoren noch nicht einmal voll ausgeschöpft. Wegen eines den Reifen mit Nylonkord anhaftenden Mangels, dem „flat-spotting“ – vorübergehende Deformation des Reifens bei längerem Stehen unter der Last des Wagengewichts –, sind in den Staaten noch wenigstens 95 Prozent der Reifen für die Erstausrüstung, vor allem der Personenwagen, mit Reyon einlage versehen. Aber auch dieser Anteil ist heute umstritten, denn der störende Schönheitsfehler läßt sich durch Einbau bestimmter Heterokomponenten einigermaßen korrigieren. So ist im Nylon 44 von DuPont, das seit kurzem auf dem Markt ist, ein bestimmter Anteil der Adipinsäurereste durch solche der Isophthalsäure in Form eines Polymerblocks ersetzt. Ein anderer Weg für die Vermeidung des „flat-spotting“ ist von Allied Chemical Corp. speziell bei Nylon 6 beschrritten worden. Man vernetzt das Polyamid im Faden mit ausgewählten aromatischen Diisocyanaten in der Dampfphase, wodurch der Modulus bei höherer Temperatur ansteigt und die Erholung von der Deformation bedeutend erleichtert wird. Durch eine derartige Vernetzung unter Imidbildung wird das Material allerdings hydrolyseanfälliger; da aber der Kord im trockenen Zustand eingebettet wird und dem Feuchtigkeitszutritt kaum mehr ausgesetzt ist, kann man diese Labilisierung wohl hinnehmen.

Auch durch Schmelzspinnen von Mischungen aus Polyester und Polyamid hat man Fäden erhalten, die

im Reifen weniger zum „flat-spotting“ neigen. Inwieweit dieses Verfahren praktische Aussichten hat, ist noch offen. Bekanntlich bleibt das „flat-spotting“ praktisch aus, wenn man statt Polyamid Polyäthylenterephthalatfäden mit hohem Elastizitätsmodul verwendet. Dieses Material erholt sich sehr rasch und nimmt überdies nur sehr wenig Wasser auf. Dafür hat man aber als Nachteil die schlechtere Haftung des Kautschuks an den Textilfasern und ist deshalb gezwungen, komplizierte Spezialrezepturen anzuwenden. Man muß nun abwarten, wie sich die Dinge in den nächsten Jahren entwickeln. Für die weiteren Investitionen auf dem Polyamidsektor ist diese Frage von größter Bedeutung. Für 1966 dürfte in den Vereinigten Staaten der Anteil an Polyesterkord noch zwischen 4 bis 5 Prozent der Gesamtmenge an Reifenkord liegen.

Kordfäden aus anderen synthetischen Materialien, zum Beispiel aus Polyolefinen oder aus Polycarbonaten, werden kaum als ernstliche Konkurrenten im Reifensektor auftreten.

Von entscheidender Wichtigkeit sind natürlich auch die Preise. In den USA kosten pro Kilogramm umgerechnet auf DM

Reyon	4,25
Nylon 66	7,—
Dacron	9,30.

Bei der Betrachtung der Preisrelationen ist zu bedenken, daß Nylon spezifisch erheblich leichter ist als Reyon, sodaß die Preisdifferenz schon dadurch weitgehend ausgeglichen ist. Dacron ist mit DM 9,30 im Verhältnis zu Nylon noch sehr teuer, zumal das spezifische Gewicht höher ist und man deshalb auch mehr Garngewicht braucht. Der Stand der Entwicklung auf

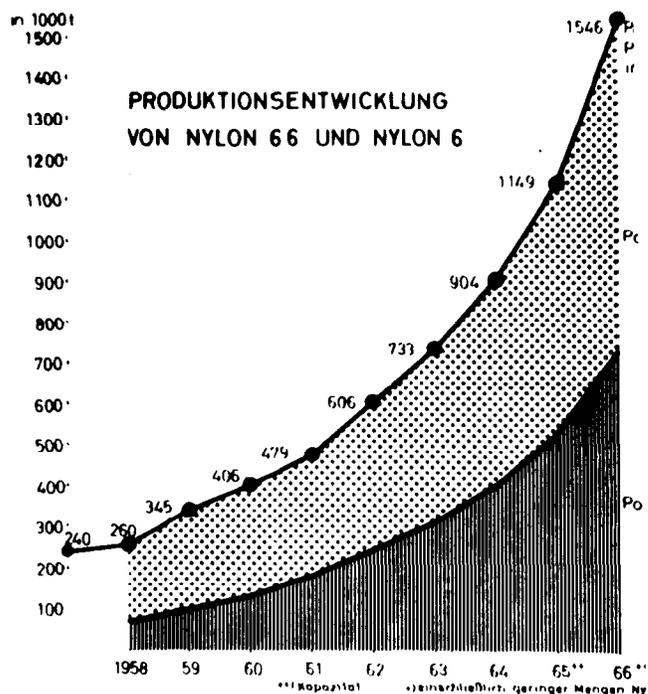


Abb. 18

dem Reifenkordgebiet, unter besonderer Berücksichtigung der Polyamide, ist im vergangenen Jahr in einem Referat auf der Kunststoff-Tagung in München von Dr. A. E b e r t an Hand eines großen Tabellenmaterials dargelegt worden.

Im Streben nach maximaler Reißfestigkeit, das ja beim Reifenkord durchaus seine Berechtigung hat, ist kürzlich im Entwicklungslaboratorium von Chemstrand mit einer speziellen Heißstrecktechnik für Nylon 66 der Wert 11,5 g/den erreicht worden. Bezogen auf den Querschnitt, also unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichts, ist dies wohl der höchste Wert, der für eine vollsynthetische Faser in der wissenschaftlichen Fachliteratur angegeben ist.

Im Ausblick auf die Zukunft seien zum Schluß noch einige Bemerkungen zur marktwirtschaftlichen Situation gemacht. Auf Abb. 18 sehen Sie die Produktionsentwicklung von Nylon 66 und 6, beginnend mit dem Jahr 1958, graphisch dargestellt. Auf den ersten Blick ist zu erkennen, wie sich die Ziffern für die beiden Typen immer mehr nähern. Für die Jahre 1965 und 1966 sind statt der Effektivzahlen die gemeldeten Kapazitäten angegeben, wobei allerdings bemerkt werden muß, daß diese wegen der Textilkrise, besonders in Italien und Frankreich, für Nylon 66 und insbesondere für Nylon 6 im Jahre 1965 nicht voll ausgenutzt wurden.

#### Weltproduktion von Nylon 66 und Nylon 6

Jahr	insgesamt	Nylon 66	Nylon 6
1958	260	190	70
1959	345	245	100
1960	406	275	131
1961	479	299	180
1962	606	358	248
1963	733	418	315
1964	904	500	404
1965 *	1 149	620	529
1966 *	1 546	815	731 ~ 48 %

\* Kapazität

Abb. 19

Auf Abb. 19 sind die Zahlenwerte für die acht Jahre noch einmal in Tabellenform angeführt. Nylon 6 wird somit aller Voraussicht nach von 1958 bis 1966 auf das Zehnfache und Nylon 66, dessen Produktion 1958 quantitativ schon sehr bedeutend war, auf das Sechsfache angestiegen sein.

#### Polyamidfaserproduktion 1964 in 1000 ts

	insgesamt	Nylon 66	Nylon 6
I EWG	198	93	105
II EFTA	86	74	12
III sonstiges Westeuropa	291	171	120
IV Nordamerika	389	308	81
V Südamerika	21	9	12
Summe IV + V	410	317	93
VI Ostblock	71	2	69
VII Naher u. ferner Osten	132	9	123
Welt	904	500	404

Abb. 20

Recht interessant ist schließlich noch ein Überblick über die Weltproduktion nach Ländergruppen. Die Tabelle (Abb. 20) zeigt, daß im EWG-Gebiet Nylon 6 überwiegt, während in der EFTA — bei allerdings wesentlich kleinerer Gesamtproduktion — Nylon 66 vorne liegt. Gleiches gilt für das sonstige Westeuropa. In Nordamerika mit seinen Mammutterzeugern an Nylon 66 wird, absolut genommen, heute doch auch schon eine Menge Nylon 6 fabriziert, mehr sogar als in der Bundesrepublik, während in Südamerika, wo es verhältnismäßig nur kleine Fabriken gibt, Polyamid 6 an der Spitze steht. Ganz eindeutig dominiert Nylon 6 im Ostblock sowie im Nahen und Fernen Osten. In Japan wird bekanntlich so gut wie ausschließlich Nylon 6 hergestellt. Die Gründe für diese Differenzen sind bekannt. Der hohe Produktionsanteil von Nylon 66 im englischen Sprachgebiet und in Frankreich ist historisch bedingt. Die Stabilität der vor dem Kriege abgeschlossenen Verträge hat sich ausgewirkt. Für die kleineren Länder hat sich die leichtere Einrichtung bescheidener und mittlerer Kapazitäten, der günstige Rohstoffpreis und die leichte Zugänglichkeit eines ausreichenden „Know-hows“ zu Gunsten von Polyamid 6 als ausschlaggebend erwiesen.

Daß dieser Gang der Dinge seine innere Berechtigung hat, das zeigt der gleichmäßige Verlauf dieser Mittelwertkurven. Man wird auch weiterhin mit stetiger Tendenz rechnen dürfen, solange die technischen Voraussetzungen sich nicht wesentlich ändern.

Noch eine Bemerkung zur Anzahl der Produktionsstätten. Zur Zeit existieren auf der ganzen Welt etwa 160 Polyamidspinnereien, 112 davon arbeiten auf Caprolactambasis, 45 fabrizieren Nylon 66 und drei Nylon 11, das heißt „Rilsan“. Damit ergibt sich für die Nylon 6-Hersteller eine Durchschnittskapazität von 6000 Jahrestonnen an Endlosfäden und Stapelfasern, für die Nylon 66-Fabriken dagegen die fast dreifache Menge, nämlich 17 000 Jahrestonnen. Siebzig Prozent der Welterzeugung an Polyamidfasern werden von sechs großen Unternehmen und ihren Tochtergesellschaften allein geleistet. Bei Nylon 6 sind die beiden größten Erzeugerfirmen, nämlich AKU und Toyo Rayon, zusammen mit nur einem Drittel am Gesamtaufkommen beteiligt.

Es mag sein, daß in einigen Jahren die zur Zeit besonders steil ansteigende Produktion von Polyesterfasern und -fäden diejenige der Polyamide erreichen oder sie noch übertreffen wird. Jedenfalls wird die Konkurrenz zwischen diesen beiden Synthesefasertypen auf einigen Sektoren schärfer werden, wobei voraussichtlich der Reifenkord eine bedeutende Rolle spielen wird. Im ganzen aber wird dies doch wohl nur eine Verschiebung der relativen Anteile bei größerer Gesamtproduktion bedeuten. Die leichte Färbbarkeit und der Umstand, daß Polyamidfäden vom Typ 6 bzw. 66 von allen organischen Faserstoffen die höchste Geschmeidigkeit und Verschleißfestigkeit aufweisen — besonders wichtig für die Verwendung in der Wirkerei, für Texturierungsprozesse, aber auch für viele technische Anwendungszwecke — werden ihnen auch in einer ferner liegenden Zukunft einen hohen Anteil an der Gesamtproduktion synthetischer Fäden sichern.

## Diskussion

**Dr. Studt:** Herr Professor Schlack, Sie haben eben mit Ihrem Vortrag gezeigt, daß Sie über eine große Erfahrung auf dem Gebiet der Rohstoffherstellung für Polyamide verfügen. Für die Produzenten von Polyamid 6 und 66 ist die Entwicklung der Rohstoffkosten in den nächsten Jahren von entscheidender Bedeutung. Nach dem gegenwärtigen Stand hat Perlon gegenüber Nylon einen Preisvorteil von etwa 80 Pfennig pro Kilogramm, weshalb jenes auch stärker im Vordringen ist. Wir wissen aber auch, daß Nylon 66 gegenüber Nylon 6 in einigen Einsatzgebieten, wie für texturierte Garne oder Reifenkord, einen Vorteil besitzt, der nicht immer preislich zu überbrücken ist. Wenn wir sehen, daß die Preise für Polyamid 66 und 6 insgesamt sowohl rohstoffmäßig als auch für das Fertigprodukt sinken, so spielt natürlich diese Differenz im Rohstoffpreis, der etwa 50% der Produktionskosten ausmacht, eine immer größere Rolle und umso brennender wird für uns die Frage, wie sich die Rohstoffherstellung in Zukunft entwickeln wird.

**Professor Dr. Schlack:** Zu dieser Frage kann ich natürlich auch nichts Authentisches sagen, da ich kein Hersteller solcher Produkte bin. Ich weiß nur, daß durch die Vergrößerung der Produktion – und die im Bau befindlichen Fabriken für Caprolactam haben enorme Kapazitäten – in dieser Hinsicht Verbilligungen möglich sind. Inwieweit beim Hexamethylen-diamin, und das ist wohl der kritische Punkt, eine Preissenkung zu erwarten ist, wenn man etwa an das Herstellungsverfahren über Acrylnitril denkt, entzieht sich ebenfalls meiner näheren Kenntnis, denn in die Kalkulation eines Chemiefaser-Rohstoffherstellers hatte ich keinen Einblick. Ich vermute jedoch, rein chemisch gesehen, daß so niedrige Preise wie für Caprolactam nicht zu erreichen sein werden.

**Dr. Albrecht:** Nachdem wir nun soviel über Zusätze gehört haben, ergibt sich vielleicht für manchen aus unserem Kreis die Frage, ob es nicht unter Umständen bei Ausnutzung des Preisvorteils möglich wäre – unwissenschaftlich formuliert –, aus Perlon Nylon zu machen. Könnten Sie uns vielleicht etwas dazu sagen?

**Professor Dr. Schlack:** Sie meinen also Zusätze, durch die eine Beeinflussung der physikalischen Eigenschaften etwa in der Weise möglich wäre, daß beispielsweise Perlon für texturierte Garne wie Nylon 66 eingesetzt werden könnte. Es bestehen wohl gewisse Möglichkeiten, wenn man an eine Blockpolymerisation denkt, denn durch reine Copolymerisation ist das, wie wir alle wissen, sicher nicht zu erreichen.

**Dr. Riggert:** Ich möchte auf die Kristallstrukturen, die Sie in Ihrem Vortrag erwähnten, zurückkommen. Wenn ich Sie richtig verstanden habe, tritt die hexagonale Struktur dann auf, wenn man nach dem Spinnen sofort verstreckt, also nach dem heute viel diskutierten Spinn-Streckprozeß arbeitet, während man bei den Fäden, die nach dem herkömmlichen Verfahren mit zwischen Spinnen und Strecken eingeschalteter Lagerzeit hergestellt sind, monokline Struktur erhält. Unterscheiden sich nun die physikalischen Eigenschaften der Fäden mit hexagonaler Struktur von jenen mit monokliner Struktur? Es würde mich auch interessieren, ob durch das Thermofixieren eine Angleichung der nach den verschiedenen Verfahren hergestellten Fäden herbeigeführt wird und ob schließlich alle Fäden monokline Struktur besitzen.

**Professor Dr. Schlack:** Daß durch die Thermofixierung eine weitgehende Angleichung erreicht wird, davon bin ich überzeugt. Ich habe jedoch diese Versuche nicht selbst durchgeführt und kann also Ihre Frage vom Standpunkt eines erfahrenen Betriebsmannes aus nicht beantworten. Es ist nur so viel sicher, daß Unterschiede vorhanden sind und sich das Material bei der weiteren Aufarbeitung in den Veredlungsbetrieben nicht gleich verhalten wird, sondern daß vielmehr Anpassungen erfolgen müssen.

**Dr. Studt:** Darf ich vielleicht die Frage beantworten? Wir haben in dieser Hinsicht sehr umfangreiche Versuche durchgeführt und man kann daraus schließen, daß nach einer Thermofixierung die Eigenschaften weitgehend gleich sind.

**Professor Dr. Mark:** Ich möchte dazu nur sagen, daß beim Nylon 66 dasselbe der Fall ist. Auch Nylon 66 nimmt zuerst eine hexagonale Struktur an, wenn nämlich die Ketten zwar parallel, aber noch nicht vollständig seitlich ausgerichtet sind. Beim Heißfixieren, langsamen Verstrecken oder Tempern geht dann das Material in die monokline Struktur über, welche die endgültig stabile Form ist.

Zu der Frage von Dr. Albrecht wollte ich noch sagen, daß man, wie dies bei Nylon 66 durch Einlagern langgestreckter, andersartiger Polymerer eine Veränderung der Eigenschaften erzielt wurde, das gleiche auch bei Polyamid 6 erreichen könnte. Im Augenblick bringt Allied Chemical Corporation ein Garn heraus, in welchem ein Polyester in die Nylonstruktur eingelagert ist, und zwar auch in Form von langgestreckten Stäbchen, wodurch der Modul erhöht wird.

Zu dem anderen Problem, das Sie ebenfalls angeschnitten haben, möchte ich mir die Frage erlauben, ob es nicht möglich wäre, wie bei Nylon 66 durch Auffropfung von 20% Acrylsäure und nachheriges Vernetzen durch Natrium oder Calcium, auch bei Nylon 6 die thermische Stabilität zu erhöhen, denn die Propfpolymerisation findet doch an der Methylengruppe neben dem Stickstoff statt, welche beim Polyamid 6 zugänglich ist.

**Professor Dr. Schlack:** Ja, das denke ich auch. Leider ist diese Methylengruppe aber auch der schwache Punkt des linearen Polymeren. Denn wenn hier Nebenreaktionen eintreten, dann führt dies leicht zu Spaltungen. Deshalb habe ich mich gewundert, daß Dr. Tippetts keinerlei Schädigungen festgestellt hat. Diese Möglichkeit, Acrylsäure aufzupropfen und das Propfcopolymer anschließend mit Metallsalzen zu vernetzen, hat einen gewissen Vorläufer auf dem Zelluloseacetatgebiet. Damals handelte es sich zwar nicht um eine Propfpolymerisation, sondern um das Zusammenspinnen von Zelluloseacetat mit Mischpolymerisaten aus Maleinsäureanhydrid und gewissen Vinyläthern. Man hat bis zu 15% von diesen Maleinsäurederivaten eingesponnen, nachdem der Faden fertig war, die Carboxylgruppe freigelegt und konnte nun diese Carboxylgruppen mit den verschiedensten Metallsalzen absättigen. Dadurch bekam man Acetatfäden, die in ihrer thermischen Beständigkeit etwa 50° über dem damaligen Durchschnitt lagen. In die Praxis wurde dieses Verfahren allerdings nie umgesetzt, da zu diesem Zeitpunkt gerade die Polyamide aktuell wurden.

**Dr. Düsing:** Ich hätte noch eine Frage, Herr Professor Schlack. Wir haben ja früher in Wolfen gemeinsam an dem Problem gearbeitet, Zellulose und Nylon 6 zusammen zu verspinnen. Nach dem Krieg konnten diese Arbeiten aber nicht wieder aufgenommen werden, und ich möchte nun wissen, ob Sie davon gehört haben, daß solche Produkte hergestellt werden und auf dem Markt sind.

**Professor Dr. Schlack:** Es sind natürlich sehr viele Bikomponentenversuche gemacht worden und man hat bestimmt auch Kombinationen von Nylon 66 mit Zellulose versucht. Mir ist aber nicht bekannt, daß solche Produkte irgendwo großtechnisch hergestellt werden.

**Text.-Ing. Modlich:** Zu dem Beitrag von Dr. Studt bezüglich der Gegenüberstellung von Nylon 66 und 6 hätte ich gerne noch eine kleine Randbemerkung hinzugefügt. Auf dem Reifensektor dominiert Nylon 66 unumstritten, über die Lage auf dem Texturiersektor kann man streiten, vergessen haben Sie aber den Strumpfsektor. Hier liegt nämlich Nylon 6 eindeutig vorne.

**Dr. Studt:** Auch auf dem Reifensektor ist die Situation für Nylon 66 nicht mehr unumstritten.

# Texturieren von Chemiefasern

Dr. rer. nat. Hans-Joachim Studt, Wuppertal

Es werden die zur Zeit bekannten Texturierungsverfahren besprochen. Dabei wird darauf hingewiesen, welche Fasern für die einzelnen Verfahren eingesetzt werden und in welchen Fertigartikeln die texturierten Garne verwendet werden. Ferner wird ein Vergleich über die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der einzelnen Verfahren angestellt.

Das Falschdrahtverfahren hat auch heute noch die größte Verbreitung in Europa. Es wird bei diesem Verfahren über die Anstrengungen zur Erhöhung der Spindel-tourenzahlen berichtet, um die Geste-hungskosten zu verringern. Nebenher machen viele Maschinenfabriken Anstrengungen, um die Farbgleichmäßigkeit der texturierten Garne zu verbessern, soweit diese vom Texturierungsprozeß abhängig ist.

The paper discusses currently known texturizing methods. Indications are given regarding what fibers individual processes are applied to, and in what finished articles texturized yarns are used. Also, a comparison is made of the economic potentials of individual processes.

The false twist process is still the one most widely used in Europe. A report is given on efforts to increase spindle speeds in connection with this process, with a view to reducing production costs. In addition, many producers of machinery are making efforts to improve dyeing uniformity of textured yarns insofar as such uniformity depends on the texturizing process employed.

## Meine Damen und Herren!

Es sind schon bei den verschiedensten Veranstaltungen Vorträge über texturierte Garne gehalten worden, sodaß sich die wirtschaftliche sowie die technische Bedeutung dieser Garne allmählich herumgesprochen haben wird. Ich möchte sagen, die Mengen, die heute an texturierten Garnen produziert werden, sind so groß, daß ihre Bedeutung einfach klar sein muß; die texturierten Garne sind ein Faktor, der für die verschiedensten Einsatzgebiete eine bedeutende Rolle spielt.

Ich möchte Ihnen zunächst an Hand einer graphischen Darstellung das Wachstum der texturierten Garne verdeutlichen (Abb. 1).

Sie sehen, daß sich die Mengen, welche 1965 produziert worden sind, im Vergleich zu 1958 beispielsweise vervielfacht haben. Dies gilt sowohl im Hinblick auf Deutschland als auch die Vereinigten Staaten. Dabei

sind nicht nur die absoluten Mengen gestiegen, sondern auch der prozentuale Anteil an der Produktion von endlosen synthetischen Chemiefasern. Ich glaube kein Prophet zu sein, wenn ich sage, daß auch dieser prozentuale Anteil in Zukunft noch steigen wird. Ich möchte dabei bemerken, daß die Produktionszahlen, die ich vor einigen Jahren veröffentlicht habe, einer gewissen Korrektur unterzogen worden sind. Die Experten unseres Hauses haben mir versichert, daß diese Zahlen wirklich die richtigen sind.

Welches sind nun die hauptsächlichsten Einsatzgebiete im Augenblick? Strümpfe (Länge, Doppelrand), Socken, Rundstrickware und Flachstrickware für Damenoberbekleidung, Freizeitkleidung, Unterwäsche, Nachtwäsche, Badebekleidung, Elastikhosen und nicht zuletzt getuftete und gewebte Teppiche. Die verwendeten Rohstoffe und das Texturierverfahren richten sich dabei vielfach nach dem Artikel, welcher aus dem texturierten Garn hergestellt werden soll, wie ich noch später zeigen werde.

Im nächsten Bild sehen Sie untereinander (Abb. 2) dargestellt einen Faden von 140 den jeweils endlos gedreht, Fasergarn und texturiertes Garn. Aus dieser

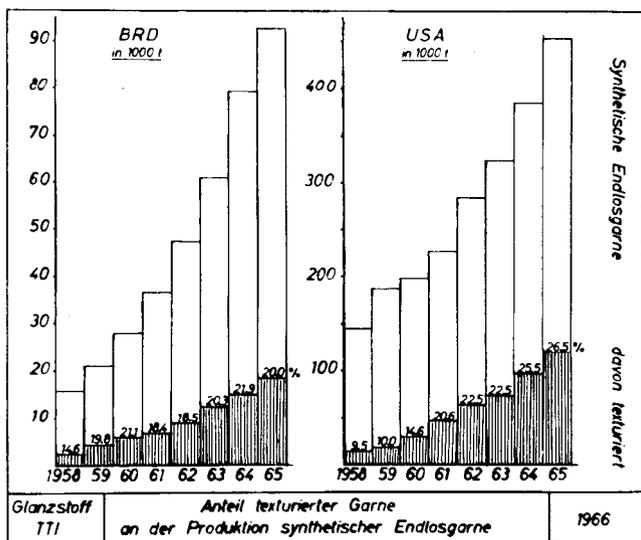


Abb. 1

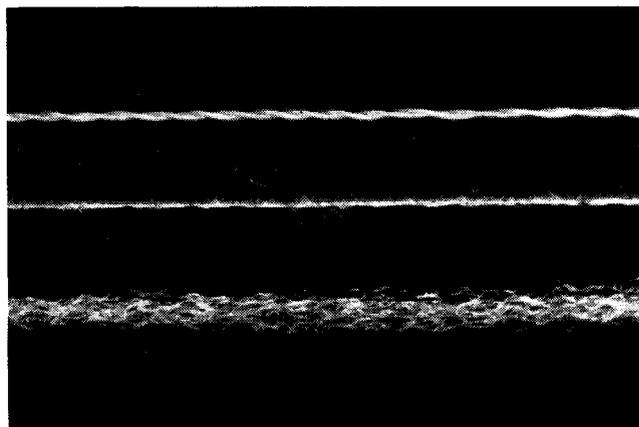


Abb. 2

TEXTURIERTE GARNE

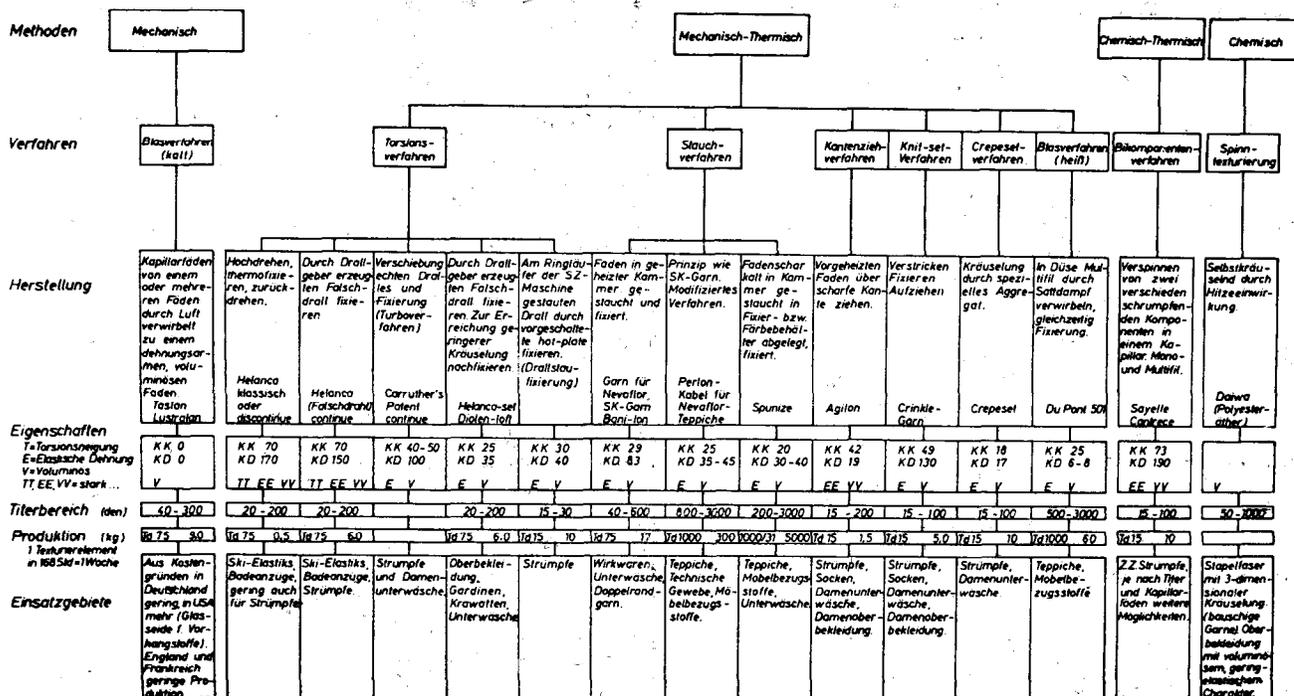


Abb. 3a

Abbildung gehen deutlich die Volumensunterschiede hervor. Ich möchte dies auch als die wichtigste Eigenschaft eines texturierten Garnes bezeichnen, und es ist die Eigenschaft, welche allen texturierten Garnen gemein ist. Außerdem haben einige texturierte Garne noch eine große elastische Dehnung. Ursprünglich hat man diese letzgenannte der texturierten Garne bezeichnet. Gleichzeitig möchte ich sagen, daß vor einigen Jahren die Meinung aufkam, daß die texturierten Garne die Fasergarne weitgehend ersetzen könnten. Das ist sicher nicht der Fall, sondern die texturierten Garne stellen eine gute Ergänzung zu den endlosen Garnen und Fasergarnen dar und bieten gleichzeitig in Kombination mit diesen eine Vervielfachung der Mustermöglichkeiten.

Ferner kann man sagen, daß die Voraussetzung für die Herstellung von texturierten Garnen die Thermoelastizität des synthetischen Endlosarnes ist, welches texturiert werden soll. Zellulose Endlosfäden sind auch schon texturiert worden; die Texturierung ist aber nicht haltbar, sondern geht nach einigen Wäschen wieder verloren. An Hand der Tabelle (Abb. 3a) möchte ich Ihnen einen Überblick über die jetzt vorhandenen Texturierungsverfahren geben. Hieraus ist ersichtlich, daß die mechanisch-thermischen Verfahren die größte Gruppe darstellen. Die Verfahren aus dieser Gruppe haben auch gleichzeitig die größte praktische Bedeutung erlangt. Es ist ferner aus dieser Gruppe ersichtlich, daß die Verfahren, welche den Endlosarnen neben dem großen Volumen auch eine hohe Dehnbarkeit verleihen, relativ wenige sind. Welche der mechanisch-thermischen Verfahren angewendet werden, hängt teilweise von der Arbeitsgeschwindigkeit der Texturiermaschine und damit von der Wirtschaftlichkeit ab. Um dies deutlich zu machen, sind in dieser

Tabelle die durchgesetzten kg-Zahlen pro Spindel vermerkt. Aber von ebenso großer Bedeutung sind die Eigenschaften des texturierten Garnes. Hier spielen die Anfärbgleichmäßigkeit und die Fadenreinheit die größte Rolle. Außerdem gibt jedes Texturierungsverfahren der Faser ein spezifisches Aussehen, was sich in Griff und optischem Eindruck der daraus gefertigten textilen Flächengebilde sehr stark bemerkbar macht (Abb. 3b).

Aus den Eigenschaften und dem Aussehen der Faser kann man übrigens auch umgekehrt wieder auf das Texturierungsverfahren schließen. Schließlich möchte ich noch bemerken, daß zum Texturieren Endlosarne aus Perlon®, Nylon und Polyester am häufigsten eingesetzt werden. Wie sich die Daten, welche die Texturierungseigenschaften kennzeichnen, bei den einzelnen Rohstoffen verhalten, werde ich später beschreiben.

Nach diesen mehr grundsätzlichen Betrachtungen über die texturierten Garne möchte ich auf einige spezielle Entwicklungen, die auch für den Praktiker von Bedeutung sind, eingehen. Da zur Zeit das Falschdrahtverfahren dasjenige ist, welches die größte Verbreitung gefunden hat, möchte ich diesem Verfahren in meinen Betrachtungen besondere Aufmerksamkeit widmen.

Die maschinelle Entwicklung bei Falschdrahtmaschinen geht dahin, sie

1. wirtschaftlicher arbeiten zu lassen. Das bedeutet, die Arbeitsgeschwindigkeit so weit wie möglich zu steigern,
2. die Fixierung des Fadens so durchzuführen, daß die Anfärbgleichmäßigkeit des Grundmaterials nicht verschlechtert wird,
3. die Kräuselraten, speziell die Kräuselkontraktion, für hochelastische Garne auf ein möglichst hohes Niveau zu bringen.

	<b>Blasverfahren kalt</b> <b>TASLAN<sup>®</sup></b>		<b>Stauchkräuselverf. modif.</b> <b>SPUNIZE<sup>®</sup></b>
	<b>Torsionsverfahren disc.</b> <b>HELANCA<sup>®</sup> discontinu</b>		<b>Kantenziehverfahren</b> <b>AGILON<sup>®</sup></b>
	<b>Falschdrallverfahren</b> <b>HELANCA<sup>®</sup> continu</b>		<b>Knit-set-Verfahren</b> <b>Crinkled-Garn</b>
	<b>Torsionsverfahren cont.</b> <b>Carruther's Patent</b>		<b>Crepeset-Verfahren</b> <b>CS-Garn</b>
	<b>Falschdrallverfahren</b> <b>DIOLEN<sup>®</sup> loft</b>		<b>Blasverfahren heiß</b> <b>Du Pont BCF-Yarn</b>
	<b>Drallstauverfahren</b>		<b>Bikomponentenverf.</b> <b>CANTRECE<sup>®</sup></b>
	<b>Stauchkräuselverfahren</b> <b>BANI-LON<sup>®</sup></b>		<b>Spinnstrukturierung</b> <b>DAIWA<sup>®</sup></b>
	<b>Stauchkräuselverf. modif.</b> <b>Textur. PERLON<sup>®</sup> Kabel</b>	<b>Vereinigte Glanzstoff-Fabriken AG.</b> <b>Textiltechnisches Institut</b>	
		<b>1966</b>	

Abb. 3b

**Zu 1. Wirtschaftliche Verfahren**

Der Übergang vom klassischen Zwirnverfahren auf das Falschdrahtverfahren hat schon eine bedeutende Abzugserhöhung mit sich gebracht. Beim klassischen Zwirnverfahren arbeitet man bestenfalls bei Benutzung einer Doppeldrahtmaschine mit  $2 \times 12\,500$  Umdrehungen per Minute, bei Benutzung von Ringzwirn- oder Etagenzwirnmaschinen mit wesentlich niedrigerer Spindeldrehzahl. Die ersten Falschzwirnmaschinen erlaubten Drehzahlen von 40 000 U/min; heute sind bereits 250 000 U/min produktionsüblich. Dabei ist zu bemerken, daß bei Benutzung von Kugelfischerspindeln je nach Titer Drehzahlen bis zu 500 000 U/min möglich sind. Die gleichen Spindelgeschwindigkeiten könnten mit der Mattingly-Spindel von Klinger produktionsmäßig erzielt werden. Nach Angaben von Klinger ist die Spindel bereits mit 1 Million U/min getestet (Abb. 4). Die für die BARMAG-Spindeln angegebenen Drehzahlen sind momentan praxisüblich. Auch sie sind inzwischen mit höheren Tourenzahlen erprobt. Die Erhöhung der Spindeldrehzahlen war einerseits durch Verkleinerung der Maße der Spindel möglich, andererseits mußten Halterung und Antrieb der Spindel stets verbessert werden. Die Geschwindigkeiten von 500 000 Drehungen/min sind praktisch nur noch mit einer magnetischen Halterung der Spindel möglich. Nur sie läßt eine sichere Führung der Spindel zu.

Zur Spindel ist ferner noch zu bemerken, daß bezüglich des Drallgeberbügels konstruktiv verschiedene Ausführungen benutzt worden sind. Wichtiger er-

scheint noch die richtige Wahl des Materials, da bei der hohen Durchlaufgeschwindigkeit in einem Dauerbetrieb die Stifte durch die Reibung des Fadens eingeschnitten werden könnten. Es werden zur Zeit wohl in der Hauptsache Saphir- und Sinterkeramikstifte verwendet, wobei die richtige Struktur der Oberfläche für die Fadenreinheit eine entscheidende Rolle spielt. Eingeschnittene Diablos führen zu Fadenbeschädigungen

			<b>BARMAG</b> A.ca.220.000 U/min. B.ca.220.000 U/min. C.ca.300.000 U/min.		<b>HEBERLEIN</b> ca.400.000 U/min.
			<b>KUGELFISCHER</b> ca.400.000 U/min.		<b>KLINGER</b> Mattingly-Spindel 500.000 bis 750.000 U/min.
<b>Glanzstoff</b> TTI	<b>Falschzwirnrohrchen (Spindeln)</b>				<b>1966</b>

Abb. 4

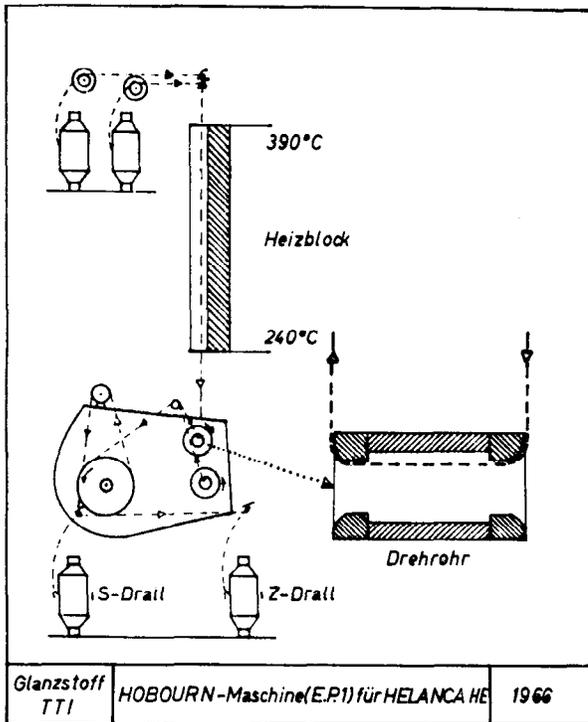


Abb. 5

(gebrochene Einzelkapillare), die wiederum Schwierigkeiten bei der Verarbeitung speziell auf feinen Kettenstühlen zur Folge haben. Durch die Wahl einer geeigneten Spinnpräparation auf dem Garn im Zusammenhang mit der Maschineneinstellung können sowohl das Einschnneiden als auch die Fadenbeschädigungen stark beeinflusst werden.

Noch höhere Geschwindigkeiten als eben beschrieben, sind praktisch bei der Hobourn-Maschine (850 000 U/min) und beim Fuji-Verfahren möglich (1,5 Millionen U/min). Hier arbeitet man mit einem Drallgeber, dessen Teile mit einer erheblich geringeren Drehzahl rotieren, als sie der Faden erreicht (Abb. 5).

Diese Verfahren erscheinen auf den ersten Blick bestehend wegen der Einfachheit der Maschinenkonstruktion. Der schwerwiegende Nachteil dieser Verfah-

ren liegt in dem Drallschlupf, der beispielsweise durch unterschiedlichen Präparationsauftrag beachtlich und unterschiedlich sein kann. Dies sind wohl auch die Gründe, weshalb sich diese Verfahren trotz ihrer Wirtschaftlichkeit noch nicht durchgesetzt haben.

Die Höhe des Dralles, der dem Faden erteilt werden muß, um eine hohe Kräuselkontraktion zu erreichen, ist stark titerabhängig. Je niedriger der Titer, umso höher muß der Drall sein. Heberlein gibt folgende empirische Formel dafür an:

$$T/m = \frac{275\,000}{\text{den} + 60} + 800$$

Daraus ergibt sich für ein Garn von 70 den eine Drehung von 2900 T/min (Abb. 6).

Höhere Drehungen geben oft noch eine bessere Kräuselkontraktion, aber sicher einen starken Abfall der linearen Zerreißeigenschaft. Niedrigere Drehungen geben immer eine bedeutend niedrigere Kräuselkontraktion, wie Abb. 7 zeigt.

PERLON Td 90/18		Heizstrom	9,9 A
		Voreilung	1%
T/m	KK	KD	Rkm
2600	64,3	160	33,6
2800	67,5	160	31,0
3000	68,1	160	28,1
3200	68,9	175	25,3

Glanzstoff TTI	Einfluß der Drehung auf die technolog. Daten (FK-Maschine)	1966
-------------------	---	------

Abb. 7

Zur Herstellung von Set-Garnen kann man bezüglich der Drehungen/m etwas unter der optimalen Drehung liegen, da die Kräuselkontraktion sowieso weit unter der optimal erzielbaren liegt (hochelastische Garne 70 ‰, Setgarne 25 ‰).

Aus der notwendigen Drehung pro Meter und der Spindeldrehzahl ergibt sich die Aufwickelgeschwindigkeit der Maschine und damit die Texturierleistung in kg (Abb. 8).

### Zu 2. Fixierung und Anfärbgleichmäßigkeit

Die Fixierung des hochgedrehten Fadens beim Falschdrallverfahren erfolgt entweder in einem Heizkasten oder über eine hot plate oder in einem beheizten Rohr; diese Methoden sind heute produktionsüblich. Das Wesentliche bei der Fixierung ist die Wahl der richtigen Temperatur, da diese die Eigenschaften des texturierten Garnes sehr stark beeinflusst, worauf ich noch später zurückkomme. Außerdem ist die Temperaturgleichmäßigkeit von Zwirnstelle zu Zwirnstelle von erheblicher Bedeutung. Alle Heizkastenkonstruktionen gehen auch dahin, dieses Ziel weitgehend zu

$$T/m = \frac{275\,000}{Td+60} + 800 \quad (\text{nach Heberlein})$$

Titer [den]	30/10	70/17	90/26
Falschdrall [T/m]	3900	2900	2600
Drehungskoeffizient [α <sub>m</sub> ]	225	214	263

Glanzstoff TTI	Falschdrall (T/m) nach Heberlein in Ab- hängigkeit vom Titer	1966
-------------------	---	------

Abb. 6

Spindeldrehzahl U/min	Td 30/10	Td 70/17	Td 90/26
50 000	0,256	0,805	1,152
100 000	0,513	1,608	2,310
150 000	0,769	2,418	3,460
200 000	1,025	3,220	4,615
250 000	1,280	4,025	5,770
500 000	2,560	8,050	11,520
1 000 000	5,130	16,080	23,100

Glanzstoff TTI	Texturierleistung pro Spindel in kg/100 Stunden in Abhängigkeit von Titer und Drehzahl	1966
-------------------	---	------

Abb. 8

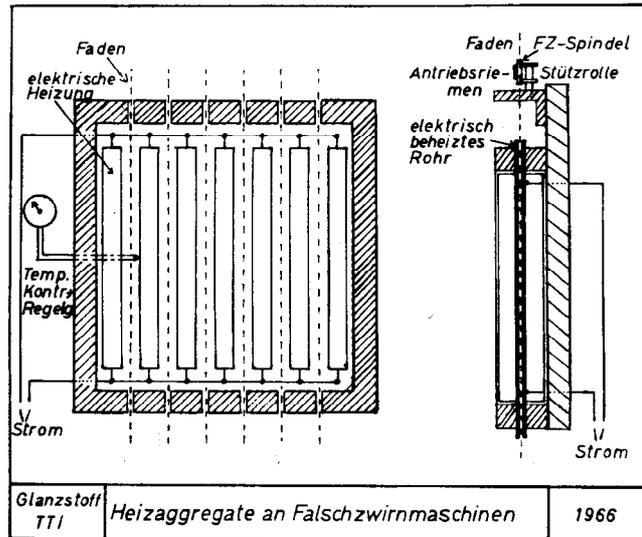


Abb. 10

erreichen. Wie Messungen an einzelnen Maschinen ergeben haben, ist es durchaus möglich, an 144 Stellen einer Maschine (das ist die übliche Anzahl von Zwirnstellen) keine größeren Differenzen als  $\pm 2^\circ \text{C}$  einzustellen (Abb. 9).

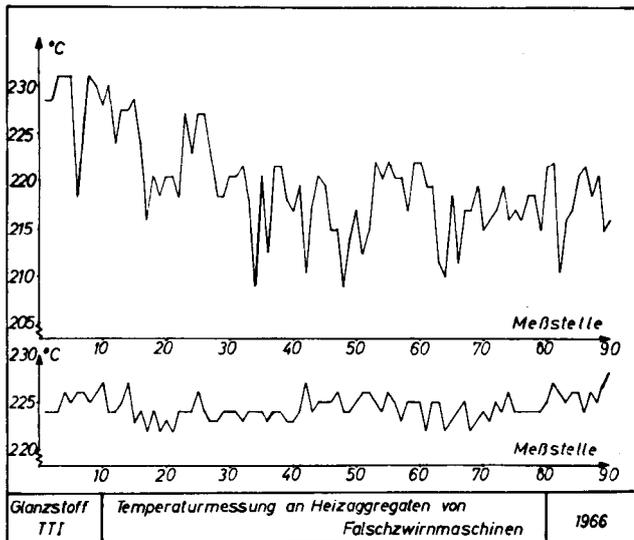


Abb. 9

Diese Bedingungen werden allerdings von einer Anzahl Maschinen nicht erfüllt, wie Messungen in der Praxis ergeben haben. Bei den verwendeten Heizsystemen benutzt man im wesentlichen drei verschiedene Prinzipien (Abb. 10):

1. Die elektrische Beheizung jedes einzelnen Heizkastens bzw. Fixierrohres, wobei das Fixierrohr meist selber einen elektrischen Widerstand darstellt. Die Wärmeübertragung auf den Faden erfolgt teilweise durch Heißluft, teilweise durch Strahlung und durch direkten Kontakt mit dem Heizrohr, da die Durchmesser der Rohre bei verschiedenen Kon-

struktionen in der Größenordnung von 1 bis 2 mm liegen. Ein größerer Durchmesser wird tunlichst vermieden, um zu verhindern, daß durch die sogenannte Kaminwirkung zuviel Außenluft mit in das Fixierrohr gelangt.

2. Dieses Heizsystem ist eine Weiterentwicklung des Fixierrohres zu einem Fixierkasten, durch welchen die Fäden gruppenweise hindurchlaufen. Das bedeutet, daß zum Beispiel 12 Fäden nebeneinander durch den Heizkasten laufen, wobei jeder Faden seine eigene Ein- und Austrittsöffnung hat. Durch den Wärmeaustausch innerhalb des gesamten Heizkastens ist bei geschickter Anordnung der Heizelemente eine noch gleichmäßigere Temperaturverteilung möglich.

3. Die dritte Variante bezüglich der Heizsysteme ist wieder ein einzelnes Fixierrohr, welches aber nicht elektrisch beheizt wird, sondern mit einer Flüssigkeit, zum Beispiel Diphyl. Durch den großen Wärmeinhalt der Flüssigkeit ist die Wärmemenge, welche zur Aufheizung des Fadens verbraucht wird, klein gegenüber dem Wärmeinhalt der Flüssigkeit. Dadurch ist die Temperaturschwankung der Flüssigkeit äußerst minimal, vorausgesetzt, daß das Umpumpen des Diphyls einwandfrei funktioniert.

Temperaturmessungen im Fixierrohr bei nicht durchlaufendem und durchlaufendem Faden an verschiedenen Stellen des Rohres zeigen, daß mit den heutigen Fixierrohrkonstruktionen in kleiner Entfernung vom Ende des Fixierrohres die gewünschte Solltemperatur erreicht wird (Abb. 11).

Die Erreichung der Solltemperatur über eine möglichst große Länge des Fixierrohres ist schon aus dem Grunde notwendig, weil die Fixierzeit für den Faden unterhalb einer Sekunde liegt. Bei den heute üblichen Spindeltourenzahlen von mindestens 250 000 Drehungen/min und einer Drehung von 3000 per Meter ergeben sich Abzugsgeschwindigkeiten von 70 m/min und höher, das heißt, es steht dem Faden weniger als eine Sekunde zur Verfügung, um von  $20^\circ \text{C}$  auf eine Temperatur von ca.  $200^\circ \text{C}$  geheizt und im gedrehten Zustand fixiert zu werden.

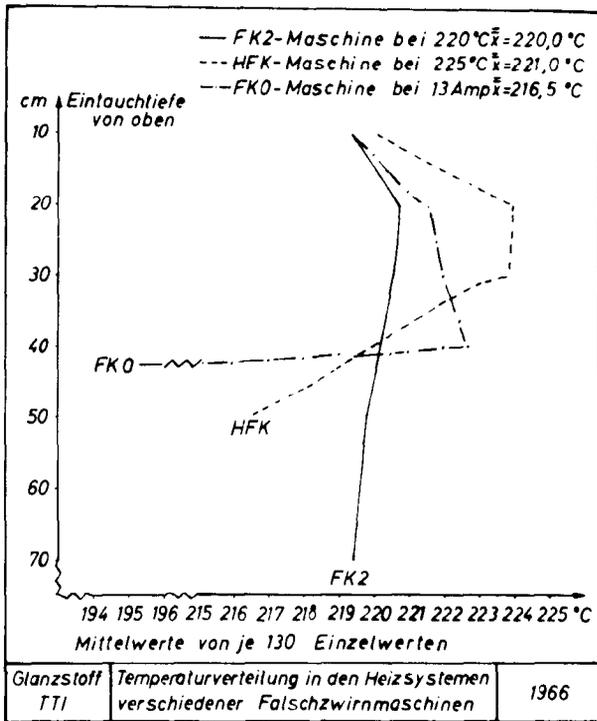


Abb. 11

Temperaturmessungen am Faden hinter der Falschdrahtspindel haben gezeigt, daß die Fadentemperatur schon wieder unter 100° C bei einer vorherigen Erwärmung auf 180° C liegt.

Eingehende Versuche an einer ganzen Falschdrahtmaschine haben bewiesen, daß bei Einhaltung der eben erwähnten Temperaturbedingungen durch das Texturieren keine Verschlechterung der Anfärbgleichmäßigkeit des Garnes erfolgt (Abb. 12). Die Kurven zeigen eine Verteilung der Farbabsatznoten bei glatten Endlosgarnen und texturierten Endlosgarnen bei Titer 70/17 und 90/26. Es wurden in jedem Fall 240 Kopse numeriert und das Garn an einer Rundstrickmaschine in jeweils 10 cm langen Streifen aneinandergestrickt. Anschließend wurde dasselbe noch ein-

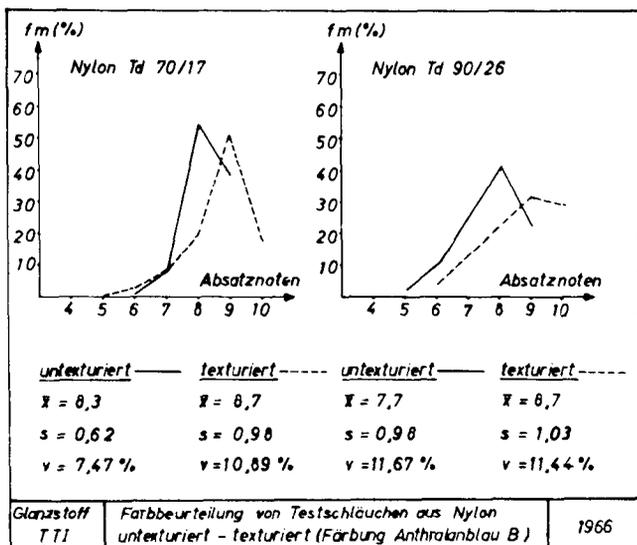


Abb. 12

mal mit texturiertem Garn von denselben Kopsen in der gleichen Reihenfolge wiederholt. Die so hergestellten Strickschläuche wurden dann gemeinsam mit dem Säurefarbstoff Anthralanblau B gefärbt. An den Nahtstellen, wo das Garn von zwei verschiedenen Kopsen aneinanderstößt, wurde der Farbabsatz (das heißt die Farbunterschiede) nach einem Schema bestimmt.

Die Farbabsatznote 10 bedeutet dabei völlige Farbgleichmäßigkeit, die Farbabsatznote 1 bedeutet einen sehr großen, aber definierten Farbabsatz. In dieser Einteilung würde also die Verschiebung der mittleren Farbabsatzbenotung zu kleineren Noten eine Verschlechterung der Anfärbgleichmäßigkeit bedeuten. In diesem Falle ist bei beiden Titern eine fast völlige Übereinstimmung der Farbabsatzbenotung im untexturierten und texturierten Zustand festzustellen. Verschlechterung der Anfärbgleichmäßigkeit bedeutet beim Verstricken an mehrsystemigen Rundstrickmaschinen und einer anschließenden Unifärbung das Auftreten von Farbringeln, besonders wenn mit sauren Farbstoffen, die ja wegen ihrer größeren Echtheit bevorzugt werden, angefärbt wird.

Hiebei möchte ich noch erwähnen, daß diese Farbringel durch geeignete Färbemethoden verringert werden können. Den größten Einfluß beim Färben von einem an sich ringeligen Material, bedingt durch Unterschiede der Fixiertemperatur beim Falschdrahtprozeß, hat eine Sattedampffixierung vor dem Färben des Strickstückes. Diese Sattedampffixierung wird etwa 30 Sekunden lang durchgeführt und dient gleichzeitig zur Entwicklung des Volumens (Abb. 13).

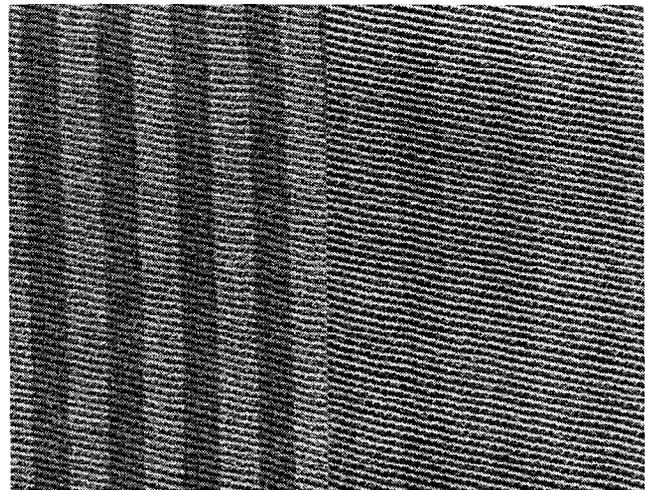


Abb. 13

Die Fixierzeit ist dabei von relativ untergeordneter Bedeutung. Eine Erhöhung der Fixiertemperatur bringt dagegen bis etwa 180° C noch eine Verbesserung der Farbgleichmäßigkeit. Die hier gezeigten Versuche wurden an Polyester-Set-Garn durchgeführt.

Noch auf eine andere Form der Ringelbildung möchte ich kurz eingehen, die ebenfalls an texturiertem Garn auftritt. Bei der Fixierung des Falschdrahtgarnes im Fixierrohr treten ja immerhin Temperaturen von mindestens 185° C bis ungefähr 240° C auf. Das bedeutet, daß die auf dem Rohgarn befindlichen Spinnpräparationen eine Veränderung erleiden und sich nach dem Fixieren schlechter von dem Garn her-

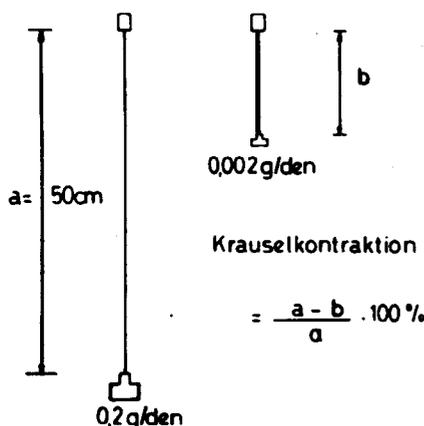
unterwaschen lassen. Auch die sogenannten non-fuming-Präparationen, die wegen ihres niedrigeren Dampfdruckes bei diesen Temperaturen kaum noch sichtbar abdampfen, zeigen diese Erscheinung.

Bei Weglassen der Vorwäsche bzw. bei ungenügender Vorwäsche vor dem Färben des texturierten Garnes kann es ebenfalls zu Ringelbildung kommen, da das Aufziehen des Farbstoffes ungleichmäßiger geschieht.

**Zu 3. Kräuseldaten**

Anfangs wurde schon erwähnt, daß texturierte Garne außer ihrem großen Volumen hohe Kräuseldehnung haben können. Ein Maß für diese große Dehnbarkeit sind Kräuselkontraktion und Kräuseldehnung. Ich erwähne beide Größen, da beide Begriffe verwendet werden. Die Kräuselkontraktion ist durch folgenden Ausdruck beschrieben (Abb. 14).

**Kräuselkontraktion**



Arbeitsgang  $\text{na}(\text{H}_2\text{O}, 60^\circ\text{C})$  belasten mit 0,2 g/den

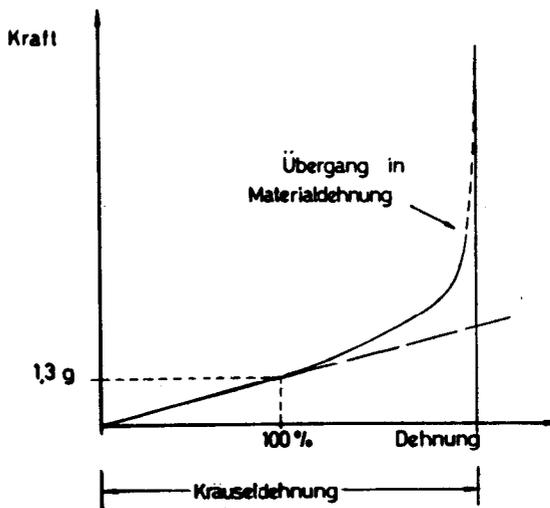
Strang bei  $50^\circ\text{C}$  trocknen  
konditioniert mit 0,002g/den belasten

Abb. 14

Hierin bedeutet a) die Länge des Garnes im ausgezogenen Zustand und b) die Länge des Garnes im kontrahierten Zustand. Je größer die Differenz von beiden Größen ist, umso stärker vermag man den Faden zu dehnen. Diese Aussage gilt sowohl für den Faden als auch für ein Gewebe oder Gewirke. Je größer die Differenz von a) und b) ist, umso größer ist die Kräuselkontraktion in Prozenten. Wenn also textile Flächengebilde aus texturierten Garnen hergestellt werden sollen, die ein großes Dehnungsvermögen besitzen, so muß man im Garn eine möglichst hohe Kräuselkontraktion erzielen. Dasselbe gilt für die Kräuseldehnung, die folgendermaßen definiert ist (Abb. 15).

**Kräuseldehnung  
Kräuselmodul**

Vorspannung bei Aufnahme des Diagramms: 0,0005g/den



Kräuselmodul = Kraft, bestimmt durch die Anfangsneigung der Kurve bei 100% Dehnung

Abb. 15

Die Kräuseldehnung erstreckt sich vom völlig unbelasteten Zustand des Fadens bis zu dem Teil des Kraft-Dehnungsdiagramms, wo das KD-Diagramm in den steilen Ast umbiegt. Hier geht die Kräuselung in die Materialdehnung über. Die Kräuseldehnung ist also auch ein Maß dafür, wie weit man einen texturierten Faden längen kann, ohne daß man ihn verstrecken muß. Die Kräuseldehnung ist weitgehend reversibel. Die Kräuseldehnung liegt bei hochelastischen Falschdrahtgarnen etwa in der Größenordnung von 200 Prozent.

Die Höhe der Kräuselkontraktion und der Kräuseldehnung hängen entscheidend von den Texturierbedingungen ab. Die Höhe der Kräuselkontraktion hängt einmal ab von der Fixiertemperatur. Sie sehen es an dem Beispiel auf Abb. 16.

Hier wurde Perlon 30/9 den mit 4600 T/m und 1% Voreilung bei verschiedenen Temperaturen an einer Heberlein-Maschine texturiert. Man sieht ganz deutlich, daß bei  $185^\circ\text{C}$  Fixiertemperatur ein Maximum bezüglich Kräuselkontraktion und Kräuseldehnung liegt. Bei noch höheren Temperaturen nähert man sich dem Schmelzpunkt des Perlons so sehr, daß die durch die Verstreckung erzielte Ordnung der Makromoleküle weitgehend zerstört wird. Auch die Festigkeit beginnt dann sehr stark abzusinken. Der verstärkte Rückgang der Zugfestigkeit bei Temperaturen ab  $185^\circ\text{C}$  wird durch die kombinierte thermische und mechanische Falschdrallbeanspruchung ausgelöst, welche zwangsläufig bei den meisten Texturierungsprozessen von synthetischen Garnen stattfindet.

**PERLON Td 30/9** 1% Voreilung  
4600 T/m  
2x Umschlingung

Temperatur °C	KK	KD %	Rkm
175	71,5	220	37
180	72,4	250	37
185	74,2	260	36
190	73,1	250	34
195	72,7	240	28

Glanzstoff TTI Einfluß der Heiztemperatur an der Hebertein-FZ-Maschine auf technolog. Daten 1966

Abb. 16

Auch ein normaler Endlofsaden verliert an Festigkeit, sofern der Schrumpfprozeß nicht im gespannten Zustand durchgeführt wird. Die Festigkeit des texturierten Garnes ist aber dennoch so hoch, daß sie in der Fertigware weitaus den Anforderungen genügt.

**PERLON Td 90/18** 1% Voreilung  
2850 T/m

Heizstrom A	KK	KD	Rkm
9,6	54,0	75	34,2
9,9	55,6	90	34,3
10,2	62,5	120	31,2
10,5	65,3	140	29,2
10,8	64,0	140	29,3

Glanzstoff TTI Verarbeitung von thermisch vorbehandeltem Material 1966

Abb. 17

Abbildung 17 veranschaulicht die Auswirkung einer Vorfixierung des Fadens auf die technologischen Daten. Die Tendenz der Temperatureinwirkung ist ähnlich wie in der vorangegangenen Tabelle, die Kräuselkontraktion ist jedoch unzureichend.

Weiterhin ist die Kräuselkontraktion von der Spannung des Fadens im Fixierrohr stark abhängig (Abb. 18).

Im allgemeinen wird die Spannung in der Weise verändert, daß man die Geschwindigkeit vom Lieferwerk vor dem Drallgeber an der Falschdrahtmaschine auf Verstreckung oder Voreilung einstellt. Dabei ergibt sich eine stark steigende Kräuselkontraktion mit Reduzierung der Spannung. Über eine Voreilung von

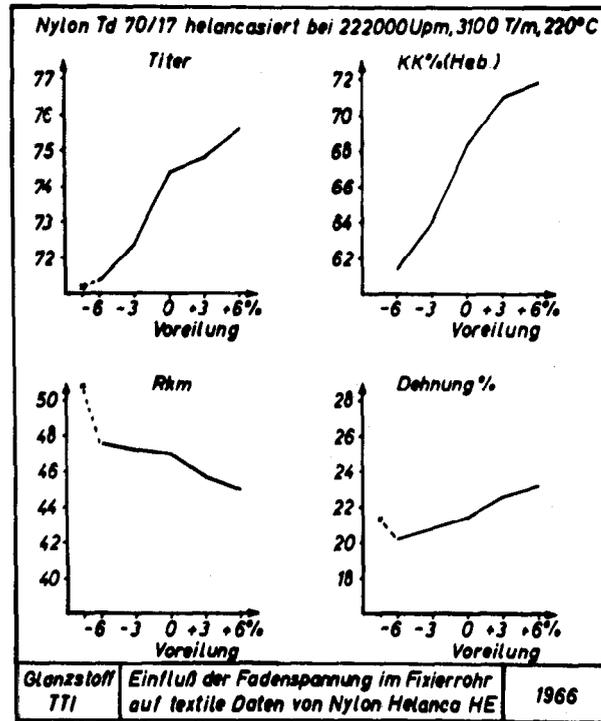


Abb. 18

6% hinaus erfolgt dann allerdings keine wesentliche Erhöhung der Kräuselkontraktion mehr. Auch hier ist wieder eine Erniedrigung der Rkm-Zahl zu beobachten, und gleichzeitig eine Anhebung des Titters. Außerdem ist die Kräuselkontraktion abhängig von der Drehung per Meter, wie ich es bereits vorher beschrieben habe.

Bei Einhaltung sehr enger Grenzen in den Texturierungsbedingungen, zum Beispiel der Fixiertemperatur, der Spannung und der Spindeltourendrehzahl, ist es möglich, die Kräuselkontraktion eines texturierten Garnes ebenfalls in sehr engen Grenzen zu halten. An einem Strickschlauch kann man darstellen, daß größere Differenzen in der Kräuselkontraktion sich optisch bemerkbar machen und auch im Griff durchaus festzustellen sind. Sie sehen also, daß auch Unterschiede in der Kräuselkontraktion zu ringeliger Fertigware führen können. Die Grenze dafür, ob sich Unterschiede in der Kräuselkontraktion bemerkbar machen, dürfte nach den Erfahrungen bei etwa 5 Prozent Kräuselkontraktion liegen.

Ferner wurden Modellversuche unternommen, um zu zeigen, ob sich die Kräuselkontraktion durch die Verarbeitungsbedingungen verändert. Bei der Verarbeitung des texturierten Fadens an der Rundstrickmaschine, der Wirkmaschine und auch am Webstuhl wird der Faden mehr oder weniger stark gespannt, das heißt die Kräuselung wird für eine kurze Zeit herausgezogen und es tritt eine Belastung von maximal 1 p/den auf (Abb. 19).

Messungen an Fäden, die über einen Zeitraum von einer Stunde mit verschiedenen Gewichten belastet wurden, haben gezeigt, daß erst Belastungen von längerer Dauer und über 1 p/den zu einem merklichen Rückgang in der Kräuselkontraktion führen.

Ferner möchte ich mir noch einige Bemerkungen über den Kräuselmodul erlauben. Um die Rücksprungkraft des texturierten HE-Garnes zu prüfen, werden oft

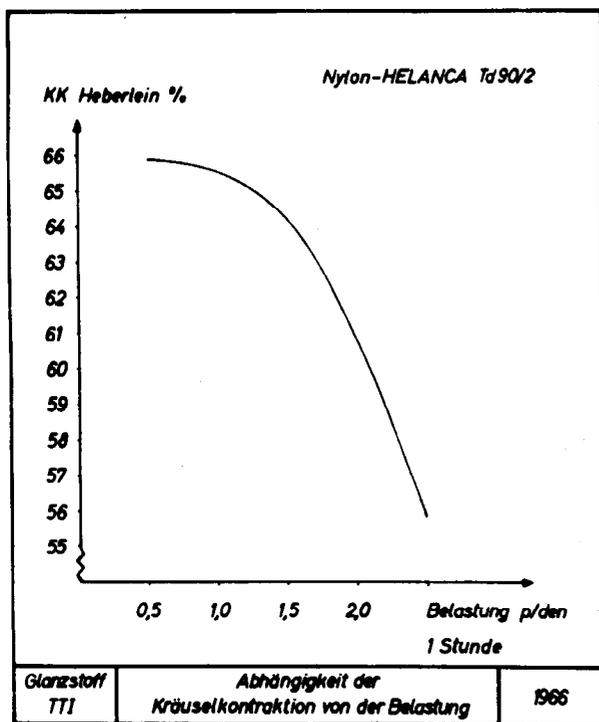


Abb. 19

Testschläuche in die Hand genommen und dann einige Male gedehnt. Kenner können dann sagen, ob viel oder wenig „Musik“ in dem Schlauch vorhanden ist, das heißt ob der Kräuselmodul im rücklaufenden Ast der Kraft-Dehnungslinie groß oder klein ist.

Ich möchte betonen, dies ist keine Frage der Höhe der Kräuselkontraktion. Es können Schläuche mit gleicher Kräuselkontraktion durchaus der Längung ganz unterschiedlichen Widerstand entgegensetzen und mit unterschiedlicher Kraft zurückspringen, wie dies Abb. 20 zeigt.

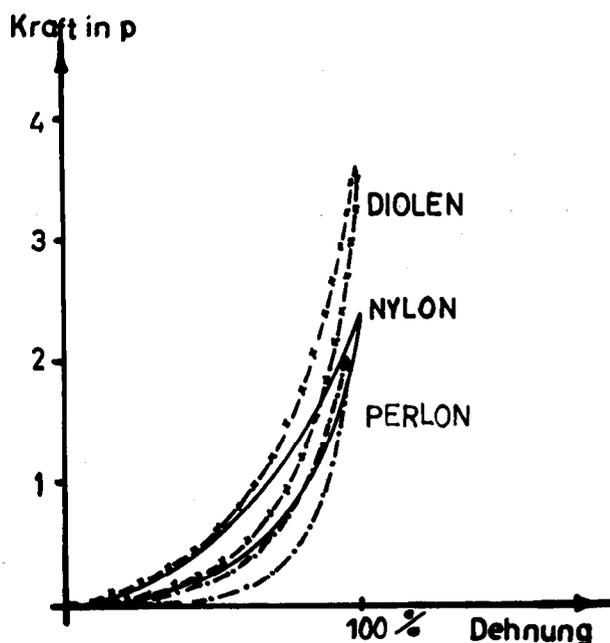


Abb. 20

Der Kräuselmodul hat für das texturierte Garn im Kräuselungsbereich dieselbe Funktion wie der Elastizitätsmodul für das glatte Garn. Der Kräuselmodul ist der Anstieg des Kraft-Dehnungsdiagramms im Kräuselungsbereich. Auf Abb. 20 sehen Sie die Kraft-Dehnungskurven im Kräuselungsbereich für Perlon, Nylon und Diolen®. Es ergeben sich für die Längung eines Fadens und beim Zurückspringen des Fadens durchaus keine deckungsgleichen Kurven. Für die drei verschiedenen Rohstoffe erhält man sehr unterschiedliche Kurvenläufe. Der Kräuselmodul von Perlon ist am niedrigsten und der von Polyester am höchsten.

**Rationeller Produktionsablauf**

Schließlich möchte ich nicht unerwähnt lassen, daß beim Bau von Falschdrahtmaschinen immer mehr dazu übergegangen wird, auch hier den Produktionsablauf möglichst rationell zu gestalten. Die Aufsteckvorrichtung für die Vorlagespule ist so gestaltet, daß man mit großen Gewichtseinheiten arbeiten kann. Nahezu alle Falschdrahtmaschinen besitzen heute eine Magazineinrichtung, damit das Einfädeln des Fadens in das Fixierrohr und durch den Drallgeber möglichst selten vorgenommen werden muß. Ebenso sind eine Anzahl Falschdrahtmaschinen mit einer Zwirnmaschine gekoppelt, um Falschzwirnen, Fachen und Zwirnen in einem Prozeß durchzuführen. Gab es anfänglich nur uni-gefärbte Garne, so ist man heute dazu übergegangen, jeden Partner eines Zwirnes aus einem anderen Rohstoff herzustellen, zum Beispiel Polyamid/Polyester oder zwei verschieden färbende Polyamide. Eine weitere Möglichkeit besitzt man durch die Kombination von einem glatten und einem texturierten Partner. Sie sehen also, daß mit den Falschdrahtgarnen die Palette der Kombinationsmöglichkeiten beträchtlich erweitert worden ist.

Ich habe Ihnen damit einen kurzen Überblick über die Entwicklungen der letzten Jahre auf dem Falschdrahtgebiet gegeben. Dasselbe für die anderen Texturierungsverfahren zu machen, wäre im Rahmen dieses Vortrages nicht möglich.

Neben dem Falschdrahtverfahren haben die verschiedenen Stauchkräuselverfahren heute eine gewisse Bedeutung erlangt. Allerdings ist es nur möglich, nach diesem Verfahren ein Garn mit erhöhtem Volumen und nicht mit hoher Dehnbarkeit herzustellen. Aber für viele Einsatzgebiete wie Oberbekleidung, Teppiche usw. ist dies durchaus ausreichend. Durch verfahrenstechnische Weiterentwicklung hat heute das stauchgekräuselte Garn nicht mehr die Anfärbungsunterschiede, die noch vor einigen Jahren auftraten. Falschdrahtgarne werden nur bis zu einem Titer von etwa 200 den hergestellt; bei höheren Titern – als Beispiel nenne ich Teppichgarne – werden andere Texturierungsverfahren angewendet wie Stauchkräuseln und Blasverfahren. Das Stauchkräuselverfahren ist wegen seiner hohen Abzugsgeschwindigkeit von einigen hundert Metern per Minute besonders wirtschaftlich.

Ich habe Ihnen damit einige interessante Entwicklungen auf dem Gebiet der texturierten Garne dargestellt und ich nehme an, daß die texturierten Garne wegen ihrer vielseitigen Verwendbarkeit und wirtschaftlichen Herstellung sich noch manches Neuland erobern werden.

## Diskussion

**Text. Chem. Weiss:** Darf ich auf eine markenrechtliche Frage hinweisen? Sie haben zweimal den Ausdruck „Helanca-Verfahren“ verwendet. Nun ist aber „Helanca“ eine Marke und kein Verfahren. Unter „Helanca“ versteht man ein gekräuseltes Garn, das ganz bestimmten Anforderungen entspricht. Sie haben den Ausdruck auch als Wert verwendet, nämlich „helancasiert“. Ich muß dies leider beanstanden — entschuldigen Sie —, denn wir müssen sehen, daß der Markencharakter erhalten bleibt. Andererseits möchte ich sehr für den Vortrag danken. Bei der Texturierung wurde wirklich Pionierarbeit geleistet und damit der Weg für den Einsatz von Synthesefasern zur Herstellung physiologisch günstiger Bekleidung gebahnt.

**Dr. Studt:** Auf diesen Einwurf habe ich gewartet, da ich Ihren Namen schon auf der Teilnehmerliste gelesen habe. Es ist zwar nicht korrekt, wenn ich „Helanca-Verfahren“ gesagt habe. Man sollte besser „Falschdrahtverfahren“ sagen, da, wie Sie richtig darauf hingewiesen haben, die Firma Heberlein die ersten Patente auf diesem Gebiet hatte — ich glaube, diese gehen auf das Jahr 1931 zurück — ist es bei uns aber noch eingebürgert, daß wir anstatt Falschdrahtverfahren Helanca-Verfahren sagen.

**Dr. Knoll:** Wir haben heute gehört, daß es im Prinzip zwei Arten von Texturierverfahren gibt: das mechanisch-thermische Texturieren und das Spinntexturieren. Nun liegt das Spinntexturieren doch fast ausschließlich in den Händen der Chemiefaserhersteller, da es eine Stufe ist, die unmittelbar mit dem Spinnprozeß zusammenhängt. Es verbinden sich mit diesem Begriff auch noch so viele Tabus, daß man darüber keineswegs so offen spricht, wie Sie es beim Falschdrahtverfahren taten, das in großen Kreisen bekannt ist, weil es in einer eigenen Industriesparte schon zu Hause ist. Es wäre jetzt allgemein interessant zu wissen, welche Tendenzen für das Spinntexturieren überhaupt gegeben sind. Sollte man nicht herausarbeiten, daß das mechanisch-thermische Texturieren im Sinne des Falschdraht- und ähnlicher Verfahren praktisch noch nicht durch andere Verfahren erreicht ist?

**Dr. Studt:** Ihre Frage möchte ich so beantworten, daß sich auf die Dauer jenes Verfahren durchsetzen wird, welches das billigste ist. Wenn beim Chemiefaserhersteller das Spinntexturieren genauso billig oder sogar billiger durchgeführt werden kann als Chemiefasern Herstellen plus Texturieren, dann wird man diesen Weg beschreiten. Im Augenblick möchte ich aus unserer Sicht sagen — ich spreche hier allerdings nicht für alle Chemiefaserhersteller, und vielleicht möchte Herr Dr. Tippetts etwas über die Auffassung bei DuPont dazu sagen —, daß für Titer bis zu etwa 200den das Falschdrahtverfahren sowohl für hochelastische als auch für niederelastische Garne noch das beste Verfahren ist. Bei der Herstellung des texturierten Garnes kommt es ja auch sehr auf die Gleichmäßigkeit an. Bei hohen Titern, zum Beispiel für Teppichgarne, benützt man das Falschdrahtverfahren nicht, sondern dafür sind heute das Taslanverfahren von DuPont oder Stauchräuselfahren üblich; diese werden mehr oder weniger aus preislichen Erwägungen schon beim Chemiefaserhersteller durchgeführt. Im Augenblick sind die Falschdrahtverfahren der Spinntexturierung noch überlegen. Wie die Entscheidung einmal ausfallen wird, das ist sehr schwer zu sagen, da dies auch für die Chemiefaserhersteller eine Investition in dieser oder jener Richtung bedeutet.

**Dr. Tippetts:** Ich möchte dazu sagen, daß es sich bei Cantreco um ein feintitriges Garn handelt. Ich kann Ihnen keinen exakten Kostenvergleich zwischen der Spinntexturierung und den nachgeschalteten Texturierverfahren geben, bin aber überzeugt, daß eine ökonomische Grenze vorhanden ist. Allerdings sind die Produkte, die man nach den verschiedenen

Verfahren erhält, nicht gleich, und man wird bestimmt den Falschdrahtcharakter in seiner Echtheit oder den von stauchräuselten Garnen, durch Spinntexturierung nicht nachahmen können. Ich glaube also, daß letzten Endes die Erfordernisse der Praxis und die Wünsche des Verbrauchers einen entscheidenderen Einfluß auf diese Entwicklung ausüben werden als die rein finanziellen Fragen.

**Professor Dr. Wegener:** Wir haben 1962 von DuPont einen Auftrag bekommen und ein Jahr lang alle diese Fragen, die Herr Dr. Studt eben vorgetragen hat, bearbeitet. Ich gratuliere Ihnen zu diesen Ergebnissen und freue mich, daß Sie die unseren damit bestätigen konnten. Ich habe auf der großen DuPont-Konferenz in Aachen über die Ergebnisse vorgetragen.

**Dr. Riggert:** In Ihren Ausführungen, Herr Dr. Studt, behandelten Sie das Falschdrahtverfahren und die verschiedenen Einflüsse der einzelnen Parameter auf die Eigenschaften des gekräuselten Fadens. Einen Parameter habe ich vermißt, und zwar den Einfluß des Kapillartiters. Ich könnte mir vorstellen, daß sich bei vorgegebenem Gesamttiter eines Garnes durch den Kapillartiter beispielsweise der Modul wesentlich beeinflussen läßt.

**Dr. Studt:** Sie können wohl den Modul durch den Einzeltiter beeinflussen, wenn Sie aber einen sehr hohen Einzeltiter nehmen — im Durchschnitt nimmt man drei oder vier Denier als Einzeltiter —, dann kommt man zu einem sehr harten Griff, den man bei Textilien nicht mehr schätzt. Daher ist uns dieser Weg verschlossen.

**Professor Dr. Wegener:** Was ich bei Ihrem Vortrag vermißte, ist die Problematik der Kräuselkontraktionsmessung. Vielleicht können Sie darüber noch etwas sagen.

**Dr. Studt:** Ich gebe Ihnen recht, die Kräuselkontraktionsmessung ist wirklich nicht mit einer sehr großen Genauigkeit durchzuführen. Ich möchte allerdings dazu sagen, daß wir in unserem Textiltechnischen Institut eine Apparatur entwickelt haben, mit der wesentlich genauere Messungen möglich sind, und wir sind auch gerne bereit, das zu veröffentlichen. Bei unseren Messungen handelt es sich ferner um Durchschnitte aus einer großen Reihe von Daten, sodaß diese dennoch statistisch gesichert sind, selbst wenn die Meßgenauigkeit für die Kräuselkontraktion nicht so sehr groß ist.

**Professor Dr. Wegener:** Ich empfehle auf Grund unserer Arbeiten als einzig richtige Methode die Bestimmung der Schrumpfkraft oder Kräuselfkraft unter Verwendung von Naßdampf oder von Heißluft. Darüber wurde auch bei der Konferenz des Textile Institute in Baden-Baden gesprochen. Bei der Messung der Kräuselkontraktion kommt es auch sehr darauf an, wann die Bestimmung erfolgt.

**Dr. Thimm:** Sie sprachen vom Kräuselmodul und wiesen auf den höheren Kräuselmodul bei Nylon 66 gegenüber Perlon hin. Sind dies dieselben Gegebenheiten bei gesettetem Nylon? Und sind das die einzigen Gründe, weshalb Sie für Ihr „Nevabel“ Nylon 66 gewählt haben und nicht Perlon, welches Sie doch in wesentlich größerem Umfang herstellen?

**Dr. Studt:** Ich muß dazu sagen, daß die Entscheidung, Nylon 66 für „Nevabel“ einzusetzen, durchaus nicht nur technischen, sondern auch kaufmännischen Charakter hat. Darüber können wir hier aber nicht diskutieren.

**Krahnen:** Der Grund, weswegen ich jetzt eine gezielte Frage an Sie richten möchte, ist der: Uns Seidenwebern wird immer vorgehalten, daß eine einigermaßen hinreichende Sicherheit in der Weiterverarbeitung für Unigewebe nur dann gewähr-

leistet ist, wenn man das Reihenfolge-Verfahren einhält, also Typ „Sulzer-Webmaschine“ oder ähnliche. Das ist natürlich mit sehr hohen Investitionen verbunden, die man nicht gerne zu einer Zeit durchführt, in der die ganze Technologie der Seidenwebmaschinen noch in Entwicklung begriffen ist. Ich möchte Sie nun fragen, ob man in nächster Zeit auf dem Gebiet der Texturiermaschinen Neuerungen erwarten darf, mit denen man eine gleichmäßigere Aufheizung und dadurch bedingt auch weniger unterschiedliche Farbauffinitäten der Kräuselgarne erreichen kann. Glauben Sie, daß in absehbarer Zeit die Texturietechnologie so weit fortgeschritten ist, daß man diese Garne dann auch auf einer konventionellen Webmaschine verarbeiten kann?

**Dr. Studt:** In einem Bild habe ich Ihnen gezeigt, daß durch die Texturierung, wenn sie ordnungsgemäß durchgeführt wird, keine Verschlechterung in der Farbstoffaufnahme gegenüber den glatten Garnen erfolgt. Ich muß dazu sagen, daß der konventionelle Webstuhl, wie er heute existiert, schon lange bevor es texturierte Garne gab, entwickelt wurde. Man muß für texturierte Garne bei der Verarbeitung in der Weberei besondere Vorrichtungen schaffen, das heißt niedrige und gleichmäßige Spannung beim Einschleusen. Dies ist mit einer Sulzer-Webmaschine durchaus möglich. Denn durch unterschiedliche Kräuseldehnung im fertigen Gewebe, die durch unterschiedliche Spannung beim Einschleusen des texturierten Garnes entsteht, sehen Sie auch Farbunterschiede bei unigefärbten Stoffen. Das hat aber nichts mit der Texturierung zu tun, sondern ist ausschließlich eine Frage der Verarbeitung. Wenn es mit der Farbstoffaufnahme des Garnes etwas zu tun hätte, dürften Sie auch auf einer Sulzer-Webmaschine keine gleichmäßigen Gewebe bekommen.

**Direktor Dr. Bürger:** Im ersten Teil Ihrer Ausführungen sagten Sie, daß sich zellulosische Endlospäden nicht für die Texturierung eignen, da die Stabilisierung der Kräuselung nicht erreichbar ist. Es gibt hier Auswege über eine mögliche Kunststoffeinlagerung. Ich möchte mir die Frage erlauben, wie Sie eine Entwicklungsrichtung hinsichtlich der Kombination von zellulosischen Endlospäden, gegebenenfalls mit Polyamidseide oder anderen, beurteilen. Wir sind der Meinung, daß von der preislichen Seite die Kombination ein gewisses Interesse finden könnte, wenn ich auch nicht die optimalen Eigenschaften erziele wie bei reinen Perlonseiden. Meine zweite Frage geht dahin, daß ich Ihrem Bild 3b entnommen habe, daß Sie für das nach dem Stauchkammerverfahren texturierte Perlonkabel eine Profillfasertypen eingesetzt haben. Ich möchte wissen, welche Gründe dafür bestimmend waren.

**Dr. Studt:** Ich weiß nicht, welchen Vorteil eine Kombination aus Reyon mit Polyamidgarn bieten soll. Sie wird in Ihren Texturierungsdaten sicherlich schlechter liegen als reines Nylongarn. Auch vom Preis her gesehen möchte ich sagen, daß wir bei zellulosischen Garnen auf einem Minimum angelangt sind, während sich bei den synthetischen Garnen noch Möglichkeiten einer Verbilligung in den nächsten Jahren ergeben können. Ich bin aber Techniker und kann Ihnen das nicht verbindlich sagen.

Zur zweiten Frage möchte ich folgendes sagen: Daß eine profilierte Type für das Teppichgarn eingesetzt worden ist, hat mit dem Texturierungsprozeß als solchem überhaupt nichts zu tun, sondern ist lediglich eine Frage der optischen Erscheinung des fertigen Teppichs.

## Acetat und Triacetat - heute <sup>1)</sup>

Dr. Ernst Heim, Freiburg im Breisgau

Acetat ist eine der ältesten Chemiefasern und stand 1964 mengenmäßig hinter Reyon und Nylon an der dritten Stelle der Welt-Chemiefaserproduktion. Das in den letzten Jahren immer stärker in Erscheinung getretene Triacetat ist ihm in vieler Hinsicht ähnlich, in bezug auf einige Eigenschaften überlegen.

Acetat und Triacetat stehen gemeinsam in Konkurrenz mit den Natur- und den anderen Chemiefasern. Man bemüht sich um eine immer weitergehende Verbilligung der Herstellungsverfahren und eine Verbesserung der wichtigen Materialeigenschaften, wie zum Beispiel Festigkeit und Scheuerbeständigkeit. Daneben arbeitet man an der Vervollkommnung und Vereinfachung der Ausrüstungsverfahren für die zum Verbraucher gelangenden Fertigartikel und ist unablässig bestrebt, für beide Materialien immer neue Anwendungsgebiete zu erschließen.

Auf dem Gebiet der Acetylierung gab es in den letzten Jahren keine wesentlichen Neuerungen. Hier beschränkte sich die Aktivität auf den Einsatz immer besserer Rohstoffe und eine Verbilligung der bereits eingeführten Verfahren. Ähnliches gilt für die gebräuchlichen Naß- und Trockenspinnverfahren, nach denen Acetat und Triacetat hergestellt werden. Durch Variation der Spinnbedingungen, durch Modifizierung der Faserquerschnitte, durch geeignete Zusätze zu den Spinnlösungen oder durch spezielle Nachbehandlungen der Fäden wurden allerdings Wege zur Verbesserung einiger wesentlicher Materialeigenschaften aufgezeigt, die in Zukunft Bedeutung erlangen könnten. Auch Pfropfcopolymere, Bikomponentenfasern und Fäden aus Copolymeren sind Entwicklungen, die dem Acetat auf Grund verbesserter und zum Teil ganz neuartiger Eigenschaften weitere Einsatzgebiete erschließen werden. Web- und Wirkwaren aus Acetat und Triacetat sind heute zu ernsthaften Konkurrenten der vollsynthetischen Fasern geworden. Das gilt auch für Artikel aus texturierten Garnen, wo Acetat und Triacetat auf Grund ihres günstigen Preises und ihrer hervorragenden Eigenschaften ihren Marktanteil finden werden.

Acetate is one of the earliest man-made fibers, and its 1964 production figures made it rank third on the fiber world production list preceded only by rayon and nylon. Triacetate, which has progressively gained acceptance during recent years, closely resembles acetate in some respects, while being superior in others.

Acetate and triacetate are joint competitors against native fibers and other man-made products. Efforts are under way to effect a continuous drop in production costs as well as to improve essential characteristics, such as tenacity and abrasion resistance. Additional work is directed at perfecting and simplifying finishing processes to be used on final products, and ever new fields of application for the two products are currently sought after.

No essential changes have occurred in the field of acetylation during recent years. Activities in this sector were limited to the use of constantly improved raw materials and to effecting cost reductions on established processes. Similar efforts were devoted to customary wet and dry spinning processes for the production of acetate and triacetate. Variation of spinning conditions, modification of fiber cross sections, suitable additions to spinning solutions, and special finishing treatments designed to improve some of the essential properties of the materials may, on the other hand, carry future potential. Grafting copolymers, fibers obtained by conjugate spinning, and copolymer filaments represent additional developments likely to open new outlets for acetate in view of the improved and/or entirely new properties they impart.

Woven and knitted goods made of acetate and triacetate now offer serious competition to those made of synthetic fibers. The same applies with regard to articles made of textured yarns, in which acetate and triacetate will find a ready market due to their attractive price and outstanding properties.

Die vollsynthetischen Fasern haben in den letzten Jahrzehnten zunehmend an Bedeutung gewonnen. Dennoch werden auch heute noch, wie die Tabelle 1 zeigt, über drei Viertel des Weltfaserbedarfs durch Fasern auf Zellulosebasis gedeckt.

Tabelle 1: Weltproduktion an Textilfasern 1964 (in 1000 t) <sup>2</sup>

Baumwolle	11 120
zellulosische Chemiefasern (ohne Acetat)	2 950
vollsynthetische Fasern	1 688
Wolle	1 511
Acetat + Triacetat	434
Seide	29

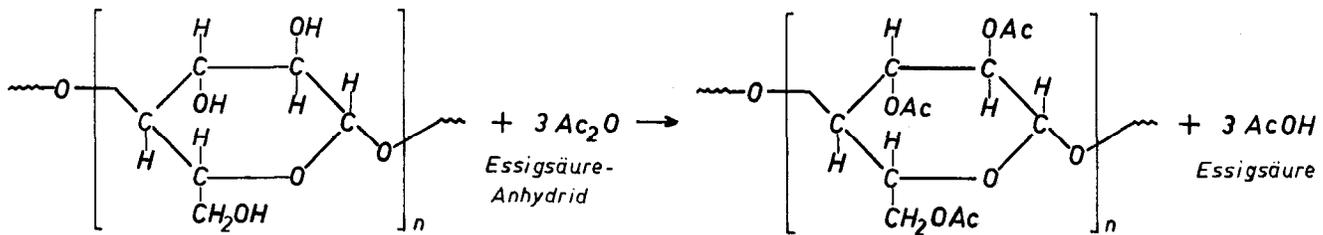
Zellulose ist somit der bei weitem bedeutendste Faserrohstoff. Sie besteht aus D-Glucosebausteinen,

die untereinander in 1,4-Stellung zu Makromolekülen verknüpft sind. Dabei entfallen auf jeden Glucosebaustein drei Hydroxylgruppen, die unter geeigneten Bedingungen verestert werden können.

Die Acetylierung der Zellulose zum Zellulose-Triacetat wurde 1895 entdeckt – 20 Jahre bevor Chardonnet die erste Chemiefaser aus Zellulosenitrat herstellte. Obwohl das triacetylierte Produkt in keinem leicht zu handhabenden und gleichzeitig billigen Lösungsmittel löslich war, beschrieben Cross und Bevan 1894

<sup>1</sup> Unter „Acetat“ und „Triacetat“ sollen entsprechend der heute gebräuchlichen Terminologie Endlosgarne und Spinnfasern verstanden werden, die aus Zellulose-2 1/2-Acetat bzw. Zellulose-Triacetat hergestellt sind.

<sup>2</sup> Nach Textile Organon 36, Juni 1965.



Schema der Acetylierung der Zellulose zum Zellulose-Triacetat:

ein technisches Herstellungsverfahren für Triacetatfasern, und 1914 wurde von der amerikanischen Lustron Comp. die erste Triacetatfaser auf den Markt gebracht. Die Produktion mußte allerdings schon bald wieder eingestellt werden, da die Faser nicht gefärbt werden konnte und auch die übrigen Eigenschaften den praktischen Anforderungen in keiner Weise genügten. Als besonders schlecht erwies sich die Hitzebeständigkeit. Das beruhte unter anderem darauf, daß sich die bei der Acetylierung durch Reaktion mit dem Katalysator gebildeten Schwefelsäureester der Zellulose unter der Einwirkung von Hitze und Feuchtigkeit zersetzten und die dabei freiwerdende Schwefelsäure die Faser zerstörte. Hätte zu jener Zeit ein echter Bedarf für eine neue Textilfaser bestanden, so hätte man sicherlich Mittel und Wege gefunden, um diese Schwierigkeiten zu überwinden. Da dies jedoch nicht der Fall war, geriet das Triacetat bald wieder in Vergessenheit, zumal Miles und Bayer kurz zuvor entdeckt hatten, daß man durch partielle Hydrolyse aus Zellulose-Triacetat ohne wesentliche Änderung der Stoffeigenschaften ein azetonlösliches Produkt herstellen konnte, das als faserbildende Substanz wesentlich leichter verarbeitbar war. Das partiell verseifte, azetonlösliche Produkt enthält im Mittel noch  $2\frac{1}{2}$  Acetylgruppen pro Glucosebaustein und wird deshalb als Zellulose- $2\frac{1}{2}$ -Acetat bezeichnet.

1919 wurde in England mit der großtechnischen Produktion von Acetatfasern aus Zellulose- $2\frac{1}{2}$ -Acetat begonnen. Gleichzeitig wurden in kürzester Zeit die neue Klasse der Dispersionsfarbstoffe und die für ihre Anwendung geeigneten Färbeverfahren entwickelt, da sich die bis dahin zum Färben der Naturfasern und der zellulosischen Chemiefasern verwendeten Farbstoffe für das Acetat als wenig brauchbar erwiesen.

Auf Grund seiner besonderen Eigenschaften stellte das neue Material von Anfang an eine ernsthafte Konkurrenz für die Naturseide und die damalige „Kunstseide“ dar. Es wurde innerhalb weniger Jahre zu einem bedeutenden Faktor auf dem Textilgebiet. Heute gehören die Acetatfasern zu den wichtigsten

Tabelle 2: Produktion synthetischer Fasern 1964 (in 1000 t)<sup>3</sup>

	Welt	USA	Westeuropa
zellulosische Fasern (ohne Acetat)	2950	491	1160
Nylon	904	411	291
Acetat + Triacetat	434	261	85
Polyester	338	125	115
Acryl- + Modacrylfasern	300	134	89
Glasfasern	150	109	25
sonstige	146	30	34

Chemiefasern. Sie werden derzeit von 53 Firmen hergestellt und stehen hinter den übrigen zellulosischen Fasern und dem Nylon an dritter Stelle der Welt-Chemiefaserproduktion. Das zeigt die Tabelle 2.

Man entnimmt der Tabelle, daß sich die Acetatfasern vor allem in den USA größter Beliebtheit erfreuen, während sie zum Beispiel in Westeuropa längst nicht die gleiche Bedeutung haben. Das liegt wohl nicht zuletzt daran, daß die besonders lohnintensiven Viskosefasern in den USA teurer als die Acetatfasern sind und deshalb einen Teil ihres Marktes an die letzteren abgeben mußten.

Eine Aufschlüsselung der Acetatproduktion nach den drei Hauptgruppen Endlosgarne, Spinnfasern und Acetatfaser für Zigarettenfilter zeigt, daß die Zigarettenfilter – auch wenn dies keine textile Anwendung im eigentlichen Sinne ist – eines der bedeutendsten Einsatzgebiete der Acetatfasern überhaupt darstellen. 1966 werden ca. 75% der in Westdeutschland und ca. 65% der in den USA produzierten Zigaretten unter Verwendung von Acetatfiltern hergestellt werden.

Tabelle 3: Produktion von Acetat + Triacetat 1964 (in 1000 t)<sup>4</sup>

	Welt	USA	Westeuropa
Endlosgarne	293	166	65
Spinnfasern	46	27	7
Kabel für Zigarettenfilter	95	68	13
Gesamtproduktion	434	261	85

Nachdem die Acetatfasern so erfolgreich waren, wurde während und kurz nach dem Zweiten Weltkrieg in mehreren Ländern auch die Entwicklung von Triacetatfasern für textile Zwecke erneut aufgegriffen. Dabei wurden alljene Erfahrungen berücksichtigt, die man in der Zwischenzeit sowohl mit dem Acetat, als auch mit den vollsynthetischen Fasern gemacht hatte. Außerdem war man bestrebt, die – wenn auch geringen – chemischen und physikalischen Unterschiede zwischen dem Acetat und dem Triacetat, die auf der unterschiedlichen Struktur der beiden Materialien beruhen, voll zu entwickeln. Die um die Jahreswende 1954/55 von fünf Firmengruppen nahezu gleichzeitig auf den Markt gebrachten Triacetatfasern stellten dann auch einen echten Fortschritt gegenüber dem bisher bekannten Acetat dar, sodaß bei diesem zweiten Anlauf ein Mißerfolg von vornherein ausgeschlossen war. Mit dem Argument, bei wesentlich niedrigerem Preis den inzwischen so gut eingeführten vollsynthetischen Fasern in vieler Hinsicht ähnlich zu sein, erlangten sie bereits nach kurzer Zeit eine wirtschaftliche Bedeutung. Für einige Zeit hatte es

<sup>3</sup> und <sup>4</sup> Nach Textile Organon, 36, Juni 1965.

sogar den Anschein, als ob das Triacetat den Bestand des Acetats ernstlich gefährden könnte, da Textilien aus Triacetat wegen ihrer Dimensionsstabilität und Knitterbeständigkeit, im Gegensatz zu Textilien aus Acetat, ausgezeichnete Wash and wear-Eigenschaften aufwiesen.

Heute gibt es diesen Unterschied nicht mehr. Bei Anwendung spezieller Ausrüstungsverfahren, wie sie in den letzten Jahren für Web- und Wirkwaren sowie für texturierte Garne aus Acetat entwickelt wurden, sind Textilien aus den beiden Acetatfasern in bezug auf das Wash and wear-Verhalten und die übrigen Trageigenschaften einander ebenbürtig. Auch hinsichtlich der wesentlichen textilmechanischen Eigenschaften, wie Reißfestigkeit, Dehnung, Kraft-Dehnungsverhalten und Elastizitätsmodul (trocken), der Beständigkeit gegenüber Flächenscheuerung, der Hitze- und Lichtbeständigkeit und der Resistenz gegen mikrobiologischen Abbau sowie einer Vielzahl weiterer Eigenschaften, sind die beiden Acetatfasern gleich zu beurteilen. Dagegen gibt es bezüglich einiger thermischer Eigenschaften gewisse Unterschiede, vor allem dann, wenn das Triacetat thermofixiert wird.

Tabelle 4: Thermische Eigenschaften der Acetatfasern

	Acetat	Triacetat	
		unbehandelt	fixiert
Schmelzpunkt (°C)	255	300	300
maximale Bügeltemperatur (°C)	180	180	240
klebt bei (°C)	190	190	250

Dabei ist besonders bemerkenswert, daß das Triacetat den höchsten Schmelzpunkt aller für textile Zwecke verwendeten schmelzbaren Chemiefasern aufweist.

Verschieden ist auch das Wasseraufnahmevermögen, wobei die Frage offen bleibt, ob die geringe oder die höhere Feuchtigkeitsaufnahme als Vorteil zu werten ist.

Tabelle 5: Feuchtigkeitsaufnahme der Acetatfasern

	Acetat	Triacetat	
		unbehandelt	fixiert
% Quellung	10	4	2
% Gleichgewichtswassergehalt (bei 22° C und 65 % rel. Feuchte)	6,5	4	3
% Feuchtigkeitsrückhaltevermögen (bestimmt nach der Schleudermethode bei 100 % rel. Feuchte und tausendfacher Erdbeschleunigung)	25—28	16—17	10

Im Verlauf der neuentwickelten Ausrüstungsverfahren für Acetat geht der Wert für das Feuchtigkeitsrückhaltevermögen ungefähr auf den Wert für nicht-fixiertes Triacetat zurück.

Auch bei Heiß-naß-Beanspruchung verhalten sich Acetat und Triacetat unterschiedlich, und trotz gleicher

Dehnung und gleicher relativer Naßfestigkeit sind der im nassen Zustand gemessene E-Modul und das elastische Erholungsvermögen des Triacetats etwa doppelt so groß wie bei Acetat.

Neben der allgemein besseren Lösungsmittelbeständigkeit des Triacetats ist seine größere Beständigkeit gegenüber Verseifung von besonderer praktischer Bedeutung. So können Triacetat/Baumwollmischungen ohne Schädigung des Triacetats bei  $p_H$  9,5 mercerisiert werden und eine Peroxydbleiche bis  $p_H$  10 ist ebenfalls möglich. Acetat würde unter den gleichen Bedingungen durchverseift werden.

Nachdem sich Textilien aus den beiden Acetatfasern in der Praxis aber gleich gut bewähren, dürften diese scheinbar so beachtlichen Unterschiede in einigen Materialeigenschaften hierfür nur von untergeordneter Bedeutung sein und man muß sich fragen, ob sie auch heute noch die Einführung einer zweiten Acetatfaser rechtfertigen würden. Welche Bedeutung sollte auch zum Beispiel die Tatsache haben, daß Triacetat bei höherer Temperatur als Acetat gebügelt werden kann, wenn die Ware wegen ihrer hervorragenden Wash and wear-Eigenschaften überhaupt nicht mehr gebügelt zu werden braucht?

Vergleicht man die physikalischen und chemischen Eigenschaften der beiden Acetatfasern mit den Eigenschaften der anderen Faserarten, so erkennt man, daß ihnen nicht nur die vollsynthetischen Fasern in mancher Hinsicht überlegen sind. Wenn sie dennoch auf dem Markt so erfolgreich sind, so liegt das nicht zuletzt daran, daß hierfür neben den objektiv meßbaren Eigenschaften auch Fragen des Geschmacks und der Mode eine wesentliche Rolle spielen. So erfreut sich das Acetat vor allem wegen seines seidigen Griffes, seines edlen Glanzes, der Leuchtkraft der Farben und des hervorragend schönen Falls besonderer Beliebtheit und wird gerne zur Herstellung von Damenoberbekleidung und Heimtextilien verwendet, auch wenn die Festigkeit und die Scheuerbeständigkeit einiges zu wünschen übrig lassen.

Bei der Entscheidung für die eine oder die andere Faser spielen neben den Materialeigenschaften die Garnpreise natürlich ebenfalls eine wesentliche Rolle. So ist der Preisvorteil der Acetatfasern vor allem gegenüber den vollsynthetischen Fasern so groß, daß hiedurch gewisse Nachteile durch Unterschiede in bestimmten Eigenschaften oftmals mehr als aufgewogen werden.

Tabelle 6: Preisvergleich für 100 den Endlosgarne<sup>5</sup>

(USA-Listenpreis in \$/lb am 1. 2. 1966)			
Acetat	0,91	Nylon	1,65
Viskose	1,01	Polyester	1,75
Triacetat	1,14		

Um auch in Zukunft gegenüber den anderen Faserarten bestehen zu können und wenn möglich den Marktanteil noch auszuweiten, werden von den Herstellern der beiden Acetatfasern große Anstrengungen gemacht. Man bemüht sich um eine immer weitergehende Verbilligung der Herstellungsverfahren und eine Verbesserung der wichtigen Materialeigenschaften. Dane-

<sup>5</sup> Nach Modern Textiles Magazine 47 (1966) Nr. 3.

ben arbeitet man an der Vervollkommnung und Vereinfachung der Ausrüstungsverfahren für die zum Verbraucher gelangenden Fertigartikel und ist unablässig bestrebt, beiden Materialien immer neue Anwendungsgebiete zu erschließen.

Betrachten wir nun die wichtigsten Herstellungs- und Verarbeitungsstufen für die beiden Acetatfasern im einzelnen, um auf diese Weise einen Überblick über die zahlreichen dort auftretenden Schwierigkeiten und Probleme zu bekommen. Nur so ist es möglich, die Versuche zu deren Überwindung und die Vorschläge zur Verbesserung der Verfahren richtig zu beurteilen. Selbstverständlich können in diesem Zusammenhang immer nur einige der wesentlichsten Punkte angesprochen werden, da eine umfassendere Behandlung des Themas den Rahmen eines Übersichtsreferates bei weitem sprengen würde.

### 1. Acetylierung der Zellulose

Als Rohstoff für die Herstellung des Zellulose-Acetats werden reinste Holzzellulosen oder Baumwoll-Linters verwendet, die weitestgehend frei von Hemizellulosen, Oxyzellulosen und Polysacchariden wie Mannanen und Xylanen sein müssen, da durch diese die spätere Verarbeitbarkeit wesentlich beeinträchtigt würde. Zur Acetylierung wird die Zellulose in einen Knetter oder eine Acetylierungstrommel gegeben, wo sie – unter Zusatz von Katalysatoren (meist Schwefelsäure) – mit einem Gemisch aus Essigsäureanhydrid und Eisessig während mehrerer Stunden verestert wird; in einem abgewandelten Verfahren wird in der Acetylierungsmischung noch zusätzlich mit Methylchlorid gearbeitet. Um nach Abschluß der Acetylierung, in deren Verlauf eine gewisse Depolymerisation eintritt, triacetylierte Produkte mit dem angestrebten Durchschnittspolymerisationsgrad (DP) zu erhalten, müssen Zeit, Temperatur und Katalysatormenge sorgfältig aufeinander abgestimmt werden.

Auf die im Verlauf der Acetylierung eintretenden chemischen Reaktionen soll hier nicht im einzelnen eingegangen werden. Es sei lediglich erwähnt, daß sich mit der als Katalysator fungierenden Schwefelsäure zunächst Schwefelsäureester bilden und die  $\text{SO}_3\text{H}$ -Gruppen erst mit fortschreitender Reaktion nach und nach durch Acetylgruppen ersetzt werden. Die nach Abschluß der Reaktion noch verbleibenden  $\text{SO}_3\text{H}$ -Gruppen müssen vor der Weiterverarbeitung sorgfältig entfernt bzw. ebenfalls durch Acetylgruppen ersetzt werden, da sie die Stabilität der Acetate erheblich beeinträchtigen.

Nach Beendigung des Reaktionszyklus wird verdünnte Essigsäure zur Reaktionsmischung gegeben, um das in der hochviskosen Lösung enthaltene Zellulose-Triacetat bis zur Stufe des  $2\frac{1}{2}$ -Acetats zu verseifen. Da die  $\text{SO}_3\text{H}$ -Gruppen dabei sehr viel rascher als die Acetylgruppen reagieren, bereitet ihre quantitative Entfernung keine besonderen Schwierigkeiten. Wenn die angestrebte Acetylzahl von 54,5 bis 55,0 nach einigen Stunden erreicht ist, wird das Zellulose-Acetate durch Zusatz von überschüssigem Wasser ausgefällt, sorgfältig gewaschen und getrocknet.

Die Herstellung von Zellulose-Triacetat unterscheidet sich von derjenigen des  $2\frac{1}{2}$ -Acetats nur dadurch, daß bei der zur Entfernung der  $\text{SO}_3\text{H}$ -Gruppen auch

hier erforderlichen Hydrolyse nur möglichst wenige Acetylgruppen mitverseift werden dürfen, damit Zellulose-Triacetate mit Acetylzahlen von mindestens 61,5 erhalten werden. Unter geeigneten Reaktionsbedingungen können Acetylzahlen um 62 oder darüber erreicht werden und beim Schering-Verfahren, bei dem heterogen in Toluol oder Xylol acetyliert wird, kommt man sogar zu Produkten, die praktisch die theoretische Acetylzahl von 62,5 aufweisen.

Für die Wirtschaftlichkeit der Acetylierung ist die Rückgewinnung der anfallenden verdünnten Essigsäure von besonderer Bedeutung.

Über Zellulose-Acetate und seine Herstellung ist in den letzten Jahren viel gearbeitet worden, und zwar einerseits im Hinblick auf die Möglichkeiten zur Qualitätsverbesserung und andererseits im Hinblick auf eine immer weitergehende Rationalisierung und Verbilligung der Herstellungsverfahren.

Zum Thema Qualitätsverbesserung interessieren vor allem die Arbeiten über die Herstellung besonders reiner Zellstoffe, über die Trübung und die Farbe des Acetats, über die sogenannte „falsche Viskosität“ und die Filtrierbarkeit der Acetatlösungen und über den Einfluß des DP und der Kettenlängenverteilung auf die Qualität der gesponnenen Fäden. Grundlegend neue Erkenntnisse wurden dabei aber nicht gewonnen.

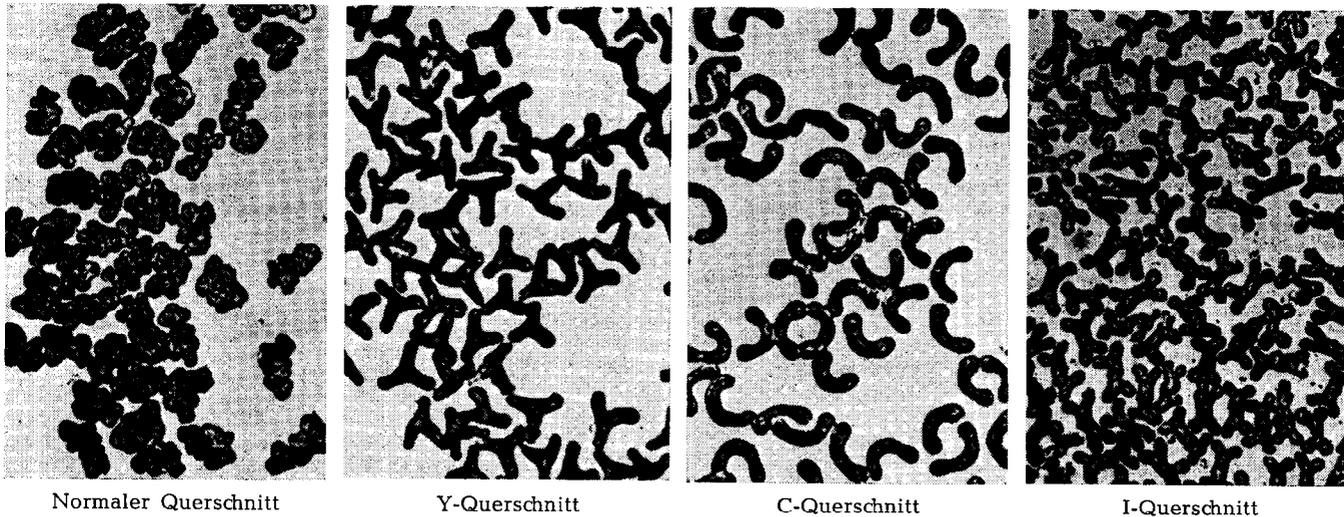
Hinsichtlich der Vereinfachung und Verbilligung der Acetylierung wurden dagegen große Fortschritte erzielt, auch wenn dies nur zum geringen Teil bekannt geworden ist. So konnten die Zeiten für Acetylierung und Hydrolyse durch Abwandlung der Reaktionsbedingungen und neue apparative Entwicklungen bei gleichzeitiger Qualitätsverbesserung immer weiter verkürzt werden. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang die in Frankreich ausgearbeitete vollkontinuierliche Acetylierung, durch die die Produktivität enorm gesteigert wird und gleichzeitig sehr viel gleichmäßigere Produkte erhalten werden, als dies beim chargenweisen Arbeiten jemals möglich sein würde.

### 2. Herstellung der Acetatfasern

Die Herstellung der beiden Acetatfasern erfolgt vorwiegend nach dem Trockenspinnverfahren. Bei diesem wird das Acetat bzw. Triacetat in einem leichtflüchtigen Lösungsmittel gelöst und nach mehrfacher Filtration der Lösung durch Spinn Düsen in einen von Heißluft durchströmten Spinn schacht gedrückt. Dort werden die Fäden durch Verdampfung des Lösungsmittels gebildet. Die Temperatur der Spinnlösung liegt normalerweise um  $50^\circ\text{C}$ , die Temperatur der den Spinn schacht durchströmenden Luft bei 80 bis  $100^\circ\text{C}$ . Spinn geschwindigkeit je nach Titer 200 bis 800 m/min. Nach Verlassen des Spinn schachtes wird auf den Faden eine geeignete Präparation aufgetragen, um in den nachfolgenden Verarbeitungsstufen optimale Laufeigenschaften zu erzielen. Während die Endlosgarne dann meist auf zylindrischen Kreuzspulen aufgewickelt werden, faßt man zur Herstellung von Spinnfasern oder Zigarettenkabel die Fäden von einer Vielzahl von Spinnstellen zu einem Kabel zusammen, das maschinell gekräuselt und gegebenenfalls auf die gewünschte Stapellänge geschnitten wird.

Das Naßspinnverfahren spielt vor allem zur Herstel-

Abb. 1: Beispiele für verschiedene Faserquerschnitte



lung von Spinnfasern eine große Rolle. Hierbei werden entweder die gleichen Spinnlösungen wie beim Trockenspinnverfahren oder die nach der Hydrolyse anfallende hochviskose essigsäure Acetatlösung durch Düsen in ein Fällbad extrudiert, in dem das Acetat in Fadenform ausgefällt wird. Das Fällbad besteht im allgemeinen aus einem Gemisch des Lösungsmittels mit einem Nichtlösungsmittel (z. B. Essigsäure + Wasser). Die Spinnengeschwindigkeiten sind verhältnismäßig niedrig und liegen je nach Verfahren zwischen 10 und 100 m/min.

Triacetat kann prinzipiell auch nach dem Schmelzspinnverfahren hergestellt werden. Wegen erheblicher technischer Schwierigkeiten wird aber in der Praxis dem Trocken- oder dem Naßspinnverfahren meist der Vorzug gegeben.

Um die Produktion eines Materials mit stets gleichbleibender Qualität sicherzustellen, müssen die einmal für einen bestimmten Fadentyp als optimal erkannten Spinnbedingungen genau eingehalten werden.

Die Herstellung des Acetats unterscheidet sich von der Herstellung des Triacetats nur dadurch, daß mit anderen Lösungsmitteln gearbeitet werden muß. So wird in der Acetatspinnerei wegen der leichten Handhabung und des niedrigen Preises praktisch ausschließlich Azeton verwendet, während man für das azetonunlösliche Zellulose-Triacetat aus den gleichen Gründen Gemische aus 90 bis 95% Methylenchlorid und 10 bis 5% Methanol bevorzugt. Zur Erzielung eines optimalen Spinnverlaufs muß die Spinnviskosität innerhalb eines ganz bestimmten Bereiches liegen, wodurch die Konzentration der Spinnlösungen nach oben und unten begrenzt wird. Das ist an sich bedauerlich, da mit zunehmender Konzentration der Spinnlösungen die Eigenschaften der ersponnenen Fäden zunächst immer besser würden. Hier gilt es den richtigen Kompromiß zu finden.

Auch auf dem Spinnsektor bemüht man sich laufend um die Weiterentwicklung und Verbilligung der jeweiligen Verfahren. So wird heute schon versuchsweise mit Spinnengeschwindigkeiten von 1100 bis 1200 m/min gearbeitet und die Rückgewinnung und Aufarbeitung der Lösungsmittel, die für die Wirtschaftlichkeit eines

Verfahrens auch hier von ausschlaggebender Bedeutung sind, werden immer weiter vervollkommenet.

Daneben wird der Verbesserung der Qualität und der Schaffung neuer Fadeneigenschaften durch Anwendung neuer oder abgewandelter Spinnbedingungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt, da die Fadeneigenschaften in der Spinnerei am meisten beeinflusst werden können. So sind zum Beispiel elastische oder selbstkräuselnde Acetatfäden entwickelt worden, die für gewisse Einsatzgebiete außerordentlich interessant sind. Außerdem wurden Verfahren zur Herstellung von Profilfasern mit modifizierten Querschnitten und von Hohlfasern ausgearbeitet. Auf diese Weise können unter anderem der Griff und die Scheuerbeständigkeit wesentlich beeinflusst werden. Einige charakteristische Querschnittsformen zeigt die Abbildung 1.

Aus Japan wurde kürzlich berichtet, daß man dort nach einem neuen Trockenspinnverfahren durch Spinnen in überhitztem Azetondampf Acetatfäden erhalten habe, die bei sonst gleichen Eigenschaften ein Mehrfaches der bisher erreichbaren Reißfestigkeiten aufwiesen.

Hierher gehört auch die Herstellung multifiler Garne mit besonders feinen Einzelfasertitern. Da die Düsenbohrungen aus Gründen der Betriebssicherheit nicht beliebig verkleinert werden können, muß mit entsprechend verdünnten Spinnlösungen gearbeitet werden, die wegen ihrer zu niedrigen Viskosität nicht ohneweiters versponnen werden können. Durch Zusatz von Ti-, Al- oder Zr-Chelaten zur Spinnlösung, was eine entsprechende Viskositätserhöhung zur Folge hat, konnte dieses Problem zufriedenstellend gelöst werden. Die nach diesem Verfahren ersponnenen Fäden mit Einzelfasertitern von 0,75 bis 1,0 den entsprechen in ihren Eigenschaften weitgehend konventionell gesponnenen Fäden. Bei anderen Verfahren zur Herstellung von Acetatfasern mit extrem niedrigen Einzelfasertitern wird die Spinnlösung nach Verlassen der Düse mittels eines elektrischen Feldes oder mit Preßluft versprüht, wobei Faserdurchmesser bis herab zu  $0,3 \mu$  erreichbar sein sollen.

Weitere Arbeiten befassen sich mit der in letzter Zeit häufig erwähnten Spinnstrukturierung und mit der

Herstellung von Endlos Garnen mit Dick/dünn-Effekt. Schließlich sollen die Versuche zum Verspinnen von Polymergemischen aus Polyacrylnitril bzw. nachchloriertem Polyvinylchlorid und Zellulose-2 $\frac{1}{2}$ -Acetat, die Pfropfcopolymeren mit Acrylnitril und die Bikomponentfasern aus 2 $\frac{1}{2}$ -Acetat und Triacetat nicht unerwähnt bleiben, auch wenn diese Entwicklungen bis jetzt keine praktische Anwendung gefunden haben.

Auch beim Naßspinnen wurden bemerkenswerte Fortschritte erzielt. So weist das vor einiger Zeit auf den Markt gebrachte Arnel 60 neben anderen Vorzügen eine beinahe doppelt so hohe Festigkeit wie normale Triacetatfasern auf und ist deshalb auch zur Herstellung feinsten Garnnummern geeignet.

Andere Entwicklungen betreffen die Beeinflussung der verschiedensten Fadeneigenschaften durch Zusätze zur Spinnlösung. Hieher gehören neben Spinnfärbung und Mattierung durch Pigmentzusatz unter anderem die Einarbeitung optischer Aufheller und bakterizid wirkender Substanzen, von Mitteln zur Erhöhung der Flammfestigkeit und der Hitze- und Lichtbeständigkeit, von Hilfsmitteln zur Erhöhung des Farbstoffaufnahmevermögens und zur Verminderung der elektrostatischen Aufladung und von Inhibitoren zur Erhöhung der Echtheiten. Alle diese Zusätze haben den besonderen Vorteil, außerordentlich waschbeständig zu sein, da sie in der Fasermasse gleichmäßig verteilt und so zu einem Bestandteil des Fadens geworden sind. Durch Zusatz von Weichmachern zur Spinnlösung werden Acetatfasern hergestellt, deren Erweichungspunkt bei 100° C und deren Schmelzpunkt bei 130° C liegt, und die deshalb zur Beschichtung, zur Herstellung von Nonwoven-fabrics sowie für viele andere Zwecke besonders geeignet sind.

An dieser Stelle sei noch auf zwei Verfahren hingewiesen, durch die die Eigenschaften der gesponnenen Fasern grundlegend verändert werden können und die eine gewisse praktische Bedeutung erlangt haben. So können Acetatfasern im alkalischen Medium leicht unter Erhaltung der Faserstruktur verseift und in Fasern umgewandelt werden, die chemisch normalem Textilreylon entsprechen. Wenn man dabei von hochverstrecktem Acetat ausgeht, erhält man Fasern, die unter anderem extrem hohe Festigkeiten und eine hervorragende Dimensionsstabilität aufweisen und die seit vielen Jahren unter den Namen Fortisan bzw. Fortanese auf dem Markt sind. Umgekehrt können Baumwoll- oder Viskosefasern unter Erhaltung der Faserstruktur, beispielsweise mit einer Mischung aus Tetrachlorkohlenstoff, Essigsäureanhydrid und Perchlorsäure, heterogen bis zur Triacetatstufe acetyliert werden. Die so erhaltenen Triacetatfasern, wie zum Beispiel das japanische Alon, haben bei einer Acetylzahl um 58 hohe Festigkeiten und eine sehr gute Knickbruchbeständigkeit. In dieser Beziehung sind sie normalen Triacetatfasern deutlich überlegen, während die übrigen Eigenschaften der beiden Faserarten weitgehend gleich sind.

Nach demselben Verfahren werden zuweilen auch Fischnetze und fertige Baumwoll- oder Viskosefaserewebe oberflächlich acetyliert, um die Hitze- und Lichtbeständigkeit, sowie die Resistenz gegenüber mikrobiologischem Abbau und die Widerstandsfähigkeit bei Heiß-naß-Beanspruchung zu verbessern.

### 3. Garnfärbung

Zum Färben wird das Rohgarn auf perforierte Färbehülsen gelegt und im Spulenfärbeapparat gefärbt. Texturierte Garne können außerdem als Spulkränze oder in Strangform gefärbt werden. Auch die kontinuierliche Färbung am laufenden Faden ist möglich, wenn nach dem sogenannten Lösungsmittel-Färbverfahren (solvent dyeing) gearbeitet wird, bei dem die Farbstoffe in leichtflüchtigen Lösungsmitteln gelöst sind. Nach dem Färben muß erneut eine für die Weiterverarbeitung geeignete Präparation aufgebracht werden.

Zur Färbung der Acetat- und Triacetatfasern werden vor allem ausgewählte hitzebeständige Dispersionsfarbstoffe verwendet. Lediglich für Schwarzfärbungen mit hohen Echtheiten werden daneben auch Entwicklungsfarbstoffe eingesetzt.

Triacetat hat eine geringere Farbaffinität als Acetat, wobei die Affinitätsunterschiede von Farbstoff zu Farbstoff verschieden groß sind. Wenn für bestimmte Farbtöne mit Farbstoffmischungen gearbeitet werden muß, hat das oftmals zur Folge, daß auf Acetat und Triacetat mit der gleichen Mischung unterschiedliche Nuancen erhalten werden.

Wegen seiner geringeren Farbaffinität muß das Triacetat generell bei höheren Temperaturen als das Acetat gefärbt werden, beispielsweise bei 95°C gegenüber 80°C für gleiche Färbedauer und gleiche Farbtiefe. Auf Grund seiner guten Temperaturbeständigkeit kann es aber auch ohne weiteres bei Kochtemperatur oder darüber ohne Faserschädigung gefärbt werden, während Acetat bereits oberhalb 80 bis 85°C matt wird und merklich an Festigkeit verliert. Besonders empfehlenswert ist die Färbung unter HT-Bedingungen, da dann auch langsam aufziehende Farbstoffe verwendet werden können, die bei hervorragenden Echtheiten einen außerordentlich gleichmäßigen Farbausfall ergeben.

Zur Erzielung tiefer Farbtöne oder beim Arbeiten in Apparaturen, in denen Temperaturen nahe 100°C auf der Ware nicht gewährleistet sind, müssen bei der Triacetatfärbung oftmals Färbebeschleuniger, sogenannte Carrier, zu Hilfe genommen werden. Diese sollten allerdings erst gegen Ende der Färbezeit zugesetzt werden, um ein zu rasches und damit möglicherweise unegales Aufziehen der Farbstoffe zu vermeiden. Nach Beendigung der Färbung müssen die Carrier wieder vollständig entfernt werden, da durch Carrierreste die Lichtechtheit beträchtlich vermindert würde.

Die Echtheiten der Färbungen sind auf beiden Acetatfasern gut, wenn mit ausgewählten Farbstoffen gearbeitet wurde. Alle Naßechnheiten sind im allgemeinen auf Triacetat geringfügig besser als auf Acetat, während die Lichtechtheit eher etwas schlechter ist. Von besonderer Wichtigkeit ist die Abgasechtheit, da bestimmte Dispersionsfarbstoffe unter der Einwirkung atmosphärischer Gase (Stickoxyde, Ozon) eine Farbtonveränderung erleiden. Diesem sogenannten gasfading kann durch geeignete Inhibitoren, wie zum Beispiel aliphatische oder aromatische Amine, begegnet werden, wobei allerdings eine Verringerung der Lichtechtheit um  $\frac{1}{2}$  bis 1 Note in Kauf genommen wer-

den muß. Daneben ist für viele Farbnuancen die Verwendung resistenter Farbstoffe möglich, die jedoch wegen ihres meist höheren Preises vor allem für tiefe Farbtöne nur ungern eingesetzt werden.

Spinngefärbte Fasern, die etwa 5 bis 10% der gesamten Acetatproduktion ausmachen, haben die mit Abstand besten Echtheiten und unterliegen dem gefärbten gas-fading überhaupt nicht.

#### 4. Texturierte Garne

Zur Kräuselung der von Haus aus glatten Acetatfäden können die verschiedensten Verfahren angewandt werden. Auf die Möglichkeit zur Herstellung selbstkräuselnder Fäden durch die Wahl spezieller Spinnbedingungen, sowie auf die Spinnstrukturierung wurde bereits hingewiesen. Im allgemeinen werden die Garne jedoch erst nach Verlassen der Spinnerei auf mechanischem Wege gekräuselt. Von den hierfür in Frage kommenden Verfahren hat das sogenannte Falschdrahtverfahren, das zur Texturierung vollsynthetischer Fasern, wie Nylon und Polyester, zu hoher Perfektion entwickelt wurde und bei dem die thermoplastischen Eigenschaften der Fasern zur Aufbringung des Bausches ausgenutzt werden, die größte Bedeutung. Zur Texturierung von Acetat und Triacetat sind grundsätzlich alle Falschdrahtmaschinen geeignet. Voraussetzung ist lediglich, daß sie über eine genau einstellbare Garnzulieferung verfügen, da in der Heiz- und Texturierungszone eine definierte Verstreckung (3 bis 7% underfeed) aufrechterhalten werden muß. Die optimalen Arbeitsbedingungen sind für Acetat und Triacetat wegen des unterschiedlichen thermischen Verhaltens der beiden Materialien etwas verschieden. So werden zum Beispiel für die FT 1-Maschine von ARCT die folgenden Einstellungen empfohlen:

Tabelle 7: Einstelldaten auf der FT 1-Maschine

	Acetat 200/32 den	Triacetat 200/34 den
trs/min	44 000	44 000
trs/m	1 850	1 600
Temperatur °C	175	185
Zulieferung	- 7%	- 3%
Aufwicklung	+ 14%	+ 8%

Im allgemeinen liegen die Arbeitstemperaturen je nach Heizart und Maschinentyp bei 170 bis 200°C, wobei die Durchlaufgeschwindigkeiten bis zu 100 m/min betragen können. Abschließend muß das Material einige Zeit auf der Spule gedämpft werden, um ihm die bei der Weiterverarbeitung störende Kringelneigung zu nehmen.

Neben den falschdraht-texturierten Stretchgarnen werden in zunehmendem Maße Krinkelgarne nach dem Knit-dekmit-Verfahren und Luftbauschgarne nach dem Taslanverfahren hergestellt. Mit letzterem können auch Effektgarne mit Dick/dünn-Effekt erzeugt werden. Spinnfasern und Spinnkabel werden praktisch ausschließlich in der Stauchkammer gekräuselt. Für Endlosgarne ist das Stauchkammerverfahren dagegen

ungeeignet, da hierbei die empfindlichen Acetatfasern zu sehr geschädigt und an Festigkeit verlieren würden. Der Vollständigkeit halber sei schließlich noch auf die Möglichkeiten zur chemischen Kräuselung hingewiesen, bei der die Fäden mit bestimmten Substanzen, wie zum Beispiel den Hydroxycarbonsäureestern aliphatischer Alkohole, behandelt werden.

Zum Texturieren sind sowohl rohweiße, als auch spinn- oder fadengefärbte Garne geeignet. Im allgemeinen wird aber die Färbung vor der Texturierung empfohlen, da beim nachträglichen Färben vor allem beim Acetat leicht ein Teil des aufgebrachten Bausches verlorengelht. In der Zwischenzeit hat man allerdings Mittel und Wege gefunden, den beim Texturieren aufgebrachten Bausch so permanent zu fixieren, daß auch die nachträgliche Garn- oder Stückfärbung möglich ist. Dabei brauchen dann keine hitzebeständigen Farbstoffe verwendet werden, und die farbtongetreue Ausfärbung nach gegebenen Vorlagen ist wesentlich einfacher.

In den letzten Jahren sind texturierte Garne aus Acetat/Nylon- bzw. Triacetat/Polyester-Mischzwirnen zu ernsthaften Konkurrenten der texturierten Garne aus reinem Acetat oder Triacetat geworden. In diesen Mischzwirnen, die nach den gleichen Verfahren wie die reinen Acetatgarne texturiert werden, können entweder beide Komponenten oder aber nur das vollsynthetische Garn texturiert sein, wodurch ganz unterschiedliche Effekte erzielt werden. Selbstkräuselnde Mischzwirne erhält man durch Kombination zweier Faserarten, die in der Hitze unterschiedlich stark schrumpfen; hier wird die Kräuselung erst nach der Verarbeitung der glatten Garne durch Hitzebehandlung der fertigen Ware entwickelt.

Die texturierten Garne können auf allen Maschinentypen in der Strickerei, sowie in Weberei und Wirkelei verarbeitet werden. In der Strickerei verwendet man bei falschdraht-texturiertem Material meist Zweifachgarne aus zwei Komponenten, die mit entgegengesetzter Drehrichtung texturiert wurden, um möglichst drehungsfreie Artikel zu erhalten. Zur Erzielung eines optimalen Warenerfolgs wird empfohlen, die Ware nach dem Stricken zunächst bei 80 bis 100°C in einem heißluftbeheizten Tumbler zu behandeln, um den Bausch voll zu entwickeln und die im Verlauf der Verarbeitung aufgebrachten Spannungen zu relaxieren, und Triacetat anschließend noch im Autoklaven zu thermofixieren. Danach werden fully-fashioned-Artikel in der Paddel, Schlauchware in der Haspelkufe gewaschen und gefärbt. Dabei gilt für die Färbung sinngemäß das für die Garnfärbung Gesagte. Nach nochmaligem gründlichen Waschen wird aviviert, wobei unter anderem der Griff - entsprechend dem Publikums geschmack - in weiten Grenzen variiert werden kann, und im Tumbler getrocknet. Nun wird die Schlauchware aufgeschnitten und auf Rollen oder auf dem Nadelrahmen leicht gedämpft. Abgepaßte Strickstücke und Fertigartikel werden im Autoklaven oder auf Dämpfplatte bzw. Dämpftisch behandelt; durch Formfixierung ist dann praktisch keine Verbesserung mehr zu erzielen.

Wenn die Ware richtig ausgerüstet und der Bausch vor der Naßbehandlung ausreichend fixiert wurde, sind Strickwaren aus Acetat und Triacetat einander in jeder Beziehung ebenbürtig. Sie zeichnen sich be-

sonders durch ihren angenehmen Griff und ihre Pflegeleichtigkeit aus. Hinsichtlich Pillingbeständigkeit und Dimensionsstabilität sind sie sogar Artikeln aus texturiertem Nylon, dem Prototyp der texturierten Game, überlegen und konnten in den letzten Jahren ihren Marktanteil laufend vergrößern.

#### 5. Web- und Wirkwaren und ihre Ausrüstung

Die Verarbeitung von Acetat und Triacetat in Weberei und Wirkerei unterscheidet sich kaum von derjenigen anderer Faserarten. Deshalb braucht hier nicht näher darauf eingegangen zu werden. Erwähnt seien lediglich zwei neuere Entwicklungen, bei deren Anwendung die Gesteungskosten in der Weberei merklich gesenkt werden könnten. Da sind einmal die Versuche zum Arbeiten mit ungedrehten Schußgarnen, die sehr aussichtsreich zu sein scheinen. Zum anderen wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem die multifibren Game direkt an der Spinnmaschine durch spezielle Düsen geführt, tangential mit Luft angeblasen und die Einzelkapillaren mehr oder weniger stark miteinander verwirrt und verflochten werden, ohne daß der Charakter eines glatten Games verlorengeht. Solche Garne können wie gedrehte Game gezettelt und geschlichtet werden und sind, bei Verwendung einer geeigneten Präparation, sogar ohne Schlichte in der Weberei zu verarbeiten.

Während sich konventionell ausgerüstete Web- und Wirkwaren aus Acetat und Triacetat nur unwesentlich voneinander unterscheiden, können beim Triacetat durch eine spezielle Hitzebehandlung ganz neue Eigenschaften „entwickelt“ werden. Stoffe aus hitzebehandeltem Triacetat sind weitgehend dimensionsstabil und knitterbeständig und haben sehr gute Wash and wear-Eigenschaften. Sie sind waschmaschinenfest und schnelltrocknend, können bei relativ hohen Temperaturen ohne Glanzbildung gebügelt werden und sind hervorragend plissierfähig. Sie gleichen sehr viel eher Stoffen aus vollsynthetischen Materialien als solchen aus konventionell ausgerüstetem Acetat.

Die Erzeuger von Acetatfasern machten deshalb große Anstrengungen, um den aus diesem Material hergestellten Web- und Wirkwaren durch geeignete Ausrüstungsverfahren möglichst ebenso gute Eigenschaften zu vermitteln. Das ist mit dem „Stella“-Verfahren, das in den USA als „Estrel“-Verfahren bekannt ist, und nach dem heute schon in der ganzen Welt gearbeitet wird, gelungen. Stella-ausrüstete Ware ist ebenso pflegeleicht und ebenso gut plissierfähig wie entsprechende Ware aus Triacetat. Bezüglich der Knitterbeständigkeit ist sie sogar, wie Abbildung 2 an einem charakteristischen Beispiel an Hand des sogenannten Monsanto-Tests zeigt, oftmals geringfügig besser zu beurteilen.

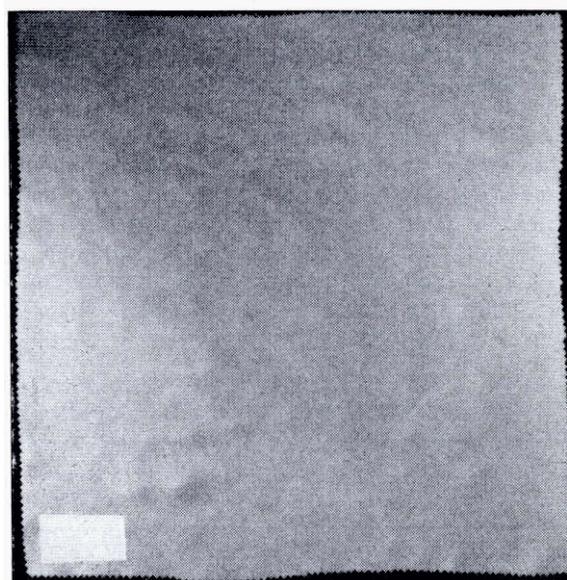
Das für Triacetat eingeführte Ausrüstungsverfahren und das Stella-Verfahren entsprechen einander in den Kosten und in der Zahl der Verfahrensschritte weitgehend, nachdem in zunehmendem Maße auch das Triacetat abschließend gedämpft wird. Eine Übersicht über beide Verfahren vermittelt die Tabelle 8, in der zum Vergleich die konventionelle Ausrüstung von Acetat ebenfalls aufgeführt ist.

Wenn die Ware bedruckt werden soll, oder für Farbtönen bestimmt ist, die durch eine Hitzebehandlung in ihrer Brillanz leiden würden, wird die Thermofi-

Abb. 2: Monsanto-Test zur Bestimmung der Knitterbeständigkeit (Proben fünfmal gewaschen, nicht gebügelt).



Normal ausgerüstetes 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-Acetat



Stella-ausrüstetes 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-Acetat

Triacetat

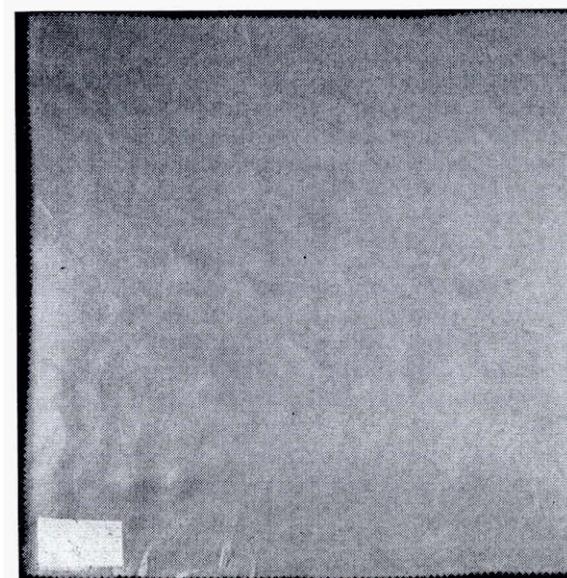


Tabelle 8: Ausrüstungsverfahren für Web- und Wirkwaren

Acetat normal	Stella-Verfahren	Triacetat
	Prägen	
Waschen, Entschlichten	Waschen, Entschlichten evtl. + K-Ausrüstung	Waschen, Entschlichten evtl. + S-Finish
Färben	Färben	Färben
Trocknen	Trocknen + Thermofixieren	Trocknen + Thermofixieren
Avivieren	Avivieren	Avivieren
	Dämpfen	Dämpfen

xierung direkt nach dem Waschen und Entschlichten durchgeführt und erst anschließend wird gefärbt bzw. bedruckt. Avivage und Dämpfbehandlung entsprechen wieder der Ausrüstung für normal gefärbte Ware.

Nachfolgend sollen die einzelnen Verfahrensschritte näher erläutert werden. Dabei wird nur auf solche Punkte eingegangen, die von allgemeinerem Interesse sind.

**5.1 Prägen:** Beim Stella-Verfahren muß die Rohware zunächst geprägt werden. Dabei wird bei einem Druck von einigen Tonnen und bei erhöhter Temperatur mit eingelaufenen Walzen, vorzugsweise im Rapport, gearbeitet.

**5.2 Oberflächenverseifung mittels S-Finish bzw. K-Ausrüstung:** Durch Behandlung im alkalischen Medium kann das Triacetat in einer nur wenige  $\mu$  dicken Mantelzone ohne Beeinträchtigung der textilmekanischen Eigenschaften oberflächlich verseift werden. Die Acetylzahl geht bei diesem sogenannten S-Finish von ursprünglich etwa 61,5 auf 59,5 bis 60,0 zurück. Acetat würde unter den gleichen Bedingungen durchverseift werden. In der Zwischenzeit wurde jedoch als Ergänzung des Stella-Verfahrens die sogenannte K-Ausrüstung entwickelt, bei der unter geeigneten Bedingungen das Acetat ebenfalls nur in einer dünnen Mantelzone oberflächlich verseift werden kann.

Die Oberflächenverseifung erhöht die Reibechtheit und die Abgasechtheit der Färbungen, sie vermeidet ein Verhärten der Ware bei der Trockenhitzebehandlung, erhöht die Scheuerbeständigkeit, macht eine spezielle antistatische Ausrüstung entbehrlich und ermöglicht es, die Ware mit substantiv aufziehenden Appreturen – wie sie normalerweise für Baumwolle und die Viskosefasern verwendet werden – auszurüsten. Die Wash and wear-Eigenschaften werden nicht im geringsten beeinträchtigt, da ja rund 95% der Faser Masse im Faserkern aus unverändertem Acetat bzw. Triacetat bestehen. Dagegen wird die Farbstoffaufnahme merklich verringert, sodaß man sich für tiefe Farbtöne oftmals mit einer abgeschwächten Verseifung begnügen oder ganz auf sie verzichten muß. In solchen Fällen wäre es von Vorteil, wenn man die Verseifung – bei gleichem Effekt – auch nach dem Färben durchführen könnte. Das ist tatsächlich möglich. Die Schwierigkeit ist nur, daß zahlreiche Dispersionsfarbstoffe in alkalischen Bädern Farbton- und Farbtiefeveränderun-

gen erleiden, die in ihrem Ausmaß schwer vorauszu-sehen sind.

**5.3 Färben:** Für die Auswahl der Farbstoffe und die Färbebedingungen gilt das für die Garnfärbung Gesagte. Gefärbt wird auf spannungsarmlaufenden Jiggern, auf dem Stern oder in der Haspelkufe. Daneben gewinnt die Färbung auf Kontinueeinrichtungen zunehmend an Bedeutung. Hier sei nur auf das Thermo-solverfahren oder das sogenannte Lösungsmittel-Färbeverfahren (solvent dyeing), das besonders hohe Arbeitsgeschwindigkeiten zuläßt, hingewiesen.

Ein besonderes Problem ist die Unifärbung von Faser-mischungen, da hier entweder mit Mischungen aus verschiedenen Farbstoffklassen oder aber mit Farbstoffen der gleichen Klasse, die auf die verschiedenen Faserarten unterschiedlich stark oder mit unterschiedlichen Farbtönen aufziehen, gearbeitet werden muß. Andererseits lassen sich durch bewußte Ausnutzung dieser Unterschiede interessante Bicolor-Effekte erzielen.

**5.4 Druck:** Zum Bedrucken werden vorwiegend Dispersionsfarbstoffe verwendet; daneben haben in letzter Zeit aber auch Säure- und Metallkomplexfarbstoffe eine gewisse Bedeutung erlangt. Man arbeitet auf Drucktischen oder auf Filmdruck- oder Rouleauxdruckmaschinen, wobei die Arbeitsweise dem jeweiligen Material optimal angepaßt wird.

Besonders wichtig für das Endresultat ist die Fixierung der Farbstoffe auf dem Druckfond. Für Drucke auf Acetat genügt hierfür eine Dämpfbehandlung von 15 bis 30 Minuten ohne Überdruck, während Drucke auf Triacetat 20 bis 30 Minuten bei 0,5 bis 1,0 atü fixiert werden müssen. Wenn man hier unter Verwendung von Carriern drucklos zu arbeiten versucht, ist die Fixierung meist unzureichend und man erhält schlechte Echtheiten. Um auch bei Verwendung von Säure- oder Metallkomplexfarbstoffen eine ausreichende Fixierung zu erzielen, müssen in der Farbpaste Quellmittel, meist in Kombination mit hygroskopischen Substanzen, zugegen sein. In den letzten Jahren wurden Zusätze zu den Druckpasten entwickelt, bei deren Verwendung nicht nur drucklos, sondern auch kontinuierlich gearbeitet werden kann. Die Echtheiten werden durch diese Schnellfixierung nicht beeinträchtigt.

**5.5 Thermofixierung:**  $2\frac{1}{2}$ -Acetat enthält im Mittel noch eine Hydroxylgruppe auf fünf Acetylgruppen, während im Triacetat praktisch sämtliche OH-Gruppen substituiert sind. Diese höhere Gleichmäßigkeit im Molekülbau hat zur Folge, daß sich unter geeigneten Bedingungen die Triacetatmoleküle regelmäßiger und vollkommener anordnen können, als dies beim Acetat möglich ist. Überschreitet man bei der Hitzebehandlung von Triacetat eine bestimmte Temperaturschwelle, so nimmt die kristalline Ordnung des Materials und damit die Resistenz gegen chemische und physikalische Einflüsse deutlich zu. Während unbehandeltes Triacetat in der Röntgenbeugungsaufnahme – ähnlich wie Acetat – nur einen schwachen diffusen Ring zeigt, bilden sich im Verlauf der Hitze einwirkung zunehmend schärfere Reflexe aus, was auf eine Zunahme der kristallinen Ordnung und/oder der Kristallitgröße hinweist. Da schon kleinste Spannungen den Effekt wesentlich beeinflussen, muß neben einer exakten Temperatur- und Zeitkontrolle auf unbedingte Spannungsfreiheit oder zumindest höchste Spannungsgleichheit geachtet werden, wenn man einen gleichmäßigen

Warenausfall erhalten will; da durch die Kristallinitätszunahme die Farbauffähigkeit herabgesetzt wird, würden unterschiedliche Spannungen während der Hitzebehandlung streifige Anfärbungen zur Folge haben. Selbstverständlich sind die Möglichkeiten zur Verbesserung der Eigenschaften durch die Hitzebehandlung begrenzt, und zwar durch den möglicherweise eintretenden Hitzeabbau und durch die Tatsache, daß eine zu hohe Kristallinität den textilmechanischen Eigenschaften wieder abträglich ist.

Mindestens ebenso wichtig wie die Zunahme der kristallinen Ordnung ist für den Warenausfall die im Verlauf der Hitzebehandlung eintretende Spannungsrelaxation, für die schon wesentlich geringere Temperaturen, als sie zur Thermofixierung angewandt werden, ausreichen. Nur wenn die während der Faserherstellung und während der Weiterverarbeitung dem Material aufgezwungenen unterschiedlichen Spannungen Gelegenheit haben, sich so weit als irgend möglich auszugleichen, wird eine Ware wirklich befriedigende Wash and wear-Eigenschaften aufweisen.

Beim Acetat, das schon nach dem Verspinnen eine merklich geringere Kristallinität als das Triacetat aufweist, hat eine vergleichbare Hitzebehandlung, wie sie im Verlauf des Stella-Verfahrens erfolgt, nur eine viel geringere Änderung in der Kristallinität zur Folge. Auch diese geringere Kristallinitätsänderung ist aber, wie Abbildung 3 zeigt, im Röntgen-Weitwinkeldiagramm eindeutig zu erkennen. Darüber hinaus kann sie auch durch Messung der Lösedauer in geeigneten

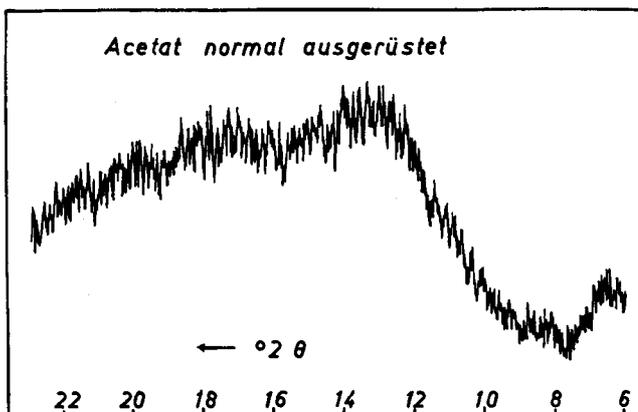
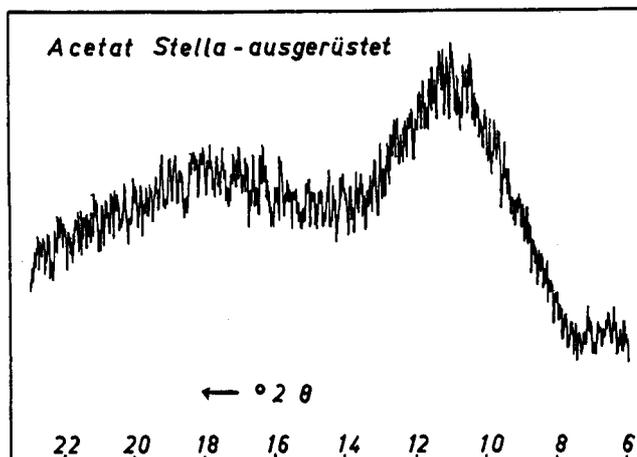


Abb. 3: Änderung des Röntgendiagramms von Acetat im Verlauf der Stella-Behandlung.



Lösungsmitteln, wie sie für den Nachweis der Thermofixierung von Polyamiden schon von Bobeth vorgeschlagen wurde, nachgewiesen werden. So verhalten sich beispielsweise die Lösedauern von unbehandeltem und von Stella-behandeltem Acetat bei einem Einzelfasertiter von 6 den ungefähr wie 1 : 3.

In Verbindung mit der auf jeden Fall eintretenden Spannungsrelaxation reicht offenbar auch diese geringe Kristallinitätsänderung bereits aus, um der Ware vollkommene Wash and wear-Eigenschaften zu verleihen. Daß man dies nicht schon früher erkannte, liegt wahrscheinlich daran, daß man vorher niemals ernstlich versucht hatte, das Acetat ebenfalls zu thermofixieren.

Die Hitzebehandlung kann entweder trocken bei 180 bis 220° C auf dem Nadelrahmen oder mit Sattendampf bei 105 bis 130° C im Autoklaven vor oder nach dem Färben vorgenommen werden. In der Praxis wird meist nach dem Färben, eventuell unter leichtem Dämpfen im Vorfeld, mit Trockenhitze auf dem Nadelrahmen gearbeitet.

Durch die Thermofixierung nach dem Färben können die Naßechtheiten beträchtlich verbessert werden. Die zunächst in der Mantelzone der Fasern konzentrierten Farbstoffmoleküle diffundieren nämlich unter dem Einfluß der Hitze ins Faserinnere, bis die Fasern ganz gleichmäßig durchgefärbt sind. Durch die gleichzeitige Erhöhung der Kristallinität wird die Rückdiffusion der Farbstoffmoleküle noch zusätzlich behindert. Demgegenüber werden die Echtheiten bei der Fixierung mit Sattendampf, die im allgemeinen etwas faserschonender ist, kaum verbessert.

**5.6 Avivieren:** Beim Avivieren können die Eigenschaften der Textilien in weiten Grenzen beeinflusst und gegebenenfalls verbessert werden. Auf die bekannten Verfahren, wie antistatische, antibakterielle, wasser- und schmutzabweisende oder Knitterfest-Ausrüstung, sowie auf die Möglichkeiten zur Beeinflussung des Griffes, soll hier nicht näher eingegangen werden. Interessant sind aber einige Vorschläge zur Verbesserung der Scheuerbeständigkeit durch Behandlung mit Polyurethan-Emulsionen oder wässrigen Dispersionen, die zu gleichen Teilen Silicone und kolloidale Kieselsäure enthalten. Andere Avivagen dienen zur Verbesserung der ohnehin guten Hitzebeständigkeit, des Farbstoffaufnahmevermögens und der Flammfestigkeit.

**5.7 Dämpfen:** Nach dem Avivieren ist eine abschließende Dämpfbehandlung bei Atmosphärendruck empfehlenswert, da hiedurch auch die letzten noch vorhandenen Spannungen relaxieren und eventuelle Verhärtungen infolge der Trockenhitzebehandlung beseitigt werden können.

## 6. Neuentwicklungen

Zur Ausweitung des Absatzes der beiden Acetatfasern haben zahlreiche Neuentwicklungen beigetragen.

Hier sei zunächst auf die zunehmende Verwendung der Triacetatspinnfasern in Fasermischungen mit Wolle und Baumwolle, sowie mit Viskose-, Acryl-, Nylon- und Polyesterspinnfasern hingewiesen. Strickgarne aus Triacetat/Wolle, die sich durch absolute Pilling-

beständigkeit und gute Wash and wear-Eigenschaften auszeichnen, sind ebenfalls von Interesse.

Das Stella-Verfahren zur Ausrüstung von Web- und Wirkwaren aus Acetat hat vor allem den Acetatfuttstoffen zu einem gewaltigen Aufschwung verholfen. Diese pflegeleichten und absolut dimensionsstabilen Futterstoffe werden bevorzugt mit Oberstoffen aus vollsynthetischen Fasern verarbeitet.

Auf die Bedeutung der texturierten Acetat- und Triacetatgarne, sowie der texturierten Acetat/Nylon- und Triacetat/Polyester-Mischzwirne wurde bereits hingewiesen.

Die Meldung, daß Textilien aus acetathaltigen Fasermischungen, wie zum Beispiel 50 % Reyon + 35 % Acetat + 15 % Nylon, ohne jegliche Schwierigkeiten nach dem Permanent Press-Verfahren ausgerüstet werden können, dürfte in diesem Zusammenhang ebenfalls interessieren.

Einen ganz neuen Markt haben die vor allem in den USA mit Acetatwirkware als Unterstoff so erfolgreichen Bonded-fabrics erschlossen. Allein 1965 wurden hievon schon über 300 Millionen Yards hergestellt. Sie werden zum Beispiel unter dem Markennamen „Coin“ durch Zusammenfügung zweier textiler Materialien mit Hilfe eines wasserlöslichen Acrylat-Klebstoffes auf speziellen Laminiermaschinen hergestellt. Durch punktförmiges Laminieren bleiben dabei die Luftdurchlässigkeit und die sonstigen textilen Eigenschaften voll erhalten.

### 7. Ausblick

In der ganzen Welt werden die Produktionskapazitäten weiter ausgebaut. Gleichzeitig wird an der immer weitergehenden Vervollkommnung der Herstellungs-

und Ausrüstungsverfahren gearbeitet. Damit dürfte sichergestellt sein, daß die Acetatfasern, die die Konkurrenz der Naturfasern und der synthetischen Fasern durchaus nicht zu fürchten brauchen, auch in Zukunft mit in der Spitzengruppe der Welt-Chemiefaserproduktion liegen werden. Man kann sogar annehmen, daß sie auf Grund ihrer Eigenschaften und ihrer günstigen Preise ihren Marktanteil noch vergrößern werden, wobei Markenartikel mit kontrollierter Qualität eine wesentliche Rolle spielen können.

Die Anwendung wird auch in Zukunft auf den drei Haupteinsatzgebieten, nämlich Damenoberbekleidung und Futterstoffe, Heimtextilien und Zigarettenfilter erfolgen, von denen die ersteren noch längst nicht in dem Maße erschlossen sind, wie das möglich sein müßte. Daneben werden die texturierten Garne zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Im Wettbewerb zwischen den beiden Acetatfasern werden die Unterschiede in den Materialeigenschaften eine immer geringere Rolle spielen. Hier dürften bei der Entscheidung für das eine oder das andere Material neben den Garnpreisen einzig und allein das Service und das Marketing der einzelnen Chemiefaserhersteller und die Werbewirksamkeit ihrer Warenzeichen wie Arnel, Estrel, Rhonel, Stella oder Tricel den Ausschlag geben.

Der CELANESE FIBERS COMP., Charlotte/N.C., der EASTMAN CHEMICAL PRODUCTS INC., Kingsport/Tenn., und der SOCIETE RHODIACETA, Lyon, möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung von Unterlagen für diese Arbeit besonders danken.

## Diskussion

**Direktor Dr. Bürger:** In dem Teil Ihrer Ausführungen, in welchem Sie über neue Entwicklungen berichteten, sprachen Sie unter anderem davon, daß es möglich wäre, Triacetat bzw. 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-Acetat mit Acrylnitril in Form faserbildender Polymermischungen aufzuarbeiten. Darf ich Sie fragen, ob Sie dieser Entwicklung, insbesondere hinsichtlich der Eigenschaften und der Wirtschaftlichkeit, eine gewisse Bedeutung beimessen?

**Dr. Heim:** Diese Arbeiten befinden sich noch im Entwicklungsstadium, verkauft wurden derartige Produkte wahrscheinlich noch nicht. Es gibt aber ein Mischpolymer aus 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-Acetat und nachchloriertem Polyvinylchlorid, das unter dem Namen Acetokhlorin in der UdSSR als Chemiefaser tatsächlich auf dem Markt ist. Wenn solche Mischpolymerisate keinen wirtschaftlichen Nutzen versprechen, dann wäre dies wohl kaum der Fall. Bezüglich der Eigenschaften der Mischpolymeren mit Acrylnitril ist zu sagen, daß dabei vor allem eine Verbesserung der Farbaffinität erzielt wird.

**Enzian:** Ich habe mir überlegt, weshalb in Amerika die Acetat- und Triacetatfasern eigentlich so preisgünstig liegen. Wenn man bedenkt, daß die USA der größte Baumwollerzeuger sind, so müssen sie ihre Linters doch aufarbeiten! Ob wir in Europa mit diesen Preisen mithalten können, ist mir nicht ganz klar.

Meine zweite Frage betrifft das geringe Feuchtigkeitsaufnahmevermögen der Triacetatfasern, worin sie mit den Synthesefasern stark konkurrieren. Es fragt sich nun, ob sich diese Eigenschaft für den Einsatz auf dem Unterwäschesektor nicht ungünstig auswirken wird.

**Dr. Heim:** Zur ersten Frage darf ich sagen, daß nach meinen Informationen, die zugegebenermaßen lückenhaft sein können, die Hauptmenge an Acetatfasern in den USA ebenfalls aus Holz Zellstoff hergestellt wird und daß die Linters keine große Rolle mehr spielen. Sehr viel mehr gehen jedoch die Energiekosten bei der Herstellung des Essigsäureanhydrids beispielsweise ein. Ferner sind auch die Arbeitskosten hiefür von Bedeutung, da die Viskosefasern doch arbeitsintensiver sind.

Was die andere Frage betrifft, so habe ich gesagt, daß es offen bleibt, ob der höhere oder niedrigere Feuchtigkeitsgehalt der richtige ist. Wenn man gewisse Reklamen für Unterwäsche liest, dann ist eine möglichst geringe Feuchtigkeitsaufnahme anzustreben, da für den Feuchtigkeitstransport ohnehin überwiegend die Kapillaraktivität der Gewirke u. a. verantwortlich ist und die Wäsche so stets trocken bleibt, und wenn man einer anderen Reklame glauben darf, dann ist eine hohe Feuchtigkeitsaufnahme, wie sie beispielsweise die Baumwolle aufweist, das Beste, weil Textilien aus derartigen Materialien den Schweiß besonders gut aufsaugen können. Die Meinungen divergieren hier besonders stark und ich glaube, daß eine Faser mit mittlerer Feuchtigkeitsabsorption vielleicht gerade das Richtige ist.

**Professor Dr. Wegener:** Man ist im allgemeinen der Meinung, daß sich Viskosefasern leichter herstellen lassen als Acetatkunstseide, und doch baut die deutsche Firma Didier in Lahore, von wo ich vor einigen Monaten zurückgekehrt bin, eine ganz großangelegte Acetatkunstseidenfabrik. Dies

hängt vor allem mit den Rohstoffen zusammen. Dort in Westpakistan sind Baumwollintars wie auch die anderen erforderlichen Rohstoffe leichter verfügbar als beispielsweise Natronlauge oder Schwefelkohlenstoff, die man für die Viskosefaserherstellung benötigt, jedoch eingeführt werden müßten. Deshalb hat man sich dort auch für die Herstellung von Acetatkunstseide entschlossen, obgleich diese viel diffiziler ist. Das wollte ich zur Ergänzung sagen.

**Dr. Heim:** Auch in den Staaten des Ostblocks wird der Entwicklung der Acetatfasern offenbar eine besondere Bedeutung beigemessen. Dort werden in sehr viel größerem Ausmaß als in den westlichen Ländern neue Fabriken zur Herstellung von 2<sup>1/2</sup>-Acetat errichtet.

**Dr. Thimm:** Sie sagten, daß „Arnel 60“, das ja bekanntlich nach dem Trichterspinnverfahren hergestellt wurde und eine etwas erhöhte Festigkeit aufwies, vom Markt zurückgezogen wurde, weil die Eigenschaften nicht so viel besser waren, sodaß normale Triacetatfasern für diese Zwecke auch ausreichend sind. Soweit ich weiß, wurde „Arnel 60“ entwickelt, um feinere Garnnummern ausspinnen zu können. Glauben Sie nicht, daß ein Grund dafür, daß diese Faser zurückgezogen worden ist, darin liegt, daß man bei feineren Geweben Polyester vorzieht?

Weiters hätte mich interessiert, wie Sie die Chancen für Triacetatstapelfasern bei fallenden Polyesterpreisen sehen. Ich glaube, daß Triacetatseide immer ihren Markt haben wird, aber bei den Stapelfasern bin ich etwas skeptisch.

**Dr. Heim:** Ich möchte zuerst etwas richtigstellen. Ich habe nicht gesagt, daß die Faser vom Markt zurückgezogen worden ist, da ich das nicht mit Sicherheit weiß, sondern daß sie praktisch auf dem Markt nicht mehr angeboten wird. Zum anderen habe ich gesagt, daß die Eigenschaften der konventionellen Triacetatfaser offenbar den praktischen Anforderungen genügten und es somit weder notwendig noch sinnvoll wäre, mit größerem Aufwand und höheren Kosten eine Faser mit etwas verbesserten Eigenschaften herzustellen.

Was die Verwendung von Triacetat als Komponente in Fasermischungen betrifft, so geht unsere Ansicht in Freiburg dahin, daß es bei fallenden Polyesterpreisen keine große Zukunft haben wird. Es ist aber möglich, daß man anderswo eine differierende Meinung vertritt.

**Professor Dr. Schlack:** Ich möchte zweierlei fragen. Einige Gründe, weshalb Acetat in den USA einen derartigen Aufschwung erlebte, während es in Europa zurückgeblieben ist, waren von vornherein klar, wie beispielsweise die niedrigeren Rohstoffkosten. Meines Wissens bestand aber noch ein Handikap, nämlich die höheren Färbekosten – nicht so sehr die Farbstoffpreise – für Acetatfasern in Europa. Mich würde interessieren, ob das noch immer der Fall ist. Meine zweite Frage betrifft das Texturieren. Ich glaube, Sie haben mich diesbezüglich mißverstanden. Ich weiß aus eigener

Erfahrung, daß man Acetatgarne texturieren kann, denn wir hatten früher im Werk „Aceta“ solche Texturgarne unter dem Namen „Acelon“. Sie waren sehr schön und auch kochbeständig, aber so wenig scheuerfest, daß sie sich im praktischen Gebrauch nicht bewährten. Auch heute ist es sicher noch nicht möglich, Acetatgarne nach dem Falschdrahtverfahren mit hohen Geschwindigkeiten zu texturieren. In dieser Hinsicht sind alle Versuche gescheitert, und man konnte selbst durch Einsatz von Quellschritten, die man anschließend wieder verdampfte, keine Verbesserung erreichen.

**Dr. Heim:** Das ist sicher vollkommen richtig. Die Acetatgarne werden bei sehr viel geringeren Geschwindigkeiten texturiert als die vollsynthetischen Garne. Sie sind aber trotzdem preislich durchaus konkurrenzfähig, da die Texturierungskosten ja nicht nur aus Maschinenkosten bestehen. Es ist durchaus möglich, Acetatgarne mit relativ niedrigeren Fadenbruchzahlen zu texturieren, und wenn man dann dem Material noch eine entsprechende Ausrüstung vermittelt, sodaß der Bausch des Garnes beim Waschen nicht in Mitleidenschaft gezogen wird, so sind texturierte Acetatgarne gegenüber den texturierten vollsynthetischen Garnen durchaus existenzberechtigt und konkurrenzfähig.

Zur Frage der Färbepreise von Acetat- oder Triacetatfasern in Relation zu Viskosefasern kann ich nur sagen, daß sie in Deutschland höher liegen als für Viskosefasermaterial, während es in Amerika wahrscheinlich umgekehrt ist. Ich fürchte, daß dies ein klein wenig an den Färbereien in Europa liegt und habe mir von vielen Seiten glaubwürdig versichern lassen, daß man Viskose- und Acetatmaterialien zu praktisch denselben Preisen färben könnte, zumal bei den Färbemargen der Farbstoffpreis, welcher der einzige Unterschied sein kann, nicht so sehr ins Gewicht fällt. Ich möchte aber hier keine bindenden Aussagen machen.

**Dr. Thater:** Ich kann Ihnen einiges zu den Ausrüstungspreisen sagen, und zwar über Triacetat/Zellwolle beziehungsweise Triacetat/Baumwolle im Gemisch im Vergleich zu Polyester. In diesem Punkt haben wir viele Kalkulationen aufgestellt. Triacetat/Zellwoll-Mischungen schneiden dort verhältnismäßig ungünstig ab. Man hat dieselben Ausrüstungsgänge wie bei Polyester, aber eine umfangreiche, teure Fixierung bei verhältnismäßig hoher Temperatur, und die Farbstoffkosten sind auch relativ hoch. Der Thermosolprozeß, der bei Polyester/Zellwoll-Mischgeweben eine entscheidende Rolle spielt und bei großen Stoffmengen sehr verbilligend wirken kann, ist bei Triacetat/Zellwoll-Mischungen noch nicht ohne weiteres anwendbar.

**Dr. Heim:** Die vorherige Frage und auch meine Antwort bezogen sich allerdings auf Gewebe, die nur aus Acetat-, Triacetat- oder Zellwollfasern bestehen und nicht auf diese Fasermischungen, wo zugegebenermaßen die Mischung mit Triacetat erhebliche Schwierigkeiten bereitet.

## Chemie und Eigenschaften der Copolyätheresterfaser

Direktor Dr. W. Griehl, Domat/Ems

*Ähnlich wie Di-n-pentyläther vom Kohlenwasserstoff n-Decan, unterscheidet sich auch der zu besprechende Copolyätherester vom bekannten Polyäthylenterephthalat. Es gibt viele ähnliche Eigenschaften und doch auch wieder für die Praxis bedeutsame Unterschiede, wie Schmelzpunkt, Kristallisations-tendenz und nicht zuletzt auch wie das färberische Verhalten. Auch im Herstellungsverfahren finden sich Abweichungen, indem zwar wie beim Polyäthylenterephthalat von den schon von Carothers beschriebenen Veresterungs- und Umesterungsprinzipien zum Aufbau von Hochpolymeren Gebrauch gemacht wird, andererseits die makromolekularen Ketten auch durch Knüpfung von Ätherbrücken zwischen aliphatischen und phenolischen Hydroxyl-Endgruppen gebildet werden.*

*Die Eigenschaften der Copolyätheresterfaser machen Sie hervorragend für die Verarbeitung in Mischung mit Wolle und Baumwolle geeignet. Dabei kommt ihr besonders die gute Anfärbbarkeit zugute, sodaß Mischungen mit Wolle ohne Schädigung des Wollanteils unter Druck bei 110° bis 115° gefärbt werden können. Interessant ist das hohe, aber einstellbare Schrumpfvermögen der Faser. Der Schmelzpunkt liegt bei 240°, also noch 20° über dem von Nylon 6. Andererseits liegt er ca. 20° unter dem von Polyäthylenterephthalat, aber hoch genug, um sämtliche für die textile Weiterverarbeitung notwendigen Wärmebehandlungen beim Färben, Fixieren, Bügeln usw. zu ermöglichen.*

*Differences similar to those existing between di-n-pentyl ether and hydrocarbon n-decan distinguish the copolyether ester under discussion from the known polyethylene terephthalate. Beside a larger number of similar properties, there are variations of considerable importance to practical application, such as melting point, tendency towards crystallization and last, but not least, dyeing behavior. Production processes, too, show variations; while the principles of esterification and ester exchange, as already described by Carothers, are being made use of in building up the high polymer, as is done also in the case of polyethylene terephthalate, the macromolecular chains, on the other hand, may be formed also by the formation of ether bridges between aliphatic and phenolic terminal hydroxyl groups.*

*Copolyether ester fibers, thanks to their properties, are excellently suited for processing in blends with wool and cotton. Their favorable dyeing properties are of special advantage in this respect, and blends with wool may be dyed under pressure at temperatures of between 110° and 115° without damage to the wool component. The high, but adjustable, shrinking capacity of the fiber is another interesting feature. Its melting point is around 240°, i. e. 20° above that of nylon 6, and about 20° below that of polyethylene terephthalate, but high enough to permit any type of heat treatment required in textile processing during dyeing, heat setting, ironing, etc.*

In der letzten Zeit ist wiederholt von verschiedener Seite darauf hingewiesen worden, daß mit den bekannten synthetischen Hochpolymeren wie Polyamid, Polyester, Polyacrylnitril, Polyolefin usw. so ziemlich allen Wünschen des Verbrauchers bezüglich der Erzeugung von künstlichen Fäden und Fasern Genüge getan werden kann. Man weiß, daß es für einen besonderen Verwendungszweck keine Idealfaser gibt, aber man hat andererseits mit den vorhandenen die Möglichkeit, durch Auswahl oder Mischung allen Bedürfnissen der Praxis gerecht zu werden. Dennoch bleibt der Forschung und Weiterentwicklung genügend Spielraum, spezielle Typen, beispielsweise für die Raumforschung oder für andere Anforderungen, zu entwickeln und vor allem, um die vorhandenen Typen in der einen oder anderen Richtung noch zu modifizieren und zu verbessern. Verbesserungen der einzelnen Fasertypen sind freilich nötig, denn in mancher Beziehung erreichen die synthetischen Fasern doch nicht die Eigenschaften, die den von jeher der Menschheit zur Verfügung stehenden Naturfasern innewohnen. Hier möchte ich besonders die äußere Struktur und die damit zusammenhängenden Erscheinungen, das Verhalten gegenüber Feuchtigkeit, die elastischen Eigenschaften und nicht zuletzt das färberische Verhalten anführen. Das färberische Verhalten läßt mehr oder weniger bei allen synthetischen Fasern zu wünschen übrig, da sie nur mit ausgesuchten und teilweise speziell für sie ent-

wickelten Farbstoffen intensiv und dauerhaft angefärbt werden können. Polyamide lassen sich noch am besten färben, da man neben Dispersionsfarbstoffen auch saure Wollfarbstoffe, Metallkomplexfarbstoffe usw. verwenden kann. Verhältnismäßig schwierig wird das Färben — wie Sie alle wissen — bei den Polyesterern und gerade diese sind es, welche in den letzten Jahren eine ungeahnte Entwicklung genommen haben und deren Zuwachsraten von Jahr zu Jahr immer mehr ansteigen.

Die Copolyätheresterfaser, von der hier die Rede sein soll, ist nun speziell zu dem Zweck entwickelt worden, eine besser anfärbbare Faser mit Eigenschaften zu erzeugen, die jenen der verschiedenen schon länger bekannten Polyesterfasern möglichst ähnlich sind. Ich möchte nun im Rahmen dieses Vortrags zunächst etwas über die Chemie der Polyätheresterfaser erzählen, um dann anschließend auf ihre Eigenschaften näher einzugehen.

Wenn ich von der Chemie rede, so sei zunächst daran erinnert, daß Polyamide und Polyester bereits von Carothers in den Dreißigerjahren studiert wurden und daß Carothers schon damals die Prinzipien erörtert hat, die zum Aufbau von solch linearen Hochpolymeren erforderlich sind. Um bei den Polyesterern zu bleiben, so erkannte er damals schon, daß prinzipiell sämtliche bei den Reaktionstemperaturen stabilen gesättigten, aliphatischen oder aromatischen Dicarbon-

säuren oder Oxycarbonsäuren gegebenenfalls in Kombination mit entsprechenden Dialkoholen faserbildende Produkte liefern, wenn nur ein gewisser Mindestpolykondensationsgrad erreicht ist. Aus seinen Arbeiten geht zumindest indirekt hervor, daß er sich dessen bewußt war, daß die bifunktionellen Komponenten möglichst stäbchenförmig aufgebaut sein müßten, wobei die funktionellen Gruppen an den Enden der Stäbe sein sollten. Er bediente sich bereits der auch heute noch technisch genutzten Grundreaktionen, nämlich der Direktveresterung unter Wasseraustritt oder der Umesterung unter Abspaltung von Alkoholen oder Glykolen und lehrte, daß die so entstandenen hochpolymeren, langkettigen Ester aus der Schmelze versponnen und durch Kaltver Streckung, das heißt durch Strecken unterhalb des Schmelzpunktes auf das Vier- bis Fünffache der ursprünglichen Länge bei gleichzeitiger Parallelorientierung der Kettenmoleküle, in Fäden mit hervorragenden Festigkeitseigenschaften übergeführt werden können. Wenn er in seinen Patenten für uns heute so selbstverständliche Dicarbonsäuren, wie Naphthalindicarbonsäure, Isophthalsäure, Terephthalsäure, Diphenylmethandicarbonsäure usw., nicht ausdrücklich erwähnt hat, so sicherlich nicht, weil er glaubte, daß diese nicht für fadenbildende Polyester in Frage kommen, sondern weil diese Säuren zur damaligen Zeit verhältnismäßig rare Präparate darstellten, die er möglicherweise in seinem Laboratorium nicht vorrätig hatte. Feststeht, daß er keine dieser Dicarbonsäuren ausdrücklich angenommen hat, während er im Gegensatz dazu auf dem Polyamidgebiet ausdrücklich erwähnt, daß Caprolactam nicht polymerisierbar sei, womit er sich ja bekanntlich sehr getäuscht hat.

Die Herstellung des Copolyätheresters erfolgt nun zunächst ebenfalls nach den von Carothers angegebenen Prinzipien entweder durch Anwendung von Direktveresterungs- oder Umesterungsreaktionen. Daneben wird aber auch die Verätherung von phenolischen Hydroxylgruppen mit alkoholischen Hydroxylgruppen zur Kettenbildung herangezogen, was von Carothers noch nicht beschrieben wurde. Die Grundkomponenten der Polyätheresterfaser sind nämlich Äthylenglykol, Terephthalsäure und Paraoxybenzoesäure, und während der in mehreren Stufen ablaufenden Bildungsreaktion findet die Bildung der hochpolymeren Ketten sowohl durch Knüpfung von Esterbindungen als auch von Ätherbindungen statt. Der Copolyätherester unterscheidet sich nun vom bekannten Polyäthylenterephthalat dadurch, daß er statistisch verteilt etwa 10% Paraoxybenzoesäure und damit eine beträchtliche Zahl von Ätherbindungen neben den Esterbindungen enthält. Entsprechend diesen chemischen Gegebenheiten unterscheidet sich der Copolyätherester vom Polyäthylenterephthalat etwa genauso wie Polynonylenoxyd vom Polyäthylen oder, um bei monomeren Verbindungen zu bleiben, wie Dipentyläther vom Kohlenwasserstoff Decan. Die Analogie ist tatsächlich sehr weitgehend, da eine Reihe von Eigenschaften zwar sehr ähnlich, andere Eigenschaften aber deutlich verschieden sind. So sind zunächst einmal Decan und Dipentyläther farblose Flüssigkeiten, die in Wasser unlöslich und mit den meisten organischen Lösungsmitteln mischbar sind. Ihr chemisches Verhalten ist in vielen Beziehungen ähnlich, doch infolge der Ätherbindung im Dipen-

tyläther bei manchen Reaktionen trotzdem grundlegend verschieden, weil sich Dipentyläther an der Ätherbrücke spalten läßt. Die Siedepunkte unterscheiden sich um 14° C, während die Schmelzpunkte sogar um 37° C auseinander liegen. Es ist klar, daß beide Substanzen trotz vieler ähnlicher Eigenschaften chemisch absolut verschieden sind und deswegen auch im patentrechtlichen Sinne verschiedene Stoffe darstellen.

Ganz ähnlich verhält es sich beim Copolyätherester. Er hat gegenüber dem Polyäthylenterephthalat einen um 20 bis 25° C tieferen Schmelzpunkt, enthält wie gesagt zusätzlich Ätherbrücken und Paraoxybenzoesäure, hat ein anderes Kristallisationsverhalten und unterscheidet sich ganz besonders stark in der Anfärbbarkeit. Bezüglich der patentrechtlichen Lage sei noch darauf hingewiesen, daß infolge der zusätzlichen Ätherbrückenbildung auch das Herstellungsverfahren verschieden ist und sogar von den von Carothers veröffentlichten Aufbauprinzipien abweicht. Für die Eigenschaften, zum Beispiel für den verhältnismäßig hohen Schmelzpunkt von 235 bis 240° C, ist selbstverständlich vor allem die Terephthalsäure verantwortlich, obwohl auch Polyester aus Paraoxybenzoesäure bereits über 220° C schmelzen. Es sei bei dieser Gelegenheit aber erwähnt, daß auch noch eine große Anzahl anderer aliphatischer und aromatischer sowie cycloaliphatischer Dicarbonsäuren zu Polyestern mit hohen Schmelzpunkten verarbeitet werden kann, und man nicht sagen kann, daß Terephthalsäure eine Sonderstellung einnimmt.

In der Praxis kann man nun zum Beispiel eine Mischung von 90 Mol% Dimethylterephthalat und 10 Mol% Paraoxybenzoesäuremethylester mit etwa 2 Mol Äthylenglykol unter Zusatz von Umesterungskatalysatoren in einer ersten Stufe zunächst umestern, wobei aus den Methylestern die entsprechenden Glykolester entstehen und gleichzeitig Methanol in Freiheit gesetzt und abdestilliert wird. Während dieser Umesterung, das heißt besonders am Ende derselben, entstehen nicht nur die einfachen monomeren Glykolester, sondern bereits Dimere und Trimere. Außerdem erfolgt schon bis zu einem gewissen Grad die Verätherungsreaktion, indem die phenolische Hydroxylgruppe der Paraoxybenzoesäure mit Glykol oder mit einem bereits gebildeten Glykolester unter Wasseraustritt veräthert wird. In einer zweiten Stufe wird im Vakuum zunächst überschüssiges Äthylenglykol sowie neuerlich gebildetes Verätherungswasser abdestilliert. Anschließend beginnt die Polykondensation, in deren Verlauf zwischen endständigen Estergruppen Äthylenglykol unter Kettenverlängerung abgespalten wird. Außerdem findet weiterhin eine Verätherung der phenolischen Hydroxylgruppen ebenfalls unter Kettenverlängerung statt. Wäre dies nicht der Fall, das heißt fände keine Verätherung statt, so dürfte der Durchschnittspolymerisationsgrad den Wert von 9 nicht übersteigen, weil die Paraoxybenzoesäure sonst als Kettenabbrucher wirken würde, oder aber die Paraoxybenzoesäure dürfte überhaupt nicht in die Kette eingebaut worden sein.

Selbstverständlich sind die Ketten länger als 9 Einheiten, denn sonst könnte das Produkt nicht versponnen werden. Zum Beweis aber, daß tatsächlich die Paraoxybenzoesäure in die Ketten eingebaut worden ist und nicht nur als eine Art Verunreinigung im

Polymeren gelöst wird, haben wir den Copolyätherester in 40 Fraktionen zerlegt. Dazu lösten wir ihn in einer Mischung von gleichen Gewichtsteilen Phenol und symmetrischem Tetrachloräthan. Die Fraktionierung erfolgte durch Zusatz von n-Heptan in Anwendung der Methode der Verteilung zwischen zwei flüssigen Phasen bei 25°C. Jede der Fraktionen enthielt nun im Säureanteil die erforderlichen 10% Paraoxybenzoesäure, was durch Verseifung und Isolierung des Glykoläthers der Paraoxybenzoesäure einwandfrei festgestellt werden konnte. Übrigens kann man natürlich den gleichen Copolyätherester auch dadurch erzeugen, daß man an Stelle der freien Paraoxybenzoesäure oder ihres Methylresters den Glykoläther verwendet. Für die technische Herstellung bedeutet dies aber einen kostspieligen Umweg.

Nun kann man sich natürlich heutzutage kaum noch sehen lassen, wenn man so uralte, rein chemische Methoden, wie die Verseifung es ist, anwendet, um die Identität der Zusammensetzung von Ausgangsprodukt und Fraktion zu beweisen. Wir haben deshalb auch die Infrarot-Spektroskopie bemüht, und in Abb. 1 kann ich zeigen, daß tatsächlich auch jede der Fraktionen die gleiche Zusammensetzung wie das Ausgangsmaterial hat.

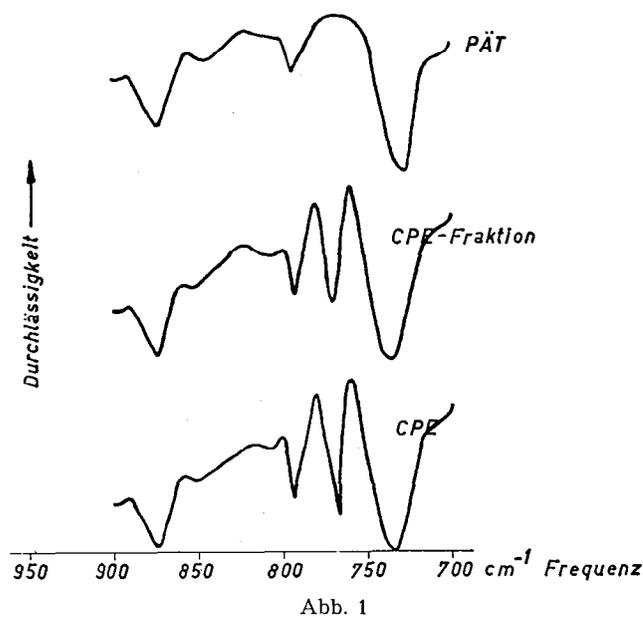


Abb. 1

Da wir nun einmal fraktioniert hatten, benützten wir die Gelegenheit, um zu prüfen, ob der Polyätherester eine der Theorie von Flory-Schulz entsprechende Molekulargewichtsverteilung hat. Dazu mußten wir zur Auswertung der Fraktionierung erst einmal eine Molekulargewichts-Viskositätsbeziehung ableiten. Wir bestimmten deshalb an unfraktionierten Polykondensaten einerseits die Endgruppen und andererseits die Grundviskosität. Die Werte für letztere gewannen wir aus Lösungviskositätsmessungen, die unter Verwendung von Phenol-Tetrachloräthan als Lösungsmittel bei 20°C erhalten worden waren.

Unser Copolyätherester besitzt hauptsächlich OH-Endgruppen – und theoretisch sollte er überhaupt nur OH-Endgruppen aufweisen. Infolge von Nebenreaktionen sind im Copolyätherester aber immer auch eine gewisse Anzahl von Carboxylgruppen vorhanden, die

für die Molekulargewichtsbestimmung nicht unberücksichtigt gelassen werden können. Die Carboxylgruppen wurden durch Titration nach der Methode von Matiejewa, die wir noch leicht modifizierten, bestimmt. Man löst dazu in Anilin, gibt wenig Wasser zu und titriert dann potentiographisch mit alkoholischer Kalilauge.

Die Bestimmung der Hydroxylgruppen führten wir in erster Linie mit Hilfe der von Kern und Mitarbeiter modifizierten Isocyanatmethode durch, bei der das primär entstandene makromolekulare Phenylurethan unter anderem zu Anilin verseift wird, welches schließlich nach Diazotierung und Kupplung mit  $\alpha$ -Naphthol kolorimetrisch bestimmt wird. Zur Kontrolle wurden an einigen Polykondensaten die Hydroxylgruppen auch nach der Methode von Conix ermittelt, bei der man die Hydroxylgruppen mit Bernsteinsäureanhydrid zunächst in Carboxylgruppen verwandelt und diese dann titriert.

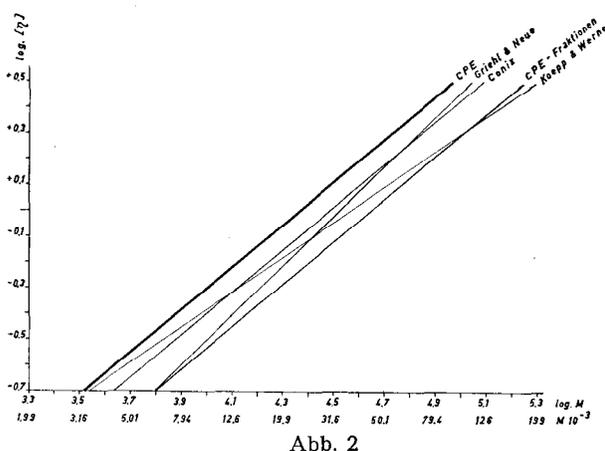


Abb. 2

Man erhält durch Auswertung der Endgruppenbestimmungen nun jeweils das Zahlenmittel des Polymerisationsgrades verschiedener Polykondensate. Trägt man im doppeltlogarithmischen Maßstab die ebenfalls gemessenen Grundviskositäten in Abhängigkeit der entsprechenden Polymerisationsgrade auf, so ergibt sich entsprechend der Theorie eine Gerade, wie in Abb. 2 zu sehen ist. Aus der Lage und Neigung der Kurve sind nun auf einfache Weise die Konstanten  $K$  und der Exponent  $\alpha$  der Mark-Houwink-Gleichung zu ermitteln. Für unfraktionierten Copolyätherester mit 10 Molprozent Paraoxybenzoesäure gilt dann die Beziehung

$$[\eta] = 2,63 \cdot 10^{-4} \cdot \bar{M}_n^{0,82}$$

Die Fraktionierdaten wurden nun zunächst dazu benützt, um das Verhältnis von  $\frac{\bar{M}_w}{\bar{M}_n}$  mit Hilfe des eben abgeleiteten Exponenten  $\alpha = 0,82$  zu bestimmen. Durch entsprechende Summation und Mittelwertbildung wurde  $\frac{\bar{M}_w}{\bar{M}_n} = 1,9$  erhalten, was mit dem von der Theorie nach Flory-Schulz geforderten Wert von 2,0 recht gut übereinstimmt.

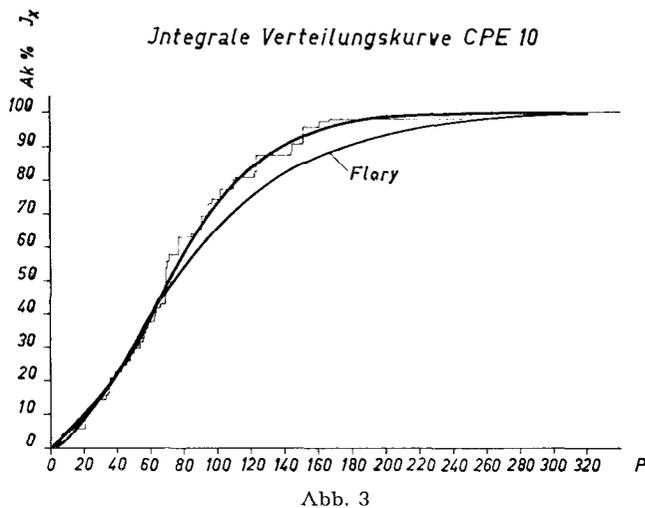
Nachdem damit eigentlich schon bewiesen worden war, daß unser Copolyätherester eine sogenannte Normalverteilung aufweist, konnten wir mit gutem Recht die Viskosität-Molekulargewichtsbeziehung für

Fraktionen aus der eben abgeleiteten Beziehung für nichtfraktionierte Polykondensate berechnen. Beide Beziehungen müssen sich nämlich beim Vorliegen einer Normalverteilung und unter Berücksichtigung von  $\alpha = 0,82$  etwa um den Faktor 1,88 unterscheiden, entsprechend dem Verhältnis von Viskositätsmittel zu Zahlenmittel.

Für einheitliche Fraktionen gilt dann beim Copolyätherester mit 10% Paraoxybenzoesäure

$$[\eta] = 4,94 \cdot 10^{-4} \cdot M^{0,82}$$

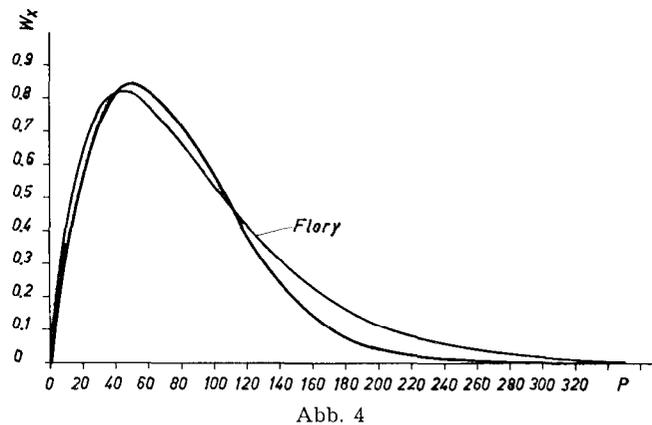
Wir waren nun in der Lage, die Fraktionen nach steigendem Molekulargewicht zu ordnen und graphisch darzustellen, wobei die auf Abb. 3 wiedergegebene integrale Verteilungskurve erhalten wurde.



In Abb. 4 ist dann noch die eigentliche Molekulargewichtsverteilung im Vergleich zur theoretischen Flory-Kurve zu sehen. Die Übereinstimmung ist wohl als gut zu bezeichnen. Beim Polyäthylenterephthalat hat man meines Wissens erst in allerneuester Zeit exakt nachweisen können, daß eine Normalverteilung nach Flory-Schulz vorliegt. Die Ursache lag bei den Schwierigkeiten der Fraktionierung von in phenolischen Lösungsmitteln gelösten Hochpolymeren. Meist wurden viel zu wenig Fraktionen erhalten, um überhaupt an die Aufstellung einer Verteilungskurve heranzugehen. Im kürzlich erschienen Heft 5/1966 der Zeitschrift „Faserforschung und Textiltechnik“ haben Gehrke und Reinisch über die von ihnen durchgeführten Fraktionierungen am Polyäthylenterephthalat berichtet. Sie teilten jeweils in ca. 30 Fraktionen auf und fanden in verschiedenen Stadien des sich bildenden und auch im thermisch abgebauten Polykondensat immer eine Normalverteilung nach Flory-Schulz.

Die exakte Bestimmung der Verteilungskurve an Polykondensationsprodukten wie Polyamiden, Polyester und unserem Copolyätherester ist aber von gewisser Bedeutung, nachdem von russischen und auch chinesischen Forschern behauptet und dann auch mittels Fraktionierdaten belegt worden war, daß solche Polykondensate wesentlich engere Verteilungen aufweisen würden, als der Theorie von Flory-Schulz entspricht. Besonders W. W. Korschak war der Meinung, daß die im Laufe der Polykondensation stattfindenden Umamidierungs- und Umesterungsreak-

Differentielle Verteilungskurve CPE 10



tionen zu einer ziemlich engen Molekulargewichtsverteilung führen würden. Flory habe diese Reaktionen bei der Aufstellung seiner Theorie nicht berücksichtigt, weshalb diese falsch sei.

Um dieser Meinung von Korschak entgegenzutreten, hatten wir bereits anlässlich der Jupac-Tagung in Prag 1957 Fraktionierdaten an Nylon 6 vorgelegt, die zeigten, daß dieses Produkt nach normaler und auch nach sehr langer Reaktionszeit immer Normalverteilung aufweist. Mit den eben gezeigten Versuchsergebnissen beim Copolyätherester wird also erneut bewiesen, daß bei normaler Reaktionsführung, wie sie auch im Großbetrieb stattfindet, im Endprodukt immer Normalverteilung vorliegen wird. Die Annahmen von Korschak sind also unrichtig und nur durch schlechte Fraktionierungen gestützt, denn es wurden regelmäßig zu wenig Fraktionen hergestellt. Falls man richtig wägt und viskosimetriert, kann man niemals zu breite Verteilungskurven erhalten, weshalb unsere breiteren die richtigeren sein müssen.

Dieses Ergebnis ist nun auch für die Praxis wichtig, da bei abweichenden Eigenschaften der Endprodukte wie Fasern, Folien und Monofilen aus Polykondensaten oft die Ursache in einer abweichenden Molekulargewichtsverteilung gesucht wurde, was, wie wir jetzt wissen, normalerweise gar nicht der Fall sein kann. Beim Polyester und Copolyätherester kann man noch am ehesten irreversible Nebenreaktionen an den Endgrup-

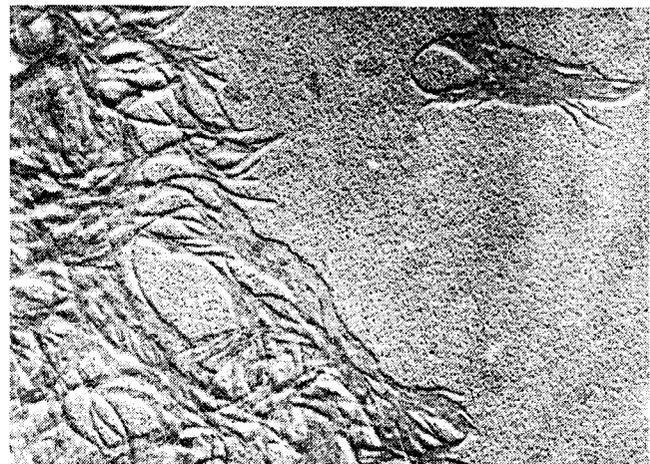


Abb. 5

pen annehmen, die die Einstellung des Verteilungsgleichgewichts beeinflussen könnten. Sie werden aber nur einen geringen Einfluß haben und durch die immer sehr ungenauen Fraktioniermethoden nicht erfaßt werden können.

Mit Hilfe der Fraktionierung sollte aber zunächst bewiesen werden, daß tatsächlich ein Copolymer und nicht nur eine Mischung vorliegt. Einen weiteren Beweis dafür, daß die Paraoxybenzoesäure nicht einfach als Verunreinigung im Polyäthylenterephthalat vorhanden ist, lieferten die Japaner M. T s u r u t a und Mitarbeiter, indem sie aus sehr verdünnter Nitrobenzollösung des Polymerisates Einkristalle züchteten, diese isolierten und dann hydrolisierten. Die Abbildungen 5 und 6 zeigen uns elektronenmikroskopische Aufnahmen sol-

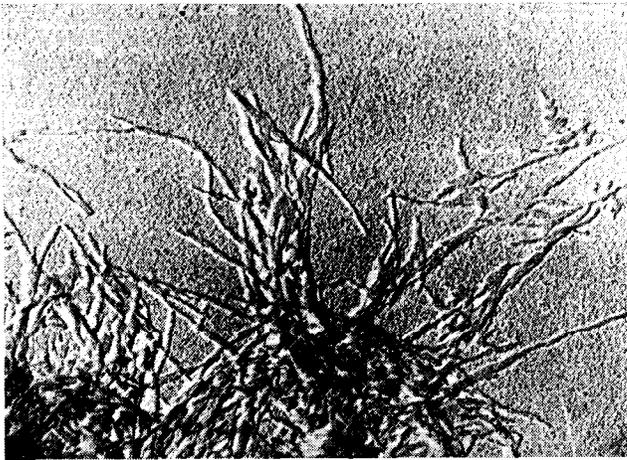


Abb. 6

cher Einkristalle aus Copolyätherester (mit 20 Mol% Paraoxybenzoesäure) und vergleichsweise aus reinem Polyäthylenterephthalat (Abb. 6). Im Hydrolysat der Einkristalle wurden 20 bzw. 30% des Säureanteils in Form von Paraoxybenzoesäureglykoläther isoliert, nachdem in diesen Fällen Copolymere mit 20 und sogar 30 Molprozent Paraoxybenzoesäure verwendet worden waren. Paraoxybenzoesäure ist also sogar in den kristallinen Bereichen des Makromoleküls eingebaut, was übrigens auch aus Röntgeninterferenzmessungen am kristallisierten Copolyätherester bewiesen werden konnte.

### Eigenschaften

Bezüglich der Eigenschaften des Copolyätheresters interessiert in erster Linie einmal der Schmelzpunkt. Er liegt bei 240°C und ist damit nicht ganz so hoch wie bei Nylon 66 und Polyäthylenterephthalat, jedoch höher als der von Nylon 6 und Rilsan, dem Nylon 11. Er liegt damit genügend hoch, um bei der Weiterverarbeitung ohne Schwierigkeiten das Thermofixieren, Sengen, Bügeln, Plissieren usw. zu ermöglichen. Andererseits ist der nicht zu hohe Schmelzpunkt für die Herstellung des Polymeren und für seine Verspinnung von großem Vorteil, da beispielsweise 10 bis 20° unter dem Zersetzungspunkt gesponnen werden kann, während Nylon 66 und Polyäthylenterephthalat beim Zersetzungspunkt verarbeitet werden müssen. Der Copolyätherester baut im geschmolzenen Zustand freilich ebenfalls ab, doch ist, wie Abb. 7 zeigt, der Viskositätsabfall deutlich geringer.

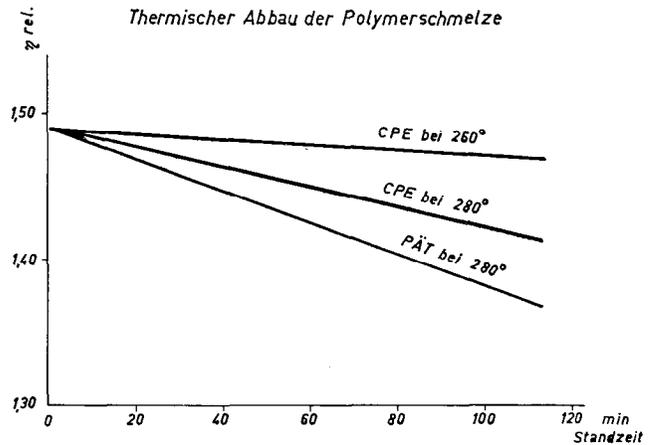


Abb. 7

Eine wichtige Eigenschaft ist der Umwandlungspunkt zweiter Ordnung, und zwar vor allem für die Pflege der Fertigprodukte, wie waschen und bügeln. Der Umwandlungspunkt zweiter Ordnung ist die Temperatur, bei der sich die amorphen Bereiche der teils kristallinen, teils amorphen Faser wie erweichendes Glas verhalten. Man nennt diesen Umwandlungspunkt deshalb auch Glasumwandlungstemperatur. Er liegt beim amorphen Copolyätherester etwa bei einer Temperatur von 57°C, die man beispielsweise durch differentielle thermische Analyse ermitteln kann (Abb. 8).

### DTA-Analyse vom Copolyätherester

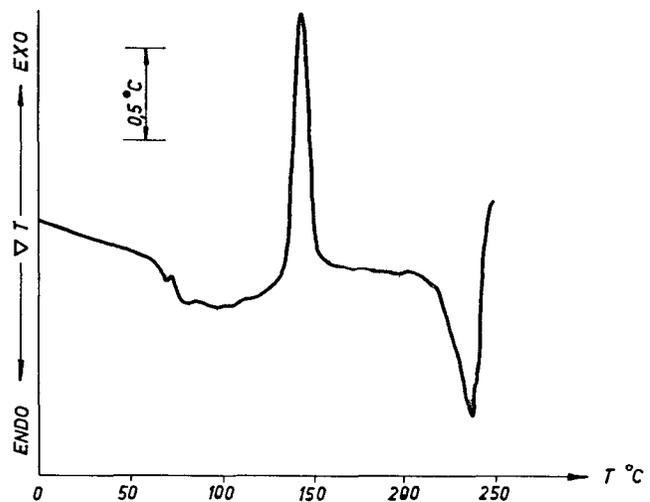


Abb. 8

Obwohl die Polyätheresterfaser ähnlich wie Polyäthylenterephthalat stärker kristallin ist als normalerweise die Polyamide Nylon 6 oder 66, wirkt sich der Umwandlungspunkt zweiter Ordnung im praktischen Gebrauch der Textilien stärker aus. Der Grund ist, daß kristallines Polyamid nicht viel steifer ist als amorphes, während beim Polyätherester und auch beim Polyester ein beträchtlicher Unterschied zwischen der Steifigkeit von amorphem und kristallinem Material oberhalb der Glasumwandlungstemperatur besteht. Die Quintessenz aus diesem Verhalten ist die für die Praxis eminent wichtige Folgerung, daß Gewebe und Gewirke aus Polyätherester wie auch aus den ver-

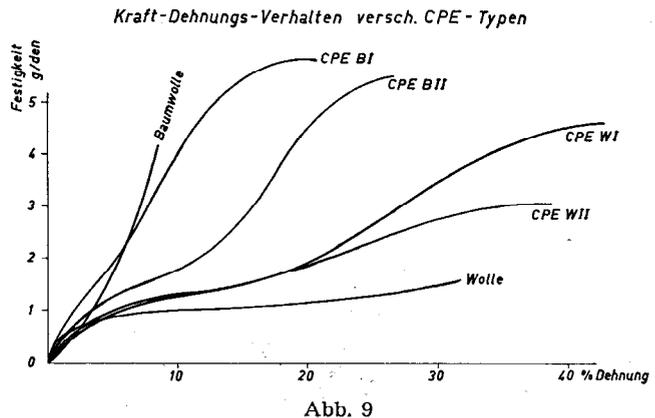
schiedenen Polyestern im Haushalt und auch sonst nur bei Temperaturen gewaschen oder gereinigt werden sollten, die genügend weit unter dem Umwandlungspunkt zweiter Ordnung liegen, das heißt praktisch nicht über 50°C. Andernfalls werden Knitter und Falten, deren Bildung zum Beispiel beim Waschen in der Waschmaschine unvermeidlich sind, beim Abkühlen mit dem kalten Spülwasser fixiert und können erst wieder bei Anwendung höherer Temperaturen durch Bügeln und ähnliche Maßnahmen entfernt werden.

Aus Copolyätherester lassen sich Fäden von 0,8 bis 20 den Endtiter herstellen. Natürlich wird zunächst ein stärkerer Titer gesponnen und das Material erhält dann durch Strecken der frischgesponnenen Fäden auf das Vier- bis Fünffache ihrer ursprünglichen Länge seinen Endtiter. Man kann entweder Stapelfasern oder Endlosgarn herstellen. Ein wichtiges Einsatzgebiet ist aber auch die Erzeugung von Borsten, Monofilen und Folien. Die Borsten können beispielsweise auf Siebgebe und dergleichen für spezielle Zwecke verarbeitet werden, da sie hinsichtlich chemischer und mechanischer Widerstandskraft viele andere Materialien übertreffen. Bei der Verarbeitung des Copolyätheresters auf Folien ist zu erwähnen, daß es die gegenüber Polyäthylenterephthalat verminderte Kristallisationstendenz gestattet, sehr dicke Platten und Folien mit hervorragender Transparenz zu erzeugen. Ich möchte jedoch auf dieses zweifellos interessante Gebiet der Monofilen und Folien nicht weiter eingehen und mich lieber wieder dem eigentlichen Thema, nämlich der Faser zuwenden.

Das Verhalten der Copolyätheresterfaser gegenüber Chemikalien ist als hervorragend anzusprechen. Die Faser ist gegenüber organischen Lösungsmitteln außerordentlich beständig und wird nur von Phenolen und ähnlichen aggressiven Verbindungen gelöst. Verdünnte Säuren und Alkalien jedoch, wie sie in der Praxis vorkommen, greifen die Faser kaum an. Konzentrierte Schwefelsäure und Salpetersäure sind freilich zu vermeiden; aber dagegen sind nur ganz wenige Spezialtypen von synthetischen Fasern immun. Das Wasseraufnahmevermögen bei 65% relativer Luftfeuchtigkeit und Zimmertemperatur beträgt etwa 0,4%. Dieser im Vergleich zu Naturfasern sehr niedrige Wert ist höchstens wegen der damit verbundenen starken Tendenz zur elektrischen Aufladung als ungünstig zu beurteilen. Er wirkt sich aber in der Praxis kaum aus, da die Faser normalerweise zu Mischerzeugnissen mit anderen Fasern verarbeitet wird, welche einen höheren Feuchtigkeitsgehalt aufweisen und damit keinen Anlaß zur elektrostatischen Aufladung bieten.

Bezüglich der textilen Eigenschaften haben wir ein ganzes Spektrum verschiedener Eigenschaften je nach dem beabsichtigten Verwendungszweck, auf den dann das Herstellungsverfahren entsprechend abgestimmt werden muß. Das wichtigste Einsatzgebiet der Polyätheresterfaser liegt infolge ihrer hervorragenden Formbeständigkeit im Bereich der Stapelfaser auf dem Oberbekleidungssektor. Man mischt zum Beispiel mit Wolle im Verhältnis 55:45, wobei entsprechende Titer zur Auswahl stehen. Feinere Titer von 1,2 bis 2 den können zusammen mit Baumwolle oder Zellwolle verarbeitet werden. Grobe Titer eignen sich zur Mischung mit Leinen oder können auch für sich allein zur Herstellung von Steppdecken und als Polstermaterial Ver-

wendung finden. Auf dem Gebiet des Endlosgarnes stehen die verschiedensten Titer zum Einsatz für die an Bedeutung immer mehr zunehmenden texturierten Garne, aber auch für hochreißfeste Gewebe, Krawattenseide und für Reifencord zur Verfügung. Je nach dem Anwendungsgebiet sind nun die Festigkeits- und Dehnungseigenschaften den speziellen Anforderungen angepaßt. Dies gilt besonders auch für das Kraft-Dehnungsverhalten, in welchem sich ja der Baumwolltyp grundsätzlich vom Wolltyp unterscheidet (Abb. 9). Besonders erwähnt sei noch, daß der Wolltyp und einer der Baumwolltypen sich ausgesprochen pillingresistent verhalten.



Eine Besonderheit der Polyätheresterfaser ist das in weiten Grenzen variierbare Schrumpfvermögen in heißem Wasser oder Heißluft. Je nach Anforderung kann dieses beispielsweise in heißem Wasser 0 bis 70% betragen. Der Heißluftschumpf kann zwischen 3 und 15% variiert werden. Dieses hohe Schrumpfvermögen ist für viele Zwecke interessant, kann man doch damit den Griff der Fertigprodukte weitgehend variieren. Tatsächlich gibt es Einsatzgebiete, wo ein Heißwasserschumpf von über 50% erwünscht ist. Ich denke dabei an die Herstellung von Vliesen für Kunstleder, an die Herstellung von aus zwei Komponenten bestehenden Bauschmarnen, bei denen man eine hochschrumpfende und eine nichtschrumpfende Faser gemeinsam verarbeitet und dann den Schumpf auslöst. Wichtig ist ein gutes Schumpfverhalten auch zur Erzeugung von texturierten Garnen, bei denen ein weicher Griff verlangt wird. Das Aussehen und der Griff der Copolyesterfaser sind sehr ansprechend. Vor allem fällt ihre helle, etwas ins Bläuliche gehende Eigenfarbe auf, welche eine Folge eines speziellen Katalysatorsystems ist.

Zum Schluß möchte ich noch kurz auf das Anfärbevermögen der Copolyätheresterfaser eingehen, das — wie ich eingangs erwähnte — der Grund für die Entwicklung dieser besonderen Fasertypen war. Die Copolyätheresterfaser läßt sich wie die übrigen Polyesterfasern im wesentlichen nur mit Dispersionsfarbstoffen anfärben, doch ist ihr Farbstoffaufnahmevermögen im allgemeinen etwa doppelt so groß. Daher braucht man bei vielen Farbtönen nur wie üblich in kochender Farbflotte zu färben, ohne daß — wie sonst notwendig — ein Carrier zugesetzt werden muß. Sehr tiefe und dunkle Farbtöne verlangen allerdings ebenfalls den Zusatz eines Carriers, wenn man drucklos

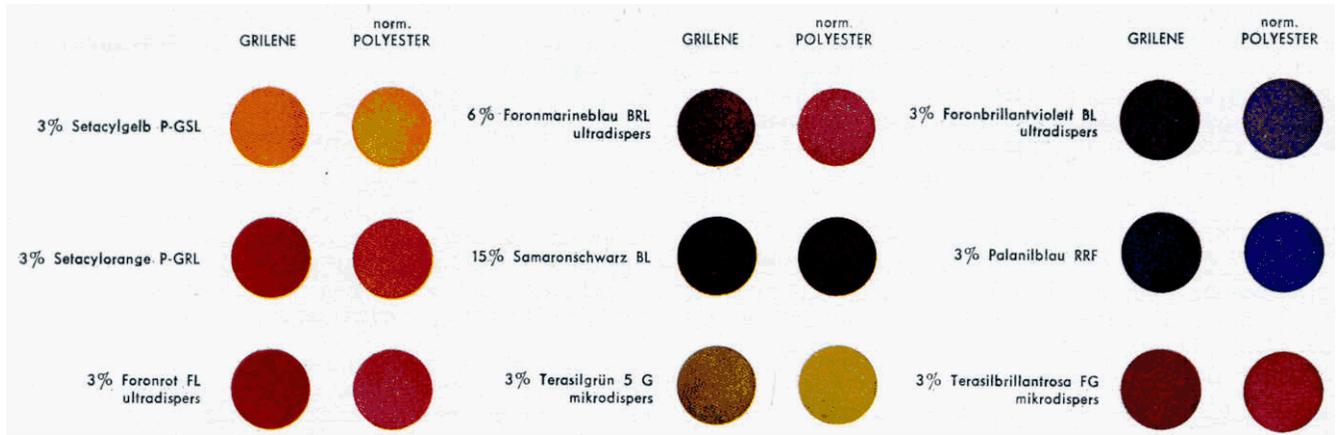


Abb. 10

färbt, doch benötigt man von den teuren und unangenehmen Carriern wesentlich weniger. Abb. 10 soll den Unterschied zwischen der Anfärbbarkeit der Copolyätheresterfaser und Polyäthylenterephthalat zeigen. Es wurde allgemein ohne Verwendung von Carriern mit je 3% Farbstoff in kochender Flotte gefärbt.

Die Copolyätheresterfaser färbt aber nicht nur besser, sondern auch gleichmäßiger an. Bekanntlich werden synthetische Fasern im Verlauf ihrer Herstellung bereits zum Zwecke der Fixierung höheren Temperaturen ausgesetzt. Das kann bei Fasern und auch End-

losgerne deshalb erfolgen, um einen niedrigen Kochschumpf zu erhalten, oder aber während des Texturierens. Bei solchen Wärmebehandlungen können natürlich zeitlich hintereinander und auch von Spindel zu Spindel oder von Charge zu Charge Temperaturschwankungen auftreten. Diese Temperaturschwankungen wiederum können zu Schwankungen in der Anfärbbarkeit führen, wie Abb. 11 zu entnehmen ist. Hier verhält sich die Copolyätheresterfaser ebenfalls wieder deutlich besser.

Das waren, wie gesagt, Färbungen bei Normaldruck. Ist man zur Hochdruckfärberei eingerichtet, so genügen 110 bis max. 120°, um jeden gewünschten Farbton zu applizieren. Dies scheint mir besonders wichtig für die einbadige Färbung von Wolle-Copolyätherester-Gemischen. Wolle verträgt bekanntlich kaum Temperaturen von über 115°, es sei denn, daß man spezielle Zusätze wie Formaldehyd usw. verwendet.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die Copolyätheresterfaser eine wertvolle Erweiterung des Spektrums synthetischer Fasern darstellt, was durch einen immer steigenden Marktanteil bestätigt wird.

Ich möchte zum Schluß nicht versäumen, diejenigen meiner Mitarbeiter zu nennen, die besonders stark zu den hier vorgetragenen Ergebnissen beigetragen haben. Es ist dies Herr Dr. Baron, der die Endgruppenbestimmungen durchführte und Herr Dr. Zarate, welcher die Viskositätsbeziehung aufstellte und die Fraktionierungen durchführte. Ihnen sei an dieser Stelle für ihre Mühe nochmals herzlich gedankt.

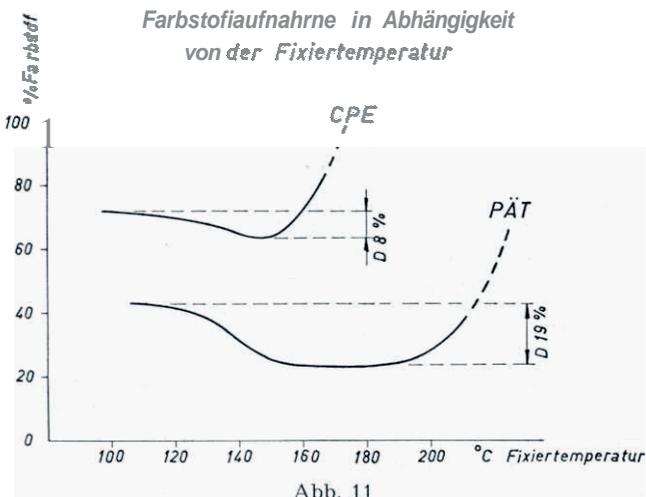


Abb. 11

## Diskussion

Dr. Hoiinger: Sie sagten, daß durch Röntgenmessungen festgestellt wurde, daß die Paraoxybenzoesäure auch in die kristallinen Bereiche eingebaut ist. Sind diese Arbeiten veröffentlicht?

Direktor Dr. Griehl: Das sind bis jetzt noch unveröffentlichte Ergebnisse.

Dr. Hofinger: Dann hätte ich noch eine Frage. Es ist zweifellos, daß die Copolyätherester eine bessere Anfärbbarkeit zeigen als die Polyester wie Polyäthylenterephthalat. Ich möchte aber doch meinen, daß diese Vorteile auch mit Nachteilen erkauft werden müssen, und ich könnte mir vorstellen, daß die Lichtbeständigkeit durch das Vorhandensein alpha-

tisch-aromatischer Atherbindungen etwas geringer ist und daß auch die Hydrolysebeständigkeit durch die etwas geringere Kristallinität und Packungsdichte schlechter ist als bei Polyäthylenterephthalat.

Direktor Dr. Griehl: Sie haben zunächst recht, daß gewisse Kompromisse geschlossen werden müssen, wir können auch nicht beliebige Anteile an Paraoxybenzoesäure einbauen, denn dann würde der Schmelzpunkt zu stark gesenkt. Aber um gerade auf ihre Beispiele einzugehen, so konnten wir bei der Lichtbeständigkeit der Färbungen keinerlei Differenz feststellen, und auch gegen Hydrolyse ist unser Produkt nur wenig empfindlicher. Wir haben uns über diesen Unterschied

gewundert. Wenn man nämlich eine Faser aus einem reinen Polyätherester, also aus Paraoxybenzoesäure und Glykol herstellt, dann ist deren Hydrolysenbeständigkeit wesentlich besser als von Polyäthylenterephthalat. Die doch etwas größere Hydrolysenempfindlichkeit des Copolyätheresters liegt, wie Sie schon richtig sagten, an der etwas geringeren Kristallinität, und da kommt der Vorteil der Ätherbindungen, durch welche die Verseifungsgeschwindigkeit der benachbarten Esterbindungen offenbar gehemmt wird, noch nicht zur Geltung.

**Professor Dr. Köb:** Da gerade die Kristallinität diskutiert wurde, möchte ich fragen, welche Auswirkungen auf die technologischen Eigenschaften, besonders auf Knitterwinkel und Pillingresistenz, zu beobachten sind.

**Direktor Dr. Griehl:** Das günstige Pillingverhalten ist tatsächlich ein Vorteil, der unserer Faser auch innewohnt. Da es aber inzwischen auch pillingarme Polyestertypen gibt, habe ich es nicht besonders betont. Tatsächlich ist die Pillingresistenz bei der Copolyätheresterfaser infolge ihrer etwas geringeren Festigkeit, die von vornherein vorliegt, besser, und man kann leichter eine pillingresistente Faser erzeugen. Bezüglich Knitterwinkel und anderer Gebrauchseigenschaften konnten wir meßtechnisch bisher keine Unterschiede feststellen und haben auch bei unseren Kunden nur Günstiges gehört.

**Dr. Studt:** Sie erwähnten, daß man die neue Faser auch für den Einsatz auf dem Reifensektor gebrauchen könnte. Dafür ist eine hohe Festigkeit erforderlich, und ferner wissen wir von der Polyesterfaser, daß auch dort einige Anfangsschwierigkeiten, wie schlechte Ermüdungsresistenz, hohe Kordzwirnverluste und besonders die geringe Gummihaftung, zu überwinden waren. Wie steht es damit bei der Copolyätheresterfaser?

**Direktor Dr. Griehl:** Bezüglich der Herstellung von Reifenkord befinden wir uns erst im Versuchsstadium. Die Festigkeit ist zwar um etwa 5% geringer als die Spitzenfestigkeit von reinen Polyäthylenterephthalatfasern, aber für die normalen Personenwagenreifen genügen eigentlich auch die Festigkeiten, die unserer Faser innewohnen. Wesentlich wichtiger ist die Gummihaftung, und dafür hatten wir uns von den vorhandenen Äthergruppen einen positiven Effekt versprochen. Leider ist dies nicht der Fall. Wir arbeiten aber auf diesem Gebiet weiter, um durch zusätzliche andere Modifikationen, beispielsweise an der Ätherkomponente, doch noch in eine günstige Position zu kommen.

**Dr. Riggert:** Als besondere Vorteile Ihres Copolymers und der daraus hergestellten Faser erwähnten Sie die Stabilität in der Schmelze, die bessere Anfärbbarkeit und die Variationsmöglichkeit im Hitzeschumpfverhalten. In den letzten Jahren sind nun noch andere Copolymerisate entwickelt worden. Bekannt geworden ist davon der Copolyester von Goodyear, der etwas Isophthalsäure enthält. Können Sie mir sagen, ob speziell bei Ihrem Copolymer bestimmte Vorteile gegenüber anderen bekannten Copolymeren erzielt werden?

**Direktor Dr. Griehl:** Dazu ist zuerst einmal zu sagen, daß alle Copolymere eine etwas bessere Anfärbbarkeit wegen der gestörten Kristallisation aufweisen müssen. Es sieht aber so aus, als ob unsere Copolyätheresterfaser infolge dieser Ätherbindung noch ein etwas höheres Farbaufnahmevermögen besitzt als Polyester, bei denen beispielsweise Isophthalsäure oder andere aliphatische Dicarbonsäuren eingebaut sind.

**Dr. Riggert:** Meine zweite Frage bezieht sich auf das Reifenkordproblem. Da der Schmelzpunkt des Copolyätheresters doch etwas niedriger ist als bei reinem Polyäthylenterephthalat, wird auch der Erweichungspunkt etwas tiefer liegen. Wie

kommen Sie damit beim Vulkanisieren zurecht, da die Vulkanisiertemperatur bei den neuen automatischen Einrichtungen doch höher liegt als früher?

**Direktor Dr. Griehl:** Hier gilt dasselbe, was gestern schon über das Nylon 6 gesagt wurde. Nylon 6 hat ja einen noch niedrigeren Schmelzpunkt und wird auch für Reifenkord eingesetzt. Es wurde auch gestern erwähnt, daß jetzt dadurch, daß nicht mehr so hohe Temperaturen beim Vulkanisieren angewendet werden müssen, auch der Einsatz von Nylon 6 möglich ist; um so mehr kann man in diesem Falle den Copolyätherester mit seinem gegenüber Nylon 6 um 20° höheren Schmelzpunkt für Reifenkord heranziehen.

**Dr. Hofinger:** Sie sagten, daß man durch den weiten Schrumpfbereich, den man mit der Copolyätheresterfaser erreichen kann, auf diese Weise Bikomponentengarne erzeugen kann. Können Sie etwas über die Beständigkeit der Kräuselung bei Belastung im Vergleich zu anderen texturierten Garnen sagen?

**Direktor Dr. Griehl:** Es handelt sich nicht um ein Bikomponentengarn des Typs, daß in einer Fibrille zwei Komponenten nebeneinander enthalten sind, sondern um eine Mischung von einer ausgeschumpften oder gering schrumpfenden Faser mit einer noch stark schrumpfenden Faser im gesponnenen Garn. Man muß sich das so vorstellen, daß von den wirt durcheinanderliegenden Fasern ein Teil normal oder fast nicht schrumpfend, während der andere Teil hochschrumpfend ist. Die hochschrumpfenden Fasern ziehen beim Schrumpf den ganzen Verband zusammen, sodaß die nichtschrumpfenden Fasern in Form von Schlaufen und Schlingen zu liegen kommen, und daß dadurch der bauschige Charakter entsteht.

**Dr. Albrecht:** In diesem Zusammenhang dürfte vielleicht noch die Größe dieses Bereiches interessant sein. Sie gaben 0 bis 100% an. Schrumpf Null ist ein sehr interessanter Wert und 100% dürfte ebenfalls sehr interessant sein. 50 bis 60% sind durchaus gängige Zahlen. Vielleicht können Sie uns dazu noch etwas sagen.

**Direktor Dr. Griehl:** Schrumpf Null ist dadurch zu erreichen, daß man die Fasern vorher spannungslos fixiert. Dann bekommt man ja bei jedem Produkt annähernd Null. Das Schwierigere ist meines Erachtens die Herstellung einer Faser, die stark schrumpfen kann. Wenn ich 100% gesagt habe, so habe ich mich natürlich versprochen und unbewußt an den Rücksprung von 100% Dehnung gedacht. Bei Fasern aus reinem Polyäthylenterephthalat kann man über 50% Kochschrumpf wahrscheinlich kaum erreichen, während gerade bei der mit einer etwas stärkeren Schrumpftendenz behafteten Polyätheresterfaser durch ein spezielles Herstellungsverfahren, über das ich hier natürlich nicht sprechen kann, dieser Schrumpf bequem erreicht werden kann. Selbstverständlich verstehen wir darunter Kochschrumpf.

**Dr. Gröbe:** Können Sie bitte etwas über die Abhängigkeit der Konstanten Ihrer Molekulargewichtsbeziehung von der molaren Zusammensetzung der Produkte sagen?

**Direktor Dr. Griehl:** Der Exponent wird nicht verändert, weil sich je nach der molaren Zusammensetzung, also je mehr Paraoxybenzoesäure eingebaut ist, die vorhin gezeigte Kurve nur nach oben verschiebt. Wir haben bis jetzt noch nicht im einzelnen Untersuchungen mit 20, 30 und 40% Paraoxybenzoesäure durchgeführt. Man kann nur sagen, daß die Konstante höhere Werte annehmen wird.

**Kleinheins:** Noch eine Frage zum thermischen Verhalten der Fasern. Sie gaben als Umwandlungstemperatur zweiter Ordnung 57° an und haben als Folgerung dann erwähnt, daß man bei der Waschttemperatur etwas darunter bleiben müsse, also tunlichst 50° nicht überschreiten solle. Als Vergleich nannten Sie bei Polyäthylenterephthalat 60° für die Umwandlungs-

temperatur. Man könnte daraus schließen, daß auch bei der Waschttemperatur nur ein Unterschied von 3° bestehen dürfte. Nun wird ja in der Praxis eher von Zahlen gesprochen, die zwischen 70 und 80° liegen, was dadurch bestätigt wird, daß man Gebilde aus Polyäthylenterephthalat bei 60 bis 65° ohne weiteres waschen kann. Wie sieht das nun von Ihrer Sicht aus?

**Direktor Dr. Griehl:** Ich habe früher auch angenommen, daß der Umwandlungspunkt zweiter Ordnung von reinem Polyäthylenterephthalat entsprechend der Literatur bei 70 bis 80° wäre. Als wir nun jetzt auf verschiedene Weise die Umwandlungstemperatur unserer Faser bestimmten und immer auf etwa 57° kamen, dachten wir, das wäre ein sehr großer Unterschied zu dem Wert, der für Polyäthylenterephthalat angegeben wird. Wir haben daher nach denselben von uns applizierten Methoden gearbeitet und auch beispielsweise das DTA-Diagramm von Polyäthylenterephthalat aufgenommen und fanden tatsächlich nur den um 3° höheren Wert. Welcher Wert richtig ist, der in der Literatur, wie ich glaube von Hill, schon 1955 veröffentlichte Wert, welcher nach der Penetrometermethode ermittelt wurde, oder dieser neue Wert, kann ich nicht richtig beurteilen. Ich möchte vermuten, daß damals doch vielleicht mit zu großen Proben gearbeitet worden und durch die langsame Erwärmung eventuell teilweise Kristallisation eingetreten ist. Man weiß ja, daß die Umwandlungstemperatur zweiter Ordnung von einem teilweise kristallinen Produkt schon wieder höher liegt als von einem rein amorphen. Die Temperaturen, die ich angegeben habe, sind also an einem rein amorphen Produkt gemessen. Was das Waschen betrifft, kann ich nur aus der Praxis sagen, daß beim Waschen von Polyäthylenterephthalat-Artikeln schon bei 60° in der Waschmaschine das Gut Knitter aufweist. Ich möchte das als Bestätigung dafür werten, daß eben 60° zu hoch sind.

**Dr. Albrecht:** Dazu möchte ich sagen, daß erstens dieser Umwandlungspunkt doch erheblich von dem Medium abhängig ist, in dem gearbeitet wird. Ich glaube, wir können grundsätzlich die Umwandlungstemperatur aus der Literatur von 80,5° für Polyäthylenterephthalat als gesichert annehmen. Wenn wir nun diese Messung im Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur aufnehmen, dann verändert sich der Umwandlungspunkt. Das zweite ist die Frage, wie die Wäsche durchgeführt wird. Wenn Sie die warme Wäsche in gefaltetem Zustand mit kaltem Wasser abschrecken, können Sie überall Knitter fixieren. Das ist wirklich so interessant, daß man über die Waschmethoden grundsätzlich noch einmal reden sollte, und zwar auch aus der Sicht der Chemiefaserproduzenten. Wenn nämlich die Chemiefaserindustrie auf dem Weißwäschesektor große Erfolge erringen will, dann muß sicherlich das Waschen in Europa, nicht in Amerika, noch in vieler Hinsicht geändert werden. Zum Umwandlungspunkt möchte ich also unbedingt ergänzend sagen, daß es sehr wichtig ist, auch das Medium, in welchem er gemessen worden ist, mit anzugeben.

**Direktor Dr. Griehl:** Wir haben den Umwandlungspunkt in Luft gemessen.

**Dr. Krantzsch:** Zur Frage des Umwandlungspunktes zweiter Ordnung möchte ich bemerken, daß wir hier vielleicht einen Punkt größere Bedeutung beimessen, als ihm in der Praxis wirklich zukommt. Wenn man nämlich die Knitterwinkel in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich von 20 bis 100° aufträgt, dann bekommt man einen allmählichen Übergang zu schlechteren Knitterwinkeln und nicht etwa bei 60° einen Wendepunkt oder Sprung in der Kurve. Ich möchte aber

Herrn Dr. Albrecht darin recht geben, daß die Waschmethode von besonderer Wichtigkeit für die Knitterbildung ist. Abschrecken mit kaltem Wasser bekommt weder der Baumwolle noch einer synthetischen Ware. Es ist also entscheidend, wie ich die Temperaturführung in dem kritischen Bereich handhabe, wobei der Umwandlungspunkt wahrscheinlich gar nicht so symptomatisch ist.

**Direktor Dr. Griehl:** Mit meinen vorherigen Ausführungen wollte ich nur sagen, daß dies mit die Ursache für das gesamte Verhalten ist.

**Dr. Riggert:** Noch etwas zum Umwandlungspunkt zweiter Ordnung aus der physikalischen Sicht. In Wirklichkeit handelt es sich doch um einen Bereich. Daraus sind auch die großen Unterschiede in den Literaturangaben erklärlich. Der Punkt, welchen man findet, hängt wesentlich vom Meßverfahren und vom Medium ab. Wasser wirkt beispielsweise weichmachend und erniedrigt den Glasumwandlungspunkt. Man benützt diese Methode sogar dazu, um den Weichmachungseffekt einer Substanz zu bestimmen und darüber quantitative Aussagen machen zu können.

**Dipl.-Ing. Grunder:** Ich habe noch eine etwas ketzerische Frage eines Praktikers, und zwar inwieweit Sie die mechanischen und technologischen Eigenschaften der Fasern und auch ihrer Avivagen konstant halten können. Man hört gelegentlich, daß man bei Chemiefasern von Partie zu Partie Unterschiede feststellen muß. Verarbeitungstechnisch ist natürlich diese Frage von größter Bedeutung.

**Direktor Dr. Griehl:** Daß eine Konstanz über alle Partien anzustreben ist, ist klar und gilt für alle Fasern. Es ist aber in allen Fällen schwierig, diese Forderung auch einzuhalten, obwohl man sich natürlich sehr bemüht. Wenn Sie nun die Weiterverarbeitung und besonders die Avivage ansprechen, dann kommt es vor allem auf eine gleichmäßige Avivageauflage auf der Faser an. Dies ist nicht immer der Fall, da die Bestimmung so kleiner Mengen — sie liegen in der Größenordnung von 0,2 bis 0,3 % — auf der Faser schwierig und nicht sehr genau ist. Wir bemühen uns jedoch sehr, ein gleichmäßiges Produkt herzustellen und hoffen, daß die Weiterverarbeiter damit möglichst wenig Schwierigkeiten haben.

**Dipl.-Ing. Miehlich:** Sie erwähnten als Beweis für die Unempfindlichkeit Ihrer Faser in bezug auf thermische Vorbehandlung die beiden Kurven (Abb. 11) über die Farbstoffaufnahme und sagten dazu, daß der Unterschied zwischen der Anfangs- und der tiefsten Farbstoffaufnahme für die Unempfindlichkeit maßgebend ist. Ich glaube, daß der breite Ast bei der normalen Polyesterfaser in bezug auf Schwankungen während der Nachbehandlung doch viel günstiger ist im Vergleich zu Ihrer Kurve, die ein verhältnismäßig kurzes waagrechtes Stück und dann einen steilen Anstieg aufweist, wobei nur auffiel, daß Sie schon etwa bei 160° einen steilen Anstieg haben. Das würde doch bedeuten, daß Sie nur mit sehr tiefen Temperaturen fixieren bzw. texturieren können.

**Direktor Dr. Griehl:** Es ist tatsächlich so, daß man die Copolyätheresterfaser bei tieferen Temperaturen fixieren und texturieren muß als die Homopolyesterfaser. Sie haben auch in gewissem Sinne mit der Breite des Bereiches recht. Dazu kann ich nur selbstkritisch sagen, daß dies bei unserer Faser etwas besser sein könnte. Aber andererseits ist auch das, was ich hervorgehoben habe und was sich vor allem auch in der Praxis herausgestellt hat, sehr wesentlich, daß nämlich unsere Faser nach dem Texturieren farblich wesentlich einheitlichere Flächengebilde ergibt als man normalerweise beim reinen Polyäthylenterephthalat erhält.

# Die Automation in der Stapelfaserspinnerei

Direktor Dr. Ing. Heinz A. Keller, Winterthur

*Es werden die realen Möglichkeiten einer künftigen Entwicklung auf dem Gebiet der Automatisierung in der Spinnerei erörtert. Die Spinnerei als Vorstufe der Erzeugung textiler Flächengebilde wird sich auch in Zukunft nicht vermeiden lassen. Um textile Gebilde herzustellen, muß man im Sinne der Automation von der Einzelmaschine und ihrer Funktion auf den Gesamtprozeß umdenken lernen. Ein kontinuierlicher Arbeitsablauf ist die Grundbedingung einer wirtschaftlichen Automatisierung. Mit der fortschreitenden Fertigung von der Faser zum Garn nehmen die Schwierigkeiten der Automation kontinuierlich zu. An Hand von Beispielen wird der gegenwärtige Stand der Automatisierung gegeben.*

*A realistic outlook is given on possible future developments regarding the automation of spinning mills. The spinning step, as a preliminary stage to the production of textile fabrics, cannot be eliminated, now or in the future. Automated production of textile yarns and fabrics will require a switch in thinking habits from the consideration of individual machines and their functions to that of the overall process. Continuous working processes are a basic requirement of economical automation. The difficulties confronting automation increase with progressing fiber to yarn conversion. Examples are cited to illustrate the present status of automation.*

## A) Einleitung

Das Bestreben, menschliche Arbeit irgendwelcher Art durch maschinelle Vorgänge und Verrichtungen zu ersetzen, reicht bis weit ins Altertum zurück. Die systematische Durchforschung und Ausdehnung dieser Prinzipien auf ganze Prozesse ist aber neueren Datums und der Ausdruck „Automation“ tritt etwa seit 1950 in der technischen Sprache auf.

Dieser Ersatz menschlicher Arbeit durch maschinelle Steuerung ergibt neben der Einsparung an Bedienungs- und Überwachungsarbeit auch größere Genauigkeit der Prozeßführung und Unabhängigkeit von menschlicher Zuverlässigkeit. Ein wirtschaftlicher Vorteil wird aber erst dann erreicht, wenn die Personaleinsparung und erhöhte Produktivität die Mehrauslagen für teure Anlagen und qualifiziertes Personal übertrifft. Ist zunächst die Automation nur durch den Mangel an Arbeitskräften motiviert, so kann sie wegen der mit der Zeit fallenden Tendenz der Anlagekosten und der fortdauernden Lohnsteigerungen auf weite Sicht ökonomisch werden.

Stellen wir uns die Frage, ob sich die Einführung der Automation auf dem Gebiet der Stapelfaserspinnerei überhaupt lohnt, so ist die Antwort ein unbedingtes „Ja“, denn die Bedeutung der Stapelfaserspinnerei, insbesondere der Mischgarne, dürfte in absehbarer Zeit weiter zunehmen, obwohl auch die Endlosfasern, Filamentgarne sowie die Vlies- und Schaumstoffe in kräftiger Entwicklung stehen. Sie wird sich auch in Zukunft durch keine andere Technik als Vorstufe textiler Flächengebilde verdrängen lassen. Selbstverständlich sind die Gesetze der Stapelfaserspinnerei und der Mischungen für die automatisierte Spinnerei ebenfalls gültig. Wir müssen da vor allem die fast unbegrenzten Mischungsmöglichkeiten, Naturfaser, Chemiefaser und Chemiefasern untereinander berücksichtigen.

Der Einfluß des Strukturwandels in den Lebensbedingungen und der Technik auf die Stapelfaserspinnerei erfordern ein Umdenken von Einzelmaschinen auf Verfahren vom Rohmaterial bis zum Fertigprodukt. Um textile Gebilde herzustellen, muß daher künftig

in erster Linie der Gesamtprozeß betrachtet werden. Dies führt zwangsläufig zur Automation, die sich in anderen Industrien bestens bewährt.

## B) Möglichkeiten der Automation

### 1. Was soll automatisiert werden?

Die Automation drängt sich auf bei Vorgängen, die viel und besonders anstrengende oder schmutzige Handarbeit beanspruchen. Bei der bisherigen Durchführung des Spinnprozesses waren das:

Das Öffnen und Auflegen der Ballen auf die Transportgitter der Ballenbrecher.

Der Transport der Wickel vom Batteur zu den Karden.

Der Transport der Kannen von den Karden zu den Strecken und zwischen den Strecken sowie zu den Vorspinnmaschinen.

Das Abziehen der Vorgarnspulen von den Vorspinnmaschinen und Wiederaufstecken dieser Spulen auf der Ringspinnmaschine.

Das Abziehen und Frisch-Aufstecken der Ringspinnmaschinen, eine der zeitraubendsten Arbeiten.

Die Entfernung des Abgangs der gesamten Spinnerei, insbesondere von Putzerei und Karderie, die schmutzigste aller Arbeiten.

Alle übrigen Transporte, sowie Reinigungs- und Wartungsarbeiten, die noch auszuführen sind.

### 2. Mittel und Wege

Wir wissen, daß sich die Automation grundsätzlich auf zwei Arten – und deren Kombinationen – verwirklichen läßt, nämlich durch:

- a) Verkettung vorhandener Maschinen und Verfahren.
- b) Neue Maschinen und Verfahren.

Die Verkettung ist einfach, aber nicht leicht, wenn ein gutes Produkt gefordert wird. Regelfragen tauchen auf und es zeigt sich, daß mit fortschreitender Her-

stellung des Fadens im Spinnereiprozeß die Automation immer schwieriger wird. Das hat mehrere Ursachen: Einmal reagiert der Faserverband immer empfindlicher auf Störungen, sodann stimmen die **Ablieferungsgeschwindigkeiten** der vorangehenden Maschinen mit der Einlaufgeschwindigkeit der nachfolgenden immer weniger überein und, nicht zuletzt, beginnt sich der Prozeß nach der Regelstrecke, je nach verarbeitetem Material und gewünschtem Produkt zu verzweigen. Ich erwähne nur gekämmte oder kardierte Garne, eine oder zwei Streckenpassagen, Flyer oder Band-Spinner. Auch nach der Ringspinnmaschine ist wiederum eine ganze Reihe von verschiedenen Arbeitsstufen möglich.

Neue Verfahren werden erst ab Karden- bzw. Streckenband interessant. Hauptvertreter sind die sogenannten OE-Spinnverfahren, an denen heute wohl intensiv gearbeitet wird, die aber für den industriellen Einsatz, namentlich für westlichen Gutectandard, noch lange nicht reif sind.

### C) Stand der Automation

#### 1. Überblick

Nach dem Gesagten läßt sich die Automation des Spinnprozesses kurzfristig nur durch Verkettung vorhandener Maschinen mit Hilfe von Übergabeeinheiten und Transportanlagen verwirklichen, wobei gleichzeitig ein möglichst kurzes Sortiment angestrebt wird. Die hierfür bis heute beschrittenen Wege sind aus der Literatur mehr oder weniger alle bekannt: Honegger<sup>1</sup>, Siegl<sup>2</sup>, Wegener<sup>3</sup>, Peuker<sup>3</sup>.

Zusammenfassend läßt sich folgendes sagen: Vollautomatisierte Betriebe vom Ballen bis zur fertigen Kreuzspule, in dem Sinn, daß das Überwachungspersonal die Zeitung lesen kann, sind vorerst kaum denkbar. Immerhin gibt es in Japan und seit Anfang dieses Jahres auch in Amerika Spinnereien, die vom Ballen bis zur Kreuzspule vorwiegend automatisch arbeiten, wobei also Bedienungs- und Überwachungsarbeit weitgehend durch Automaten geschieht.

Allgemein ist heute in der Stapelfaserspinnerei ein vollautomatisierter Betrieb vom Ballen bis zur Strecke bzw. Regelstrecke gelöst, während es vom Streckenband bis zur Kreuzspule nur einen mehr oder weniger automatischen Materialfluß gibt. Anders gesagt, haben wir heute in der Stapelfaserspinnerei die Automation vom Ballen bis zur Strecke erreicht, während der Stand der Automation von der Strecke bis zur Kreuzspule, der sich auf den Materialfluß konventioneller Maschinen beschränkt, als Zwischenstufe aufgefaßt werden muß, die allerdings noch Jahrzehnte dauern kann. Eine eigentliche Automation ab Strecke ist nur mit einem neuen Spinnverfahren möglich.

Bevor wir im folgenden Kapitel auf die Probleme der Automation eingehen, wollen wir zunächst den heutigen Stand der Automation in einigen Bildern festhalten. Selbstverständlich müssen wir uns dabei auf einige wenige repräsentative Konstruktionen beschränken und versuchen, die Auswahl der Beispiele möglichst gerecht zu treffen. Ferner wollen wir nur diejenigen Phasen des Produktionsprozesses herausgreifen, die von besonderem Interesse sind.

## 2. Ballenabtragen

Ein für die Automation sehr dankbares Objekt, handelt es sich doch einerseits um das Ausschalten besonders anstrengender und schmutziger Handarbeit und zum anderen um eine den nachfolgenden Produktionsablauf bestimmende Tätigkeit, die ganz von der Zuverlässigkeit des Arbeiters abhängt.

Wir unterscheiden:

- a) **Ballenabtragungsmaschinen** mit hin- und hergehender Bewegung.
- b) **Ballenabtragungsmaschinen** mit rotierender Bewegung.

Bei allen Maschinen bat sich heute das Abtragen der Ballen von der Unterseite durchgesetzt.

Normalerweise können mit einer Maschine simultan nur Ballen gleicher Breite verarbeitet werden.

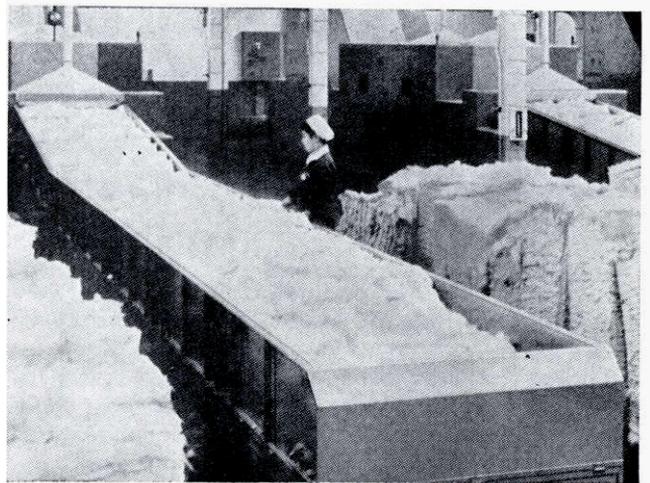


Abb. 1: CAS-Ballenabtragung

Sowohl bei hin- und hergehenden wie bei Zirkular-Maschinen liegt das abgezapfte Flockengewicht zwischen 5 und 30 mg pro Flocke.

Merkwürdigerweise haben sich die Japaner diesem Problem nur zögernd zugewandt, und so hat auch die „Automatikgruppe“ CAS (Abb. 1) mit Automatik nichts zu tun. Während die Hände dieses Japanermädchens die Ballen abtragen, wird der Staub von ihren Lungen abgesaugt.



Abb. 2: O.M.-Ballenabtragungsmaschine

Nur eine einzige Firma, O.M., stellt heute in Japan automatische **Ballenabtragungsmaschinen** her, die aber auch nicht überzeugend wirken. Die Beschickung erfolgt mittels Laufkran über der Maschine oder über Zufuhrtransportband von einem Ende aus. **Zum** Abtragen werden die Ballen über rotierenden Zahnwalzen bin -und herbewegt (Abb. 2).



Abb. 3: Trützschler-Ballenabtragungsmaschine

Als Einzel- oder Mehrfademaschine ist der Trützschler-Ballenzupfer (Abb. 3) verwendbar. Die Beschickung erfolgt mittels Laufkran über der Maschine oder über Zufuhrtransportband von einem Ende aus. Transportbänder bewegen die Ballen **zum** Abtragen über Zupforganen hin und her. Die Regulierung der Produktion erfolgt durch versaliedenes tiefes Eindringen der Zupforganen.

Die Firma Rieter verwendet eine Ballenabtragungsmaschine mit rotierender Bewegung. Im Karussellöffner sind fünf Schlägerwalzen im Kreis herum angeordnet. Die herausgeschlagenen Flocken werden von einem Luftstrom nach der Mitte des Karussells geleitet, wo sie eine gemeinsame pneumatische Transportleitung vertikal nach oben abführt. Die Maschine ist mit automatischer (elektronischer) Produktionsregelung ausgerüstet.

Das Nachladen der Ballen wirft keine Probleme auf. Der neue Ballen wird einfach mit dem Hubstapler auf den alten abgesetzt. Die Ladezeit für einen Ballen, während der die Maschine stillsteht, beträgt durchschnittlich zwölf Sekunden.

### 3. Öffnen, Reinigen, Durchmischen

**Es** erfolgt ausnahmslos bei allen Firmen simultan in konventionellen Masaienzügen in der häufigsten Reihenfolge: Stufenreiniger respektive Zweiwalzenreiniger, Kastenspeiser, Voröffner. Eine nähere Beschreibung erubrigt sich.

Verschiedene Firmen haben die Wichtigkeit einer guten Durdimischung (Mischung) erkannt und sehen Mischmaschinen vor, welche in der Regel nadi der ersten Reinigungspassage eingesdialtet werden (Rieter, Hergeth, Japan). Die Durchmischung in der Putzerei ist **umso** wichtiger geworden, als die **Kurztransferstraßen** mit nur einer Stredenpassage mit sehr gerin-

gen Doublierungszahlen arbeiten. Zwei Prinzipien gelangen zur Anwendung: in horizontaler Richtung Materiallagen aufschichten und in vertikaler Ridichtung abbauen, oder in umgekehrter Folge aus senkredit nebeneinander angeordneten Schächten in horizontaler Richtung abtragen.

### 4. Kardenbeschicken

Als Maschine zur Beschickung von Kardenautomatiklinien dient der Flockenspeiser.

Zwei Prinzipien sind üblich:

Erstens die Verwendung eines gewöhnlichen Kastenspeisers, der die Flocken in die zu speisende Ringleitung abgibt. Bei dieser häufig angewendeten Methode gelangt das Rücklaufmaterial wiederum in die Frischmaterialreserve zurück.

Zweitens die kontinuierliche Vermischung des Rücklaufmaterials mit dem Frischmaterial auf dem gleichen Kardierorgan, mit Einspeisung in die Ringleitung. Dieses Verfahren ergibt besonders gute Resultate. Das Rücklaufmaterial gelangt in diesem Fall über eine nicht klemmende, nur lose rückhaltende Arbeitsstelle in den Prozeß zurück. Eine sehr intensive Vermischung von Frisch- und Altmaterial ist dadurch gewährleistet, was sich in der Nummernhaltung der Kardenbänder günstig auswirkt. Letztere Methode wendet Rieter an.

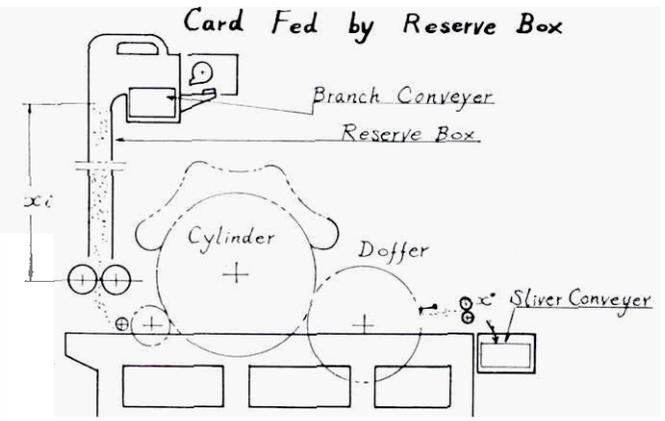


Abb. 4: Prinzip der Kardenspeisung

Die Mehrzahl der Firmen arbeitet heute mit einem verbesserten mechanisai-pneumatischen System, das die Baumwolle mittels Transportband auf dem **Hinweg** zu den Kardensaiächten befördert und bei Bedarf vom Transportband in den jeweiligen Schacht blast (Abb. 4, Prinzip der Kardenspeisung). Als Beispiel Saco-Lowell (Abb. 5):

Die Klumpenbildung ist damit verhindert, aber der technische Aufwand ist sehr **groß** (CAS, Saco, Platt, Hunter/Hergeth). In einzelnen Fällen erfährt das **so** eingeblassene Material durch Rütteln der Saiachtwand eine Verdichtung (Platt, Ingolstadt, Metrafeed von Fiber Controll Corp., Hunter/Hergeth, Multimater). Der pneumatischen Verteilung bedienen sich: Rieter, Trützschler, Toyoda (Daiwa) und Nihon (NAS und KMS).

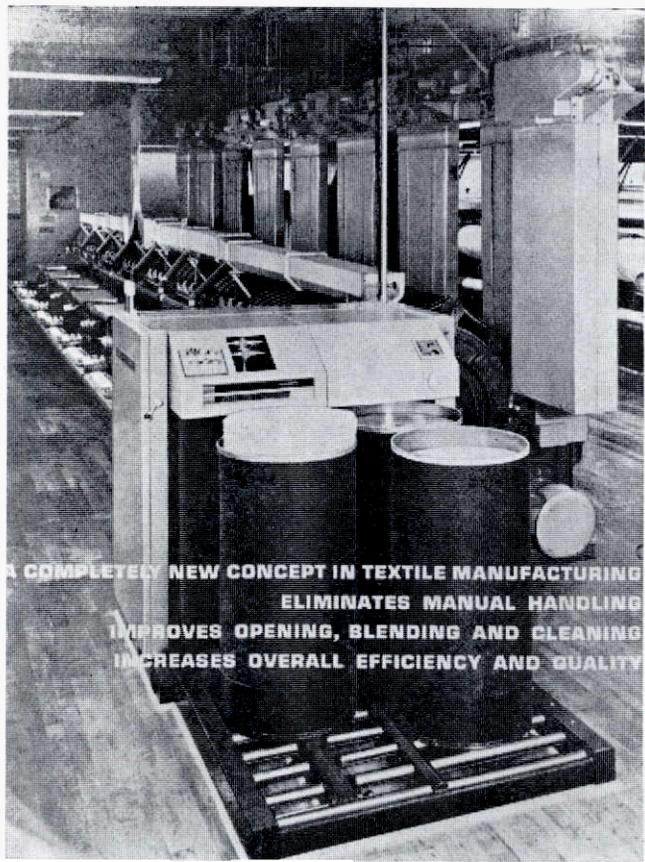


Abb. 5: CAS- bzw. Saco-Lowell-Kardenspeisung

Trützscher wie Nihon arbeiten mit geschlossenem Baumwollkreislauf und pneumatischer Ringleitung, wofür jedoch weltweite Rieter-Patente vorliegen. Trützscher verwendet eine Zwischenauflösung nach Abwurf im Kardenschacht und zur eigentlichen Watterbildung in einem zweiten Schacht eine Wiederverdichtung auf pneumatischem Weg (Abb. 6 und 7).

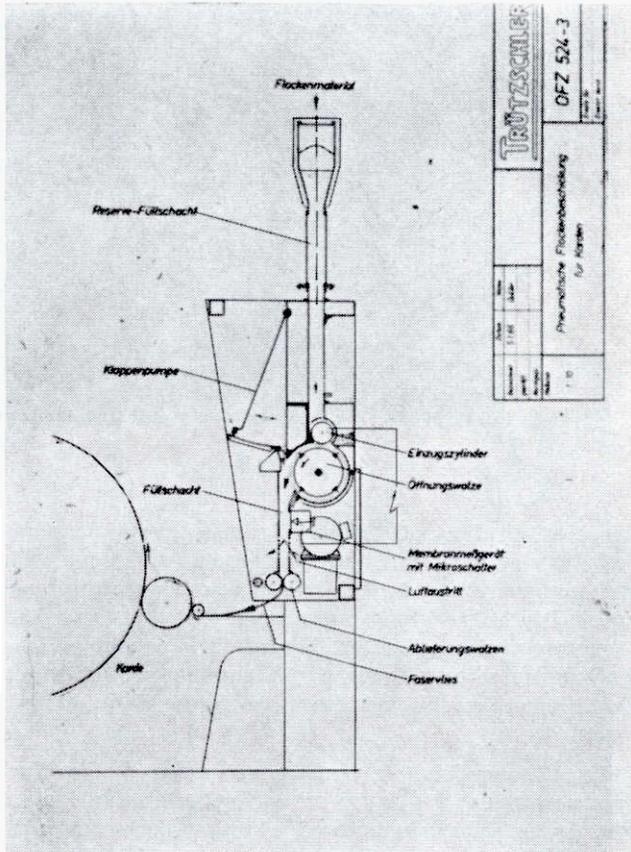


Abb. 7: Trützscher-Kardenspeiser FBK

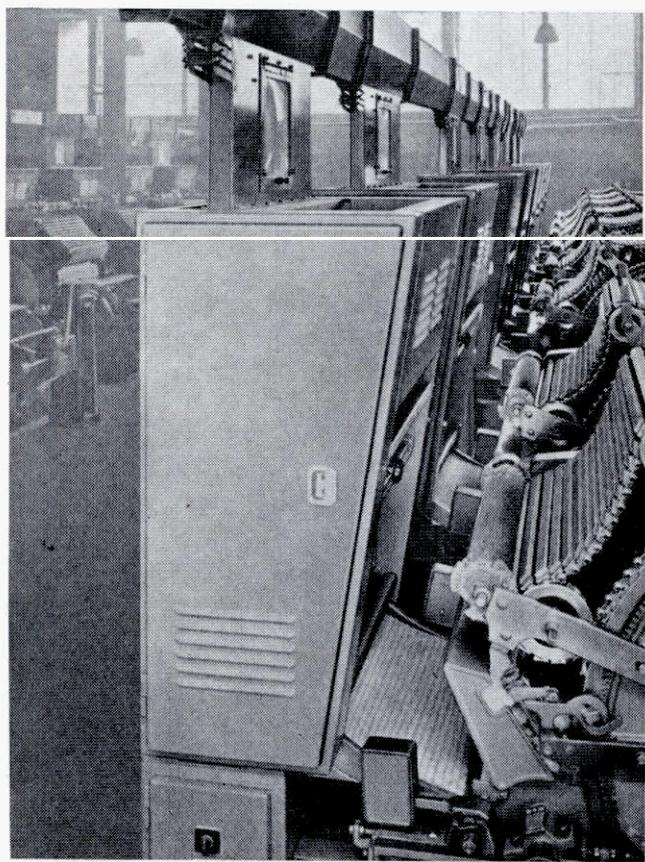


Abb. 6: Trützscher-Kardenspeiser FBK

Die Aerofeedspeisung von Rieter ist denkbar einfach, da keine beweglichen Organe zur Verteilung der Baumwolle dienen (Abb. 8, Rieter-Aerofeed). Die Verdichtung des Flodtenmaterials geschieht durch den Luftdruck (statische und Staudruckkomponente) an der Arbeitsstelle. Der Einfluß des jeweiligen Druckabfalls längs der Leitung läßt sich unschwer durch systematische Korrektur der Schachtweite ausschalten. Der Materialkreislauf im System steht außerdem durch einen elektronisch arbeitenden Regler mit Proportional-integral-Charakter laufend unter Kontrolle. Das System dürfte hinsichtlich Einfachheit und Genauigkeit zur Zeit nicht mehr zu unterbieten sein.

5. Abgangstransport

Automation heißt nicht nur automatische Beschickung der Maschine und Abtransport des Produktes, sondern auch möglichst absolute Wartungsfreiheit. Dazu gehört auch die automatische Entfernung der Abgänge, besonders in Putzerei und Karderie, wo der Aufwand relativ groß ist, wenn nach Qualität getrennt

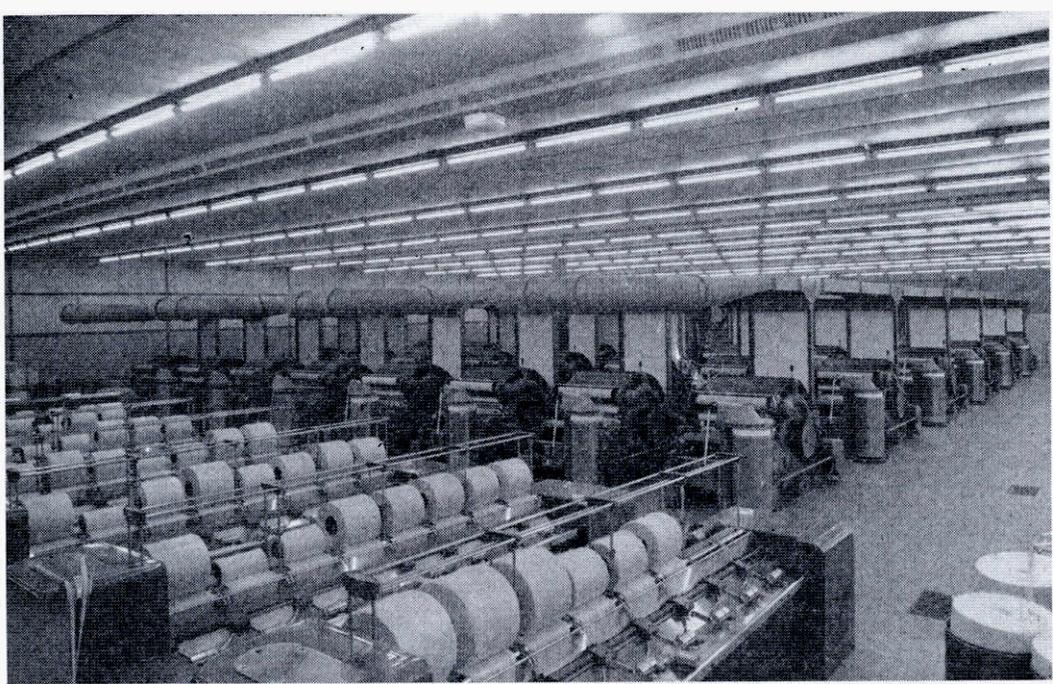


Abb. 8: Rieter-Aerofeed

verpackt werden soll. Diese schmutzige, unangenehme Arbeit wird vom Personal gemieden, sodaß man für Neuanlagen trotz der Kosten zu solchen Lösungen greift. Die Entwicklung auf diesem Gebiet ist zur Zeit keineswegs abgeschlossen. Noch fehlt eine einheitliche Auffassung über die für die Trennung maßgebenden Qualitätsmerkmale und die zugehörige Verpackungsform.

Der sdiewere Schmutz der Putzerei und unter den Karden verlangt hohe Luftgeschwindigkeiten und -mengen, sofern überall dauernd abgesaugt werden soll. Auch für die vielen Absaugpunkte einer Oberkardenentstaubung fallen große Luftmengen an. Die amerikanische lufttechnische Firma Pneumafil kam daher auf den Gedanken, Abgangstransport und Klimatisierung durch Abstimmung der Luftmengen im sogenannten TAC-System zusammenzufassen. Leider eignet

sich ein solches System nur für Neuanlagen, zudem wird die Abgangtrennung stark eingeschränkt.

Einige Beispiele:

DAS läßt den Unterkardenabgang auf ein in die Karte eingebautes Transportband fallen und rollt ihn wie Deckelabgang ein. Dies dürfte keine befriedigende Lösung sein (Abb. 9).

Die Oberkardenreinigung (Abb. 10) von Saco-Lowell bleibt dauernd in Betrieb. Unterkardenreinigung bzw. Abgangentfernung ist bis heute in USA nicht üblich.

Rieter (Abb. 11) hat ein System entwickelt, das sowohl schweren Putzereiabgang wie Karderieabgänge mit einem Rohrleitungssystem abtransportiert. Es arbeitet intermittierend unter Abruflung der einzelnen Ausscheidestellen in zyklischer Reihenfolge. Da5 Absacken der Abgänge erfolgt in einer Zentrale nach gewünschten Sorten getrennt, Die Rohrleitungsführung in den Keller ist vorteilhaft, aber teurer.

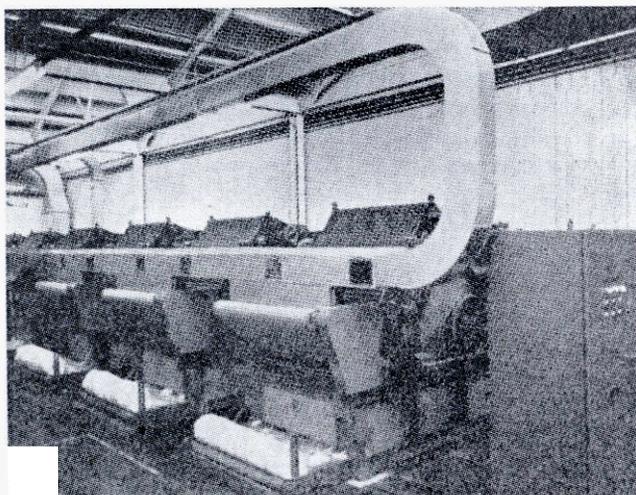


Abb. 9: DAS-Abgangstransport

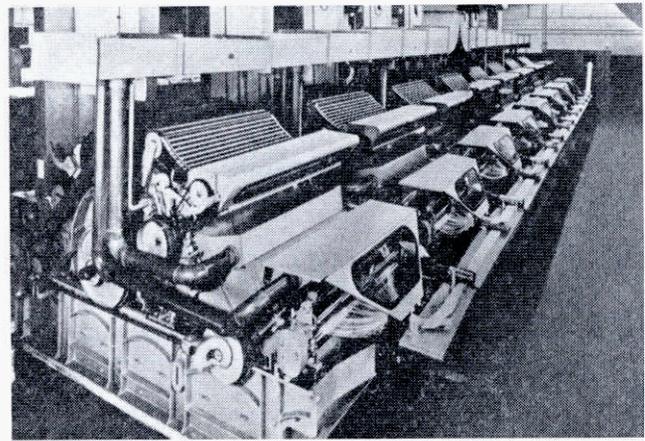


Abb. 10: Saco-Lowell-Abgangstransport

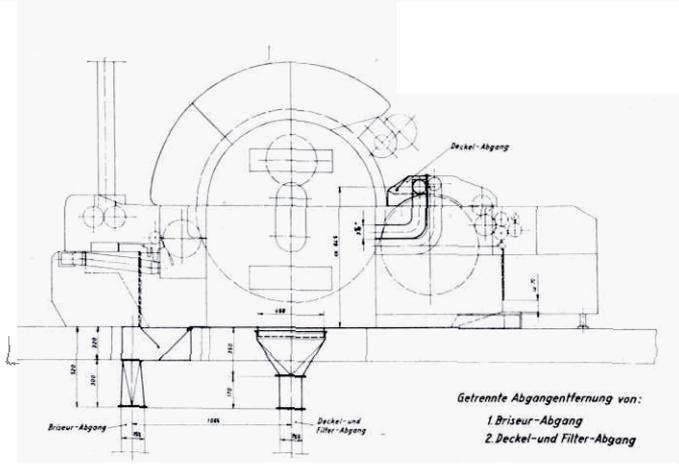


Abb. 11: Briseur-Abgang bzw. Deckel- und Filter-Abgang, System Rieter

**6 Bandtransport**

Die Zusammenfassung der Bänder und Zuführung zur Strecke geschieht mit einem Bandtisch (Saco-Lowell, KMS 2, Platt) oder einem Bandtransportband (NAS, DAS, KMS 1, CAS, Rieter). Der konstruktiv weniger aufwendige Bandtisch garantiert nicht voll, daß die Bänder beim Einfädeln selbsttätig bis ins Streckwerk gelangen. Beim Bandtransport dagegen werden sie in jedem Falle mitgenommen.

Die Synchronisierung zwischen Karden und Strecken ist schwierig. Da wir es mit sehr unterschiedlich großen bewegten Massen, wie Tambour, Kardenabnehmer, Bandtransport und Strecke zu tun haben, ist dem Synchronisierungsproblem größte Beachtung zu schenken. Drei Arten haben sich durchgesetzt:

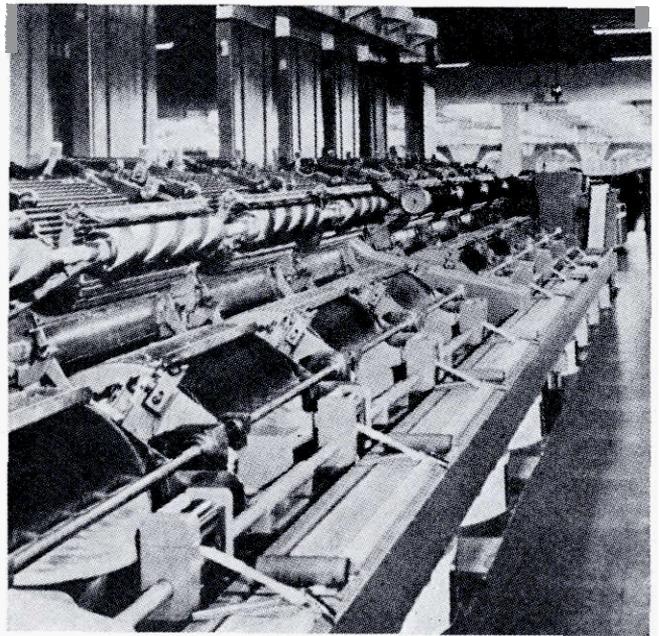


Abb. 13: CAS-Bandtransport

2. Die Synchronisierung auf rein elektrischem Wege (Abb. 13, CAS). Nachteilig bei dieser Lösung ist die Notwendigkeit, alle Motoren, insbesondere den Leitgenerator, stark überdimensionieren zu müssen, wegen der Gefahr des Außertrittfallens der elektrischen Welle.
3. Die flexible, das heißt nicht starre Synchronisierung (Abb. 14, Rieter). Hier wird bei jeder Kar-

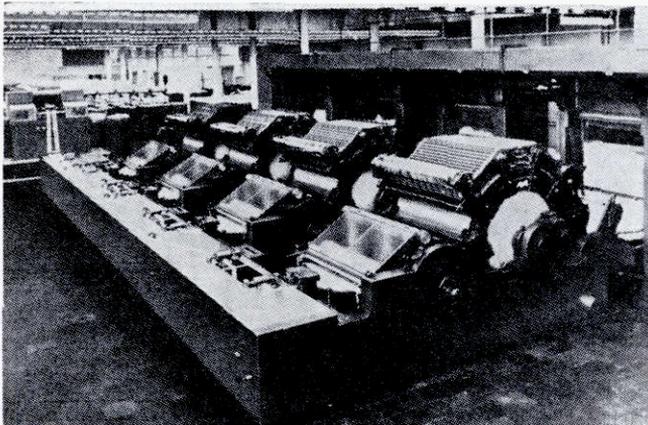


Abb. 12: Platt-Bandtransport

1. Die rein mechanische Synchronisierung, wo ein großer Hauptmotor über eine mechanische Welle eine ganze Kardenreihe antreibt und die einzelnen Karden durch Kupplungen von der Hauptwelle abschaltbar sind (Abb. 12, Platt). Die Abnehmer, das Transportband und die Regulierstrecke wie zum Teil auch der Flockenspeiser sind alle auf eine zweite mechanische Welle gekuppelt. Das ganze System muß miteinander hoch- und auslaufen, was die große Problematik eines Schweranfangs in sich schließt (Platt, DAS, Saco).

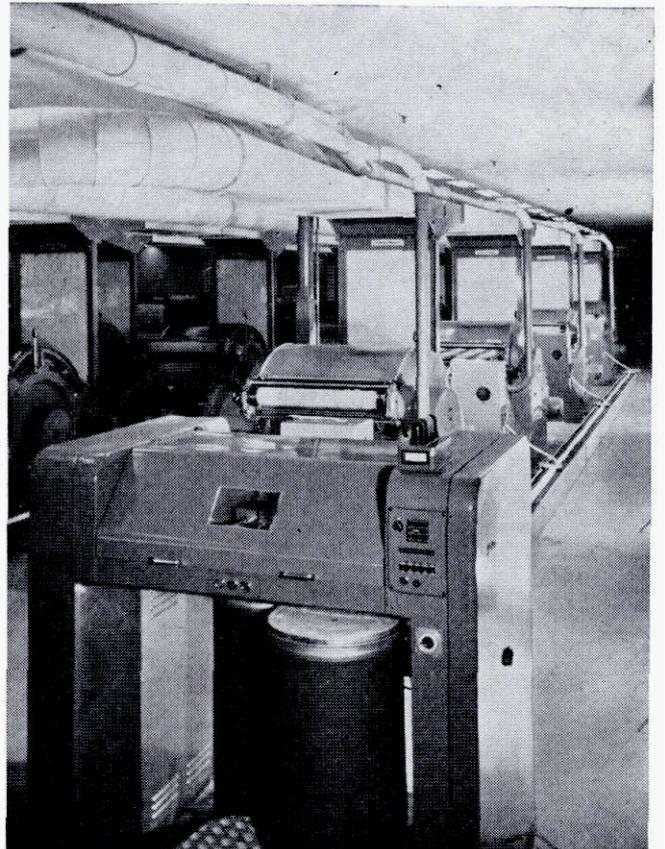


Abb. 14: Rieter-Bandtransport mit Bandspeiser

de ein sogenannter Bandspeidier als Materialpuffer für An- und Auslauf vorgesehen. Bei Verwendung von Kunststoffantriebsriemen mit wenig Schlupf ist der Gleiddauf der Karden vollständig ausreidiend, das heißt die leidite Anspannung der Bänder genügt. Der Bandspeidier ist sodann in der Lage, die Überproduktion an Band zufolge des gegenüber der Strecke längeren Auslaufens der Karde zu speichern und beim Anfahren und im Dauerbetrieb wieder abzugeben. Der Vorteil des Verfahrens liegt in seiner Einfachheit, indem ganz gewöhnli angetriebene Karden ohne nennenswerte Umstellungen zu einer Produktionsstraße zusammengehängt werden können. Obgleich diese Lösung durch Rieter-Patente geschützt ist, wurde sie schon von verschiedenen Seiten (NASS-OM, TAS, KMS, DSI und Platt) nachgeahmt.

### 7. Regelstrecke

Je nachdem wie gleichmäßig die Kardenbänder aus einer Kardenlinie mit Flockenbeschückung anfallen, ist eine Regelstrecke nachzuschalten. Auf alle Fälle immer dann, wenn nadi nur einer Streckenpassage (Rieter, DAS, KMS 1 + 2, Platt) direkt der Flyer folgt.

Entsprediend der Arbeitsweise bzw. der Messung des Bandes unterscheidet man: Regelung (Messen nach dem Verzug) und Steuerung (Messen vor dem Verzug). Die heute bekanntgewordenen Regelstredren sind in der Mehrzahl auf dem Steuerprinzip aufgebaut, und nur die Stredre der Firma Rieter (Abb. 15) arbeitet nadi dem Regulierprinzip. Ebenso wesentli wie das gewählte Prinzip ist die Zuverlässigkeit der Regulierstredre.

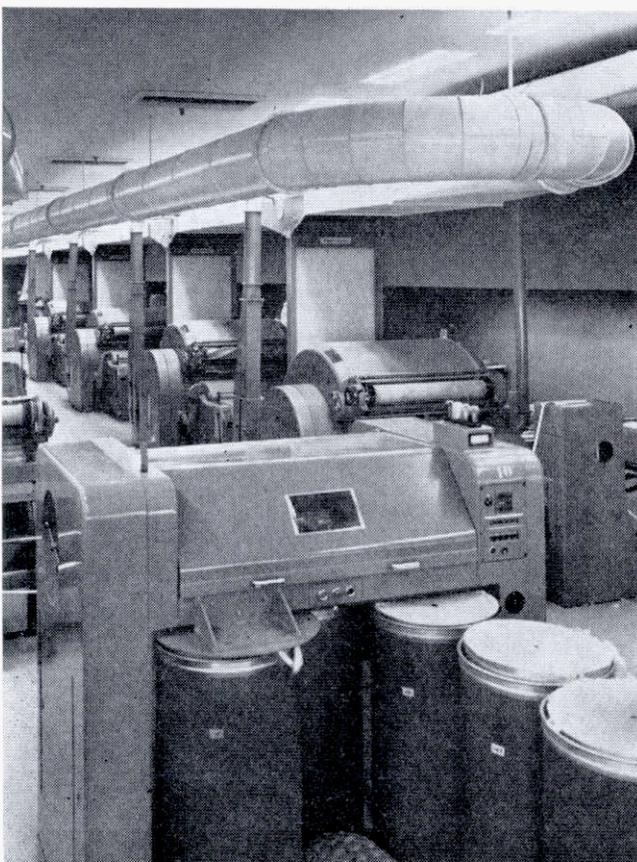


Abb. 15: Rieter-Regelstrecke

Auch darf die Messung der Banddidre die innere Struktur des Bandes nidit zusätzlich stören.

Regulierstrecken bedienen sich, je nach Konstruktion, der mechanischen, pneumatischen oder elektrischen Meßmethode zur Gewinnung der Regel- respektive Steuergröße. Für die Bildung der Stellgröße gelangen rein mechanische oder elektrische Verfahren zur Anwendung.

Der Regulierstredre fällt nidit die Aufgabe zu, kurzwellige Sdiwankungen auszugleichen, wie dies irrtümlich angenommen wird. Die „Usterwerte“ können demzufolge nidit kleiner sein als an einer gewöhnlichen Stredre mit Bandaufgabe ohne allzu große Nummernschwankungen. Aus rein physikalischen Gründen ist es bei den großen Durchlaufgeschwindigkeiten von 300 m/min nidit möglich, schneller als etwa 0,7 Hertz auszuregulieren.

Die langwelligen Sdiwankungen, größer als 0,7 Hertz, schaltet die Regeistrecke aus und sichert demzufolge die erforderliche Nummernhaltung. Irrig ist ebenfalls die Auffassung, die Regelstredre diene ausschließlich dazu, ein fehlendes Band auszugleichen. Selbstverständlich tut sie das, aber auch hier sind technische Grenzen gesetzt, sodaß bei einem Bandsprung die Ausregulierung entsprediend der Sprungfunktion während einiger Bruchteile von Sekunden nidit vollkommen ist. Im praktisdiem Betrieb sind diese Vorkommnisse statistisch als "seltene Ereignisse" zu werten, die nicht häufiger vorkommen als beispielsweise Abweidungen in der Vorgarnnummer nach Widreln eines Stredrwerkzylinders.

Andererseits zeigt die praktische Erfahrung, daß bei einigermaßen gleichmäßiger Auflösung und Durchmischung in der Putzerei die Flodrenspeisung bei Nachfolgen von zwei Streckpassagen keine Regulierstrecke erfordert. Die Zielsetzung der Regulierstrecke ist die Ausschaltung einer Streckpassage, um vom Endpunkt einer Kurztransferstraße direkt auf den Flyer überzugehen.

### 8. Strecke

Verschiedene Firmen, wie DAS, KMS 2, Platt und Rieter, besdireiten heute den Weg der Einstreckenpassage.

Die Verarbeitung der Kardenbänder über zwei Stredcenpassagen in Transferstraßen erfordert gegenüber dem Einpassagensystem einen wesentlichen Mehraufwand. Es sind hauptsächlich japanisdi Firmen, weldie im Hinblick auf das Bandspinnverfahren die Automation des ganzen Passagenblodrs von erster und zweiter Passage mit Übergabeeinheiten bewerkstelligen (CAS, NAS — Abb. 16). Das vollautomatisierte Kannenkreislaufsystem mit automatischer Ansetzvorriditung ist wohl eine beaditliedie technische Leistung, aber in einer Transferstraße ein Herd von vielen Störungsmöglichkeiten.

Nadidem sich mit der Transferstraße mit nur einer Stredrenpassage, wie wir später noch sehen werden, gleiche qualitative Ergebnisse in der Fertigware erzielen lassen, durfte sich das einfachere Verfahren durdisetzen. Viele Firmen sind heute noch nidit an die Losung der Automation der Stredrenpassagen herangetreten und arbeiten deshalb noch mit zwei unverketteten Stredrenpassagen nach konventioneller Art.

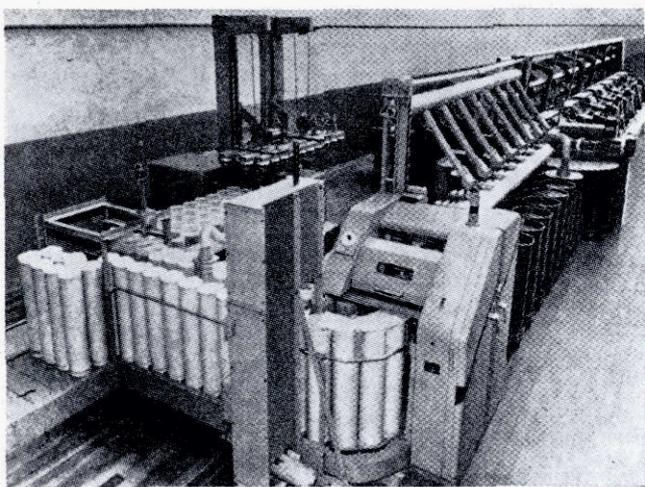


Abb. 16: NAS-Strecke

### 9. Flyer

Die Automation der Flyerpassage ist heute leider noch voll ungelöster Fragen. Man bezeichnet sie mit Recht als „automationsfeindlich“. Noch keiner Firma ist es gelungen, den Transport und das Anlegen der Lunten am Eintritt der Maschine zu automatisieren. Ohne Umgestaltung der Maschine auf einreihige Spindelanzordnung und andere Lagerung der Flügel kommt man nicht durch.

Die bis heute bekannte Lösung des automatischen Abziehens von DAS (Spulenformat  $5\frac{1}{2}$ " oder  $6\frac{1}{2}$ " x 20" Höhe) mutet kompliziert und störungsanfällig an, muß doch Spule um Spule einzeln heraus-

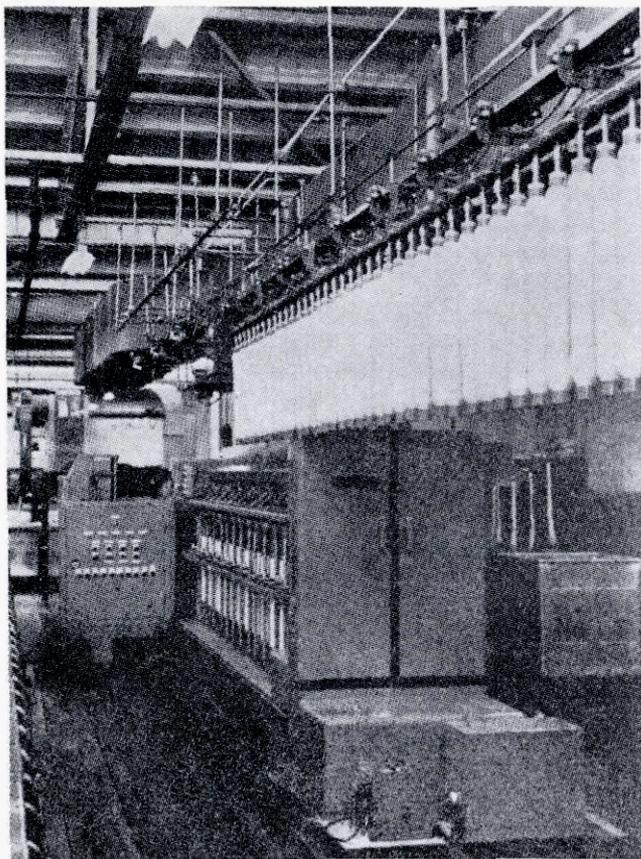


Abb. 17: DAS-Flyerdoffing

gehoben, aus dem Maschinenbereich herausgefahren, hochgehoben und auf den Tragzapfen der Hängebahn geführt werden, und das Aufstecken jeder einzelnen leeren Hülse hat mit umgekehrtem Bewegungsablauf zu erfolgen, ohne daß dabei Fadenbrüche entstehen dürfen (Abb. 17). Eine Automatisierung um jeden Preis ist jedenfalls schwierig und sehr teuer, und es dürfte richtig sein, sich vorerst mit halbautomatischen Lösungen zufriedenzugeben, umso mehr, als die Ablösung des Flyers durch andere Methoden in den Bereich des Möglichen rückt,

### 10. Ringspinnmaschine

ihre Arbeitsweise ist diskontinuierlich, sodaß die französische Bezeichnung „continu“ fast ironisch anmutet. In erster Linie wurden, mehr aus Prestigegründen, die leicht auszuführenden Handgriffe beim Anfahren und Abstellen, also Tipbunch, Unterwinden, Absenken der Ringrahe, Hochklappen der Fadenösen und die entsprechenden Rückstellungen auf verschiedene Art automatisiert. Für die Aufsteckung kommen nur Transportanlagen in Frage, das Ansetzen des Vorgarns muß noch immer von Hand erfolgen.

Viel wichtiger und schwieriger ist aber das mechanische Abziehen der Kopse, kombiniert mit dem Aufstecken der leeren Hülsen. Die Automatisierung dieses Vorgangs lohnt sich heute für grobe Garne und wird auch für feine Nummern gewünscht, weil sich hierfür keine Arbeitskräfte mehr finden lassen. Die automatischen Kopsabziehvorrichtungen kann man in zwei Gruppen einteilen, und zwar in stationäre Geräte, die, in die Maschine fest eingebaut, gleichfalls ein Teil derselben sind, und in bewegliche Geräte, die an die Maschine herangebracht werden und sich nach getaner Arbeit zum nächsten Arbeitsort bewegen, wobei die Kopse entweder gemeinsam in Gruppen oder einzeln abgezogen werden.

Neben dieser Einteilung können natürlich andere Unterscheidungsmerkmale für den Spinner oft noch wichtiger sein:

Der Grad der Automatisierung, das heißt: welche Vorgänge laufen automatisch ab und welche müssen noch von Hand gesteuert oder bettigt werden, insbesondere die Entfernung der Gamreste.

Abhängigkeit des Gerätes von Teilung, Hülsenart und -größe sowie Form und Größe des Garnkörpers.

Abhängigkeit von der Konstruktion der Ringspinnmaschine.

Art des Antriebes: manuell, mechanisch, elektrisch. Leistung bzw. Zeitdauer des Abzugvorganges inklusive Rüstzeit.

Platzbedarf bzw. Rücksichtnahme auf Gebäudekonstruktion und Maschinenaufstellung.

Art der Übergabe der vollen Kopse an die Spulerei und Speisung des Doiers mit leeren Hülsen (spitzensortiert oder wahllos).

Gesamtpreis, einschließlich aller notwendigen Installationen.

Es kann nicht unsere Aufgabe sein, hier alle heute existierenden Dofferarten zu besprechen, darüber gibt

es eine umfassende Literatur (Weigel<sup>4</sup>, Egbers<sup>5</sup>, japanische Autoren<sup>6</sup>). Zweifellos haben die Japaner auf dem Gebiet der Kopsabziehmaschinen bis heute die meisten Arbeit geleistet.

Als Repräsentant der beweglichen Geräte, welche die Kops in Gruppen abziehen und gleichzeitig als Übergang zu den eben gezeigten Kopsabziehmaschinen für Flyer, zeigt Abb. 18 die Kopsabziehmaschine von DAS, welche sich durch eine besonders schmale

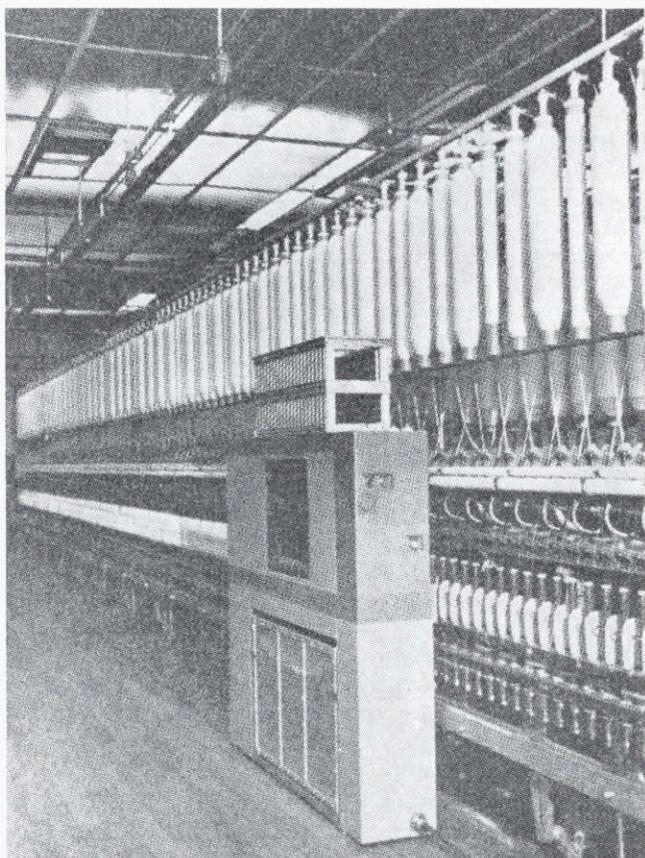


Abb. 18: DAS-Ringspinn-doffer

Bauart auszeichnet. Das Abziehaggregat kann auf jede Spindelbankhöhe eingestellt werden und ist vom Kopsdurchmesser unabhängig. Erfasst werden die Hülsenenden.

Der bewegliche Doffer Doffomat von Ingolstadt arbeitet mit Einzelabzug, das heißt es wird von einer Greifervorrichtung immer nur ein Kops abgezogen und spitzensortiert abgelegt. Auch hier handelt es sich um zwei Wagen, die von einem Mutterwagen ausgehend, sich kontinuierlich links und rechts entlang der Maschine bewegen (Abb. 19).

Als Vertreter der beweglichen Geräte, die beide Maschinenseiten gemeinsam abziehen, sei das einzige existierende Modell von Deering Milliken erwähnt, der von Whitin in Lizenz gebaute Automac-Doffer, wobei wir auf Einzelheiten verzichten und lediglich das Schemabiid (Abb. 20) betrachten.

Die Abbildung zeigt die gesamte Doffer- und Transportanlage, sowohl für die Flyer als auch für die Ringspinnmaschinen, die mit Hilfe von Laufkränen bewerk-

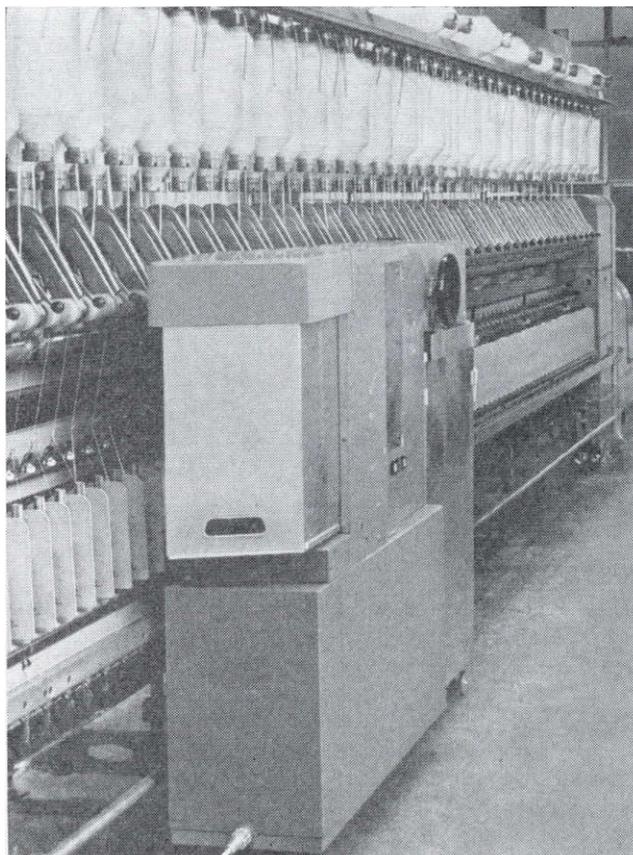


Abb. 19: INGOLSTADT-Doffomat

stellt ist. Linker Hand stehen die Flyer. Die Kranbahn im Vordergrund fährt darüber und wird von Hand mit den Flyerspulen bestückt. Der jeweilige Flyerabzug fährt mit der Kranbahn auf eine Zwischenstation, wo jeweils vier Abzüge zu einem Ringspinn-Creel kombiniert werden. Ist aus vier oder fünf Flyer-kopsabzügen ein Ringspinn-Creel zusammengestellt, so wird dieses mit derselben Kranbahn richtig über die betreffende Ringspinnmaschine gefahren. Die gleiche Kranbahn dient in bekannter Weise auch als Doffer der Ringspinnbobinen und als Träger der Abblasvorrichtung für die Ringspinnmaschine.

Von der überaus seltenen Gruppe der stationären, das heißt der in der Maschine fix eingebauten Geräte, wählen wir den Doffer Cowemat von Zinser (Abb. 21). Der Greifermechanismus präsentiert sich ähnlich einfach wie beim Wagendoffer, kommt aber in ungleich größerer Stückzahl vor, nämlich bei jeder Spindel,

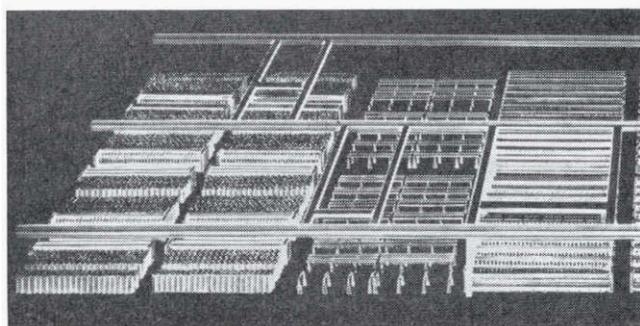


Abb. 20: DM-Doffer (Whitin)

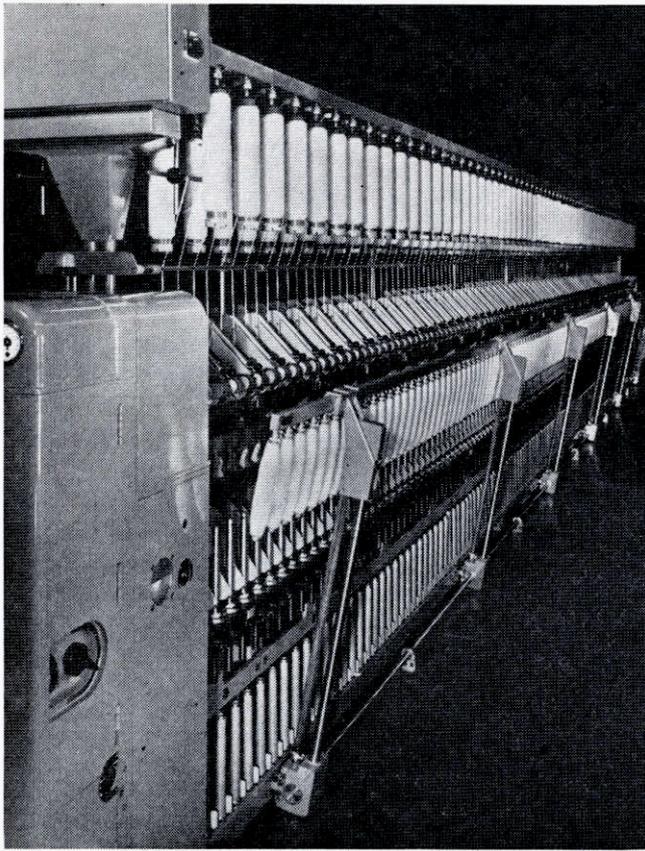


Abb. 21: Zinser-Cowemat

statt zwei Stück pro zwanzig Maschinen beim Wagendoffer. Ebenso besitzt der Cowemat an jeder Maschine eine vollständig automatische Ladestation, gegenüber zwei pro zwanzig Ringspinnmaschinen beim Wagendoffer.

## D) Probleme der Automation

### 1. Gesamtplanung

Bei der Planung einer neuen Spinnereianlage müssen wir bereits bei der Aufstellung des Spinnplanes umdenken. Es ist nicht mehr zulässig, moderne Spinnereien in beliebiger Größe zu konzipieren. Die Forderung nach einer bestimmten herzustellenden Garnmenge oder der Wunsch nach einer gewissen Spindelzahl kann nur nicht für die Größenordnung wegleitend sein, niemals darf sie den Ausgangspunkt für unsere Berechnung bilden, weil man in solchen Fällen in Aufstellungs- und personaltechnischer Hinsicht zu unwirtschaftlichen Konzeptionen kommt. Die Lösung liegt vielmehr in der Anwendung von in sich geschlossenen Passagenblöcken, welche eine optimale und sichere Ausnützung von Mensch und Maschine gewährleisten. Eine Anzahl Karden je nach herzustellender Garn-Ne 4, 5 oder 6 mit einer Regelstrecke bilden künftig den Nukleus der ganzen Spinnerei in Form eines automatisierten, in sich geschlossenen Passagenblocks. Von grundlegender Bedeutung ist dabei die Produktion der Hodileistungskarden, die je nach Material und Anforderungen an die Qualität des Gespinnstes in weiten Grenzen variiert.

Ist der Betrieb aus einzelnen Passagenblöcken zusammengefügt, so läßt er eine Zuteilung der einzelnen

Maschinen zu den verschiedenen Sortimenten nicht mehr zu. Beim Übergang auf den automatisierten Prozeß ist somit die Sortimentfrage zu klären bzw. zu bereinigen.

Der Gesamtverzug des Prozesses und die Anzahl der Umkehrungen müssen bekannterweise so gewählt werden, daß die Hakenfasern weitgehend geradegerichtet sind. Verschiedene Untersuchungen, namentlich diejenige von Nuttner<sup>7</sup>, zeigen, daß bereits Gesamtverzüge vom Kardenband bis zur Ringspinnmaschine von 30- bis 40fach für einwandfreie Qualitäten genügen können.

Eine Doublierung erfolgt beim Kurzprozeß nur noch an einer Strecke, der Regulierstrecke. Die Zahl der Vorlagebänder wird aber von der Karden- und Streckenproduktion bestimmt. Wegen des eben erwähnten Mindestgesamtverzugs sollte eine vier- bis funffache Doublierung möglichst nicht unterschritten werden.

## 2. Ballenabtragen und Mischen (Blending)

### a) Ballenabtragen

Das automatische Ballenabtragen von Chemiefasern erfolgt dank der automatikkonformen, schön gepreßten Rohstoffballen absolut störungsfrei.

Gewisse Probleme tauchen jedoch beim Ballenabtragen von Baumwolle auf, welche aber ausschließlich auf die teils äußerst mangelhafte Pressung und Verpackung zurückzuführen sind. Es ist klar, daß bei Normung der Verpackungsart, das heißt der Ballengröße, Gewicht und Pressungsdichte, wie es bei Chemiefasern längst üblich ist, diese nicht gelegentlich auftretenden Schwierigkeiten sofort wegfallen.

Für den Überseetransport sind die bekannten sogenannten Faltenballen handelsüblich. Es sind doppeltgepreßte, aus breiten Formaten in Horizontal- und Vertikalrichtung zusammengestaute Ballen. Durch das Stauchen bis auf zwei Drittel der Ursprungsbreite entstehen Schichtverwerfungen, die für die automatische Ballenabtragung höchst unerwünscht sind, da solche Ballen zu Störungen im Arbeitsablauf führen können. Im Interesse einer rasch fortschreitenden Automation der Spinnerei ist es eine Forderung der Zeit, in unzureichender Form angebotene Rohstoffe als Einzelkauf und im Verbandbeschuß von vornherein zurückzuweisen. Textilautomation beginnt nicht in der Spinnerei, sondern beim Rohstoffproduzenten. Auch er hat die Glieder in der Kette den neuen Erfordernissen anzupassen.

### b) Ballenmischen (Blending)

In Automatanlagen ist es dank der hervorragenden Durchmischung von kleinsten Flocken durch die automatische Ballenabtragung nicht notwendig, mehr als 24 Ballen zusammenzumischen. Mehr Ballen zu mischen, 40, 60 oder gar 100, ist wenig sinnvoll, da bei einem Fassungsvermögen von ca. 18 kg pro Mischballenöffner und 4 bis 6 solcher Maschinen niemals eine Mischung von mehr als 24 bis 36 Ballen zusammenkommt. Vorausgesetzt notabene, daß der die Maschinen bedienende Arbeiter die Ballen in 3 kgdücken und nicht großer abträgt.

Auch mit geringerer Ballenzahl läßt sich auskommen, beispielsweise mit zwölf Ballen, wenn man sich der gezielten Mischung bedient. Die laufende über-

wachung der Faserkennwerte der Rohstoffballen gestattet, die Homogenität der Mischung jederzeit sicherzustellen. Kleinere Spinner kaufen die Ballen vorteilhaft mit Garantie der Faserkennwerte ein und können so mit kleinsten Ballenzahlen pro Sortiment auskommen.

Mit Vorteil wird man sich auch in der Zahl der zu mischenden Rohstoffkomponenten im Sinne einer Rationalisierung auf etwa sechs oder weniger einschränken.

### 3. Kürzen des Spinnprozesses

#### a) Bandspinnen

Als erste, altbekannte Lösung, die vielerorts erprobt und vom wirtschaftlichen Standpunkt aus durchleuchtet wurde, drängt sich natürlich der Bandspinner als Ringspinnmaschine auf. Mit großer Wahrscheinlichkeit wird auch eines Tages der Bandspinner kommen. Heute aber läßt er sich als Ringspinnmaschine für grobe Nummern wie Nm 17 bis höchstens Nm 24, also im Mittel bis Nm 20, verteidigen, weil das Streckwerk für niedrigere Verzüge ausgelegt werden kann und die Teilung ziemlich groß wird. Für mittlere und feine Nummern hat er sich aber im Westen nie einbürgern können, weil – ich zitiere Herrn Direktor Siegl<sup>2</sup> wörtlich:

1. wir noch kein geeignetes Streckwerk zur Kontrolle dieser großen Fasermassen haben,
2. wir wegen dieser mangelnden Kontrolle die enorme Verstaubung noch nicht vermeiden können,
3. der Aufwand für die zusätzlichen Kannen und der dafür erforderliche Raum jede Rentabilität verhindert.

Hinzu kommt der höhere Maschinenpreis und Stromverbrauch sowie die wegen dem Kannentransport, der Verflugung und den vermehrten Fadenbrüchen geringere Produktivität des Personals und der Maschinen. Sodann ist es schwierig, die Qualität auf dem Niveau der Ringspinnmaschine zu halten. Bis auf weiteres müssen wir darum mit gedrehtem Vorgarn arbeiten, das unbedingt auch seine großen und vielen Vorteile aufweist.

#### b) Einstreckenprozeß

Der bereits erwähnte Einstreckenprozeß wird heute schon von verschiedenen Firmen (DAS, KMS 2, Platt, Rieter) geliefert. Auf die von Rieter in Großversuchen erhaltenen technologischen Werte kommen wir im nächsten Abschnitt zurück. Allgemein läßt sich heute der Einstreckenprozeß bis Nm 50 ohne Risiko empfehlen, natürlich unter Beachtung der schon besprochenen richtigen Maschinenfolge im Prozeß.

### 4. Ringspinn-doffen

Wie Sie wissen, soll der Ringspinn-doffer das Abziehen der Kopses und das Aufstecken der leeren Hül-sen an vielen Spindeln pro Tag sehr zuverlässig, mechanisch und automatisch ausführen. Dabei ist auch die technologische Seite zu beachten, also die Frage: „Was geschieht mit dem Faden?“ Um diese Frage zu beantworten, muß man sich zuerst das Bild des „idealen Kopses“ vor Augen halten.

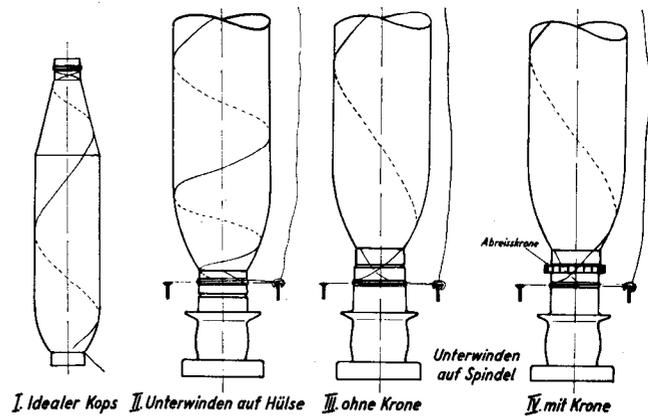


Abb. 22: Ringspinn-doffen (I bis IV)

Der ideale Kops (Abb. 22, I), das heißt der Kops, der sich für die Weiterverarbeitung (Umspulen) am besten eignet, besitzt zunächst eine sehr steile Unterwindspirale (darüber sind sich alle Umspulmaschinen-fabrikanten einig). Daß er am Fuß nach der Unterwindspirale keinen Windungswulst haben sollte, darf ebenfalls als geklärt gelten. Dagegen ist die Frage der Notwendigkeit der oberen Windung (Tip bunch) neuerdings wieder offen. Nebenbei sei bemerkt, daß die Ringspinnmaschinenfabrikanten großen Wert auf eine einheitliche Vorstellung des idealen Kopses seitens der Umspulmaschinenfabrikanten legen. Der Tip bunch scheint also heute keine unerläßliche Bedingung für den idealen Kops zu sein und wird deshalb im folgenden nicht mehr berücksichtigt. Wie erzeugt man aber auf einer Ringspinnmaschine den idealen Kops? Das ist eine Frage der Unterwindmethode, die wir im folgenden etwas näher betrachten wollen.

Es gibt grundsätzlich drei Unterwindarten:

- a) Unterwindung auf der Hülse (Abb. 22, II),
- b) Unterwindung auf die Spindel ohne Abreißkrone,
- c) Unterwindung auf die Spindel mit Abreißkrone.

Bei Methode b), Unterwindung auf die Spindel ohne Abreißkrone (Abb. 22, III), wird der Unterwindwulst unter dem Hülsensitz auf der glatten, nackten Spindel gebildet.

Die Methode c), Unterwindung auf die Spindel mit Abreißkrone (Abb. 22, IV), hat sich bei verschiedenen Doffertypen als normal eingeführt.

Vergleicht man diese drei Methoden, so kann man folgendes zusammenfassen:

Die Methode mit Unterwindung auf die Spindel mit Abreißkrone wird sich sehr wahrscheinlich auf die Dauer durchsetzen. Sie gestattet die Anwendung der Vollautomation an der Ringspinnmaschine bei idealer Kopsaufmachung für die Umspulerei und bei minimaler Fadenbruchanzahl beim Anfahren der Ringspinnmaschine. Für die Entfernung der Fadenreste wird eine spezielle, noch zu entwickelnde Vorrichtung nötig sein. Bis diese Vorrichtung gefunden ist, wird aber der Betrieb mit Unterwindung auf die Hülse weniger problematisch als auf die Spindel sein, sodaß diese Methode im Moment noch nicht veraltet ist. Für die Dofferkonstrukteure ist sie allerdings schwieriger, weil sie eine Schneidevorrichtung benötigt. Es sei schließlich noch bemerkt, daß ein Doffer für die Un-

terwindung auf die Hülse sofort auch für die Unterwindung auf die Stahlspindel brauchbar ist.

**E) Technologische Ergebnisse von teilautomatisierten Baumwollspinnereien**

Leider kann im folgenden nur über die Ergebnisse von Rieter berichtet werden, da keine Werte von anderer Seite zur Verfügung stehen. Die Resultate basieren auf fünf verschiedenen automatisierten Spinnereien und dürften deshalb trotzdem von Interesse sein.

**1. Querverteilung im Kardenfüllschacht**

Im Vergleich zur Wickelspeisung liegen die Werte bei Flockenspeisung wesentlich gleichmäßiger, was ein einwandfreies Arbeiten der Karde möglich macht (Abb. 23). Das Durchreißen des Materials durch den Brieseur wird vermieden und die gleichmäßige Beaufschlagung des Tambours ergibt ausgeglichene Tambourfüllung, somit schonendere Auflösung.

**2. Gleichmäßigkeit des Kardenbandes**

**a) Längsstreuung (Abb. 24)**

Die Flockenspeisung führt bei einigermaßen gleichmäßigem Beschicken von Hand oder beim automatischen Abtragen der Ballen in der Regel zu eher besserer Längsstreuung als bei Wickelspeisung. Ungleiches Beschicken läßt sich im späteren Prozeß nur durch Doublieren oder mittels Regelstrecke korrigieren.

**b) Querstreuung (Abb. 25)**

Bei Flockenspeisung ist sie ebensogut, meistens besser als bei Wickelspeisung.

**Variationskoeffizient von Kardenbändern zwischen den Karden (CB %; Querstreuung)**

**A) Speisung der Karden mit der wickellosen Kardenspeisung, System Aerofeed<sup>®</sup>**

Spinnerei	Band-Ne	Material	Prüflänge in Yard							
			1	2	4	8	16	32	64	128
A I	0,108	Nicaragua/Amerika	2,34	2,10	2,28	2,09	2,12	1,97	1,94	1,87
A II	0,0825	Süd-Brasil/Abgang	4,36	3,90	3,65	3,65	3,71	3,64	3,63	3,59
B	0,13	Amerika 1 1/32"	2,60	2,68	2,12	2,10	1,71	1,52	1,37	1,26
C	0,118	Türkisch/Tanganjika Mexiko/Guatemala	3,51	3,17	2,69	2,33	2,22	2,02	1,68	1,42
D	0,0945	Amerika 1 1/32"	3,05	3,03	2,99	3,00	2,88	2,72	2,64	2,50
E	0,13	Türkisch/Kämmling	5,00	4,31	3,96	3,66	3,74	3,60	3,66	3,61
F	0,14	Amerika 1 1/16"	3,18	2,94	2,53	2,32	2,38	2,10	1,99	1,74

Abb. 24

**B) Speisung der Karden mit Wickel**

Spinnerei	Band-Ne	Material	Prüflänge in Yard							
			1	2	4	8	16	32	64	128
L	0,18	Amerika 1 1/16"—1 1/32"	4,01	4,01	3,38	2,90	2,59	2,63	2,22	1,99
M	0,16	Amerika 1 1/16"	6,35	6,34	5,92	5,99	5,66	5,30	4,61	4,41
N	0,14	Amerika 1 1/16"	7,32	7,30	6,30	4,97	3,95	3,37	3,31	3,19
O	0,21	Peru Pima 1 5/8"—1 11/16"	6,13	6,30	5,11	4,45	3,61	3,21	2,70	2,44
P	0,14	Amerika 1 3/32"	3,50	3,68	3,08	2,55	2,07	2,59	1,61	1,47

Abb. 25: Querstreuung CB % der Kardenbänder

Querverteilung der Baumwolle im Kardenfüllschacht

Messung Nr.	totale Schachtbreite 960 mm				
	960 mm / 5	960 mm / 5	960 mm / 5	960 mm / 5	960 mm / 5
1	107,8 g	128,6 g	125,2 g	123,2 g	108,3 g
2	103,6 g	117,6 g	115,9 g	116,4 g	106,1 g
3	99,8 g	114,2 g	112,8 g	112,1 g	99,5 g
4	94,0 g	106,1 g	105,7 g	105,2 g	97,0 g
5	105,3 g	113,7 g	111,1 g	112,0 g	99,8 g
Durchschnitt aus 5 Messungen	102,1 g	116,0 g	114,1 g	113,8 g	102,1 g

Abb. 23: Querverteilung der Baumwolle im Kardenfüllschacht

**3. Verkürzter Spinnprozeß (Einstreckenprozeß)**

Ein Vergleich mit amerikanischer Baumwolle 1 1/16" bis 1 1/8" kardierte, Nm = 68, zwischen Kurzprozeß mit sechsfacher Doublierung der Kardenbänder auf Einregulierstreckenpassage und dem normalen Zweistreckenprozeß (d = 8fach) wurde bis zum gefärbten Gewebe gezogen, um die Auswirkung auf die nachfolgenden Verarbeitungsstufen zu erfassen. Für die einzelnen Schritte ergab sich folgendes: Die Streckenbänder sind gleich. Mit 7fachem Verzug geflyerte Einpassagenlunte ist 0,5 U% schlechter, für höheren Verzug kein Unterschied. Garnqualität: Nissen, Festigkeit und Dehnung sind gleich. Dünnstellen, Dickstellen, Spulereifehler und visuelle Beurteilung statistisch schwach bis nicht gesichert, also wenig schlech-

Ne-Verlauf des Kartenbandes

GGP : ± 50 % träge

Papier : 2,5 cm/min

Karte mit Flockenspeisung

Masstab 1 : 7800

7800

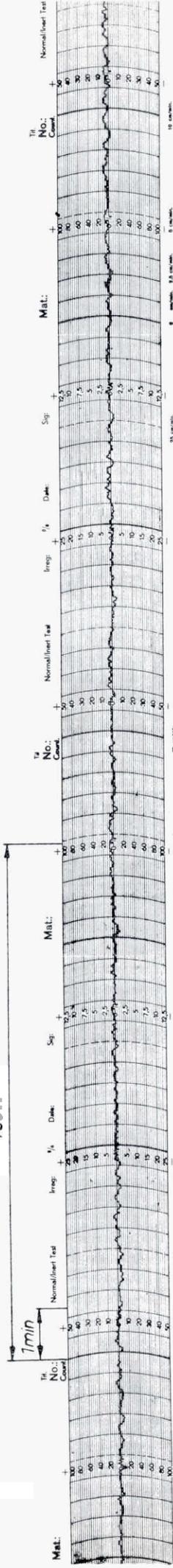
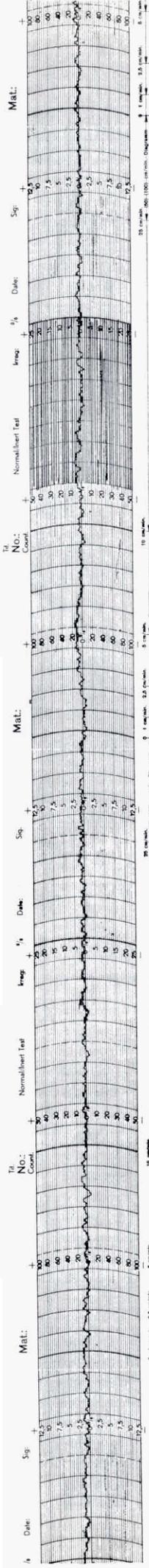
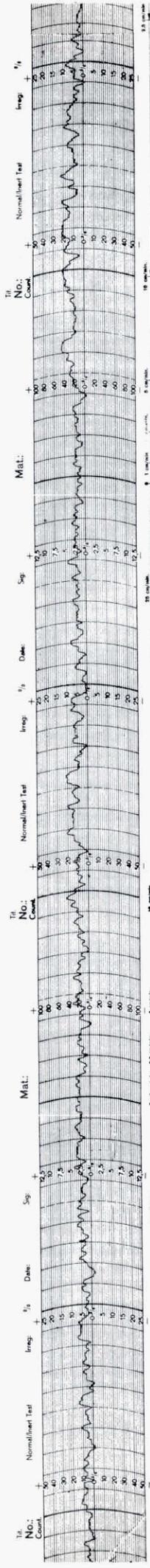
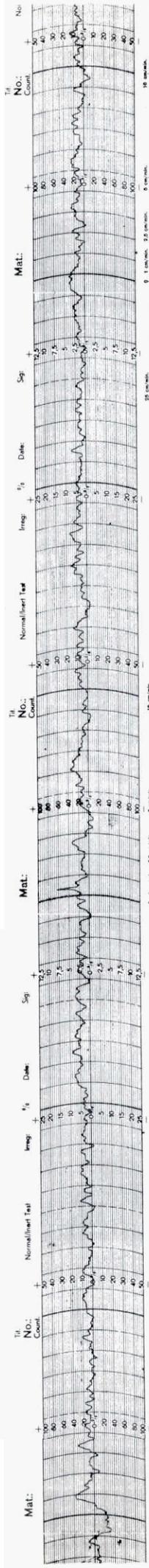


Abb. 24: Ne-Verlauf des Kartenbandes



Masstab 1 : 5000

Karte mit Wickelspeisung



ter; wahrscheinlich wegen größerer Streuung. Zufriedenstellende Nummernhaltung, auch über längere Zeiträume.

Eine Reduktion der Fadenbrüche mit der Regelstreckenpassage war nicht feststellbar. Rieter ist da skeptisch. Die Hauptsache, der Vergleich der fertig stückgefärbten Ware, Perkalleintücher, Satinettegewebe und Strickware, ergab keine Unterschiede! Auch beste und schlechteste Garnwerte konnten in einem empfindlichen Satinettegewebe selbst von Fachleuten kaum unterschieden werden. Somit ist der Einregelstreckenprozeß bei richtiger Arbeitsweise für kardierte Ware ein gangbarer Weg.

### F) Wirtschaftlichkeit der Automation

Grundlage jeder Automation ist Wirtschaftlichkeit auf lange Sicht. Ich wiederhole: auf lange Sicht, denn Automation ist teuer. Abgesehen von der Automation einzelner Phasen „um jeden Preis“, wo unzumutbare Arbeiten durch maschinelle Vorrichtungen ersetzt werden müssen, weil einfach keine Arbeitskräfte mehr dafür zu gewinnen sind, ist der erste Schritt immer die Wirtschaftlichkeitsrechnung.

Diese Kalkulation muß aber unbedingt der zukünftigen Entwicklung des Unternehmens Rechnung tragen, und zwar unter Berücksichtigung der Tatsache, daß sich auch die Konkurrenz automatisieren will und wird. Grundlage ist natürlich immer das Fabrikations- und Verkaufsprogramm der betreffenden Firma. Und es ist sehr wohl möglich, daß für eine weitsichtige Planung nicht einfach die Teil- oder Vollautomation vorgesehen werden kann, sondern daß zuerst eine Sortimentsbereinigung, eventuell sogar durch Zusammengehen mit Konkurrenten, erzielt werden muß. Automation ist sehr kapitalintensiv, und ein solcher Betrieb wird viel weniger flexibel sein als ein herkömmlicher. Er muß mit wenigen, möglichst nur mit **einem** Rohmaterial bzw. mit **einer** Mischung, wenige gleichartige Garne in durchlaufender Mehrschichtarbeit erzeugen.

In den USA soll eine automatische Spinnereianlage 25 % teurer sein als eine normale, aber die Produktivitätssteigerung von 70 % kann durch Lohnersparungen die Mehrkosten in 2 1/2 Jahren hereinbringen. Die Bedienung von 40 000 Spindeln wird normal mit 19, automatisiert aber mit Flyerpassage zu 13 und mit Kannenspinmaschinen zu 11 Personen angegeben. Der Kraftbedarf soll nur etwa 5 % höher liegen. Europäische Maschinenfabriken rechnen jedoch mit 50 % höherem Kapitalbedarf und 20 % größerem Stromverbrauch. Daraus ergibt sich, daß es relativ leicht ist, Personal einzusparen, aber viel schwieriger, die steigenden Kosten aufzufangen.

Da sich für jeden Einzelfall andere Verhältnisse ergeben, kann ich hier nur die generellen Verhältnisse erläutern (Abb. 26). Bezeichnen wir mit Automationsgrad die eingesparten Lohnkosten in Prozent der vorher nötigen und tragen wir über diesem Automationsgrad die Kosten auf, so erhalten wir eine Kostenlinie, welche den konstant angenommenen Erlös mehrmals schneiden kann. Man sieht: Für zu geringen Automationsgrad können die Kosten höher liegen als beim konventionellen Prozeß; erst wenn ein gewisser optimaler Automationsgrad erreicht ist, wird die Sache rentabel.

### Gewinn durch Automation

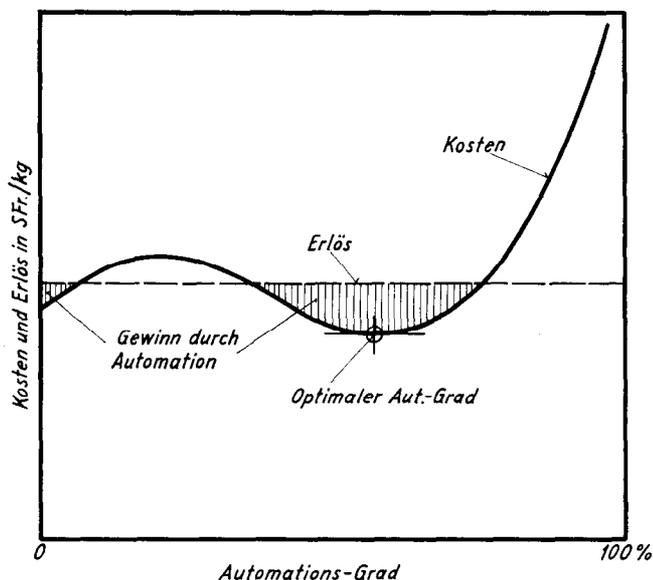


Abb. 26: Gewinn durch Automation

Andererseits haben die Maschinenfabriken diese Schwierigkeit erkannt und versucht, diejenigen Schritte zur Automation als Bausteine zu liefern, die mit den geringsten Kosten den besten Effekt ergeben. Das ist besonders für kleine Spinnereien wichtig, wo zum Beispiel oft nur **eine** Putzereilinie vorhanden ist.

Fragen wir nach dem optimalen Automationsgrad, so ist zu sagen, daß er mit der Betriebsgröße verhältnismäßig rasch ansteigt, weil zum Beispiel das qualifizierte Personal fast unabhängig von der Größe der Spinnerei vorhanden sein muß.

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung wäre für die reine Arbeitsleistung einfach. Die Frage der Gesamtwirtschaftlichkeit einer automatischen Anlage zu beantworten, verlangt jedoch ein genaues Studium aller Einflüsse, das für jeden konkreten Fall gesondert durchgeführt werden muß. Hierbei spielt speziell in der Baumwollspinnerei das Verhältnis von Anlagekosten, Lohnhöhe und Raumkosten eine wesentliche Rolle. Die Automation einer Anlage kann sich daher in dem einen Lande lohnen, während sich die Installation derselben Anlage zur gleichen Zeit in einem anderen Lande nicht rechtfertigt.

Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit wird man sich aber auch vor einer rein statischen Betrachtung hüten müssen. Durch die Beweglichkeit der Kosten im Ablauf der Zeit, insbesondere der Lohnkosten, können sich auch hier die Verhältnisse ständig ändern. Vor allem soll hier nochmals mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß der wirtschaftliche Erfolg der Einführung der Automation für jeden konkreten Fall einzeln bestimmt werden muß. Ermittelt man die Verhältnisse mit dem Computer in tausenden von Rechnungen für einzelne Automationsphasen, wie zum Beispiel die pneumatische Kardenspeisung „Aerofeed“, so erhält man außerordentlich differenzierte Verhältnisse. Umso mehr für eine ganze Anlage. So ergibt sich aus der graphischen Darstellung der Wirtschaftlichkeitsgrenzen für eine Aerofeedanlage ohne weiteres, wie wichtig die Kardenspeisung, Lohnko-

### Wirtschaftlichkeits-Grenzen von Aerofeed-Anlagen

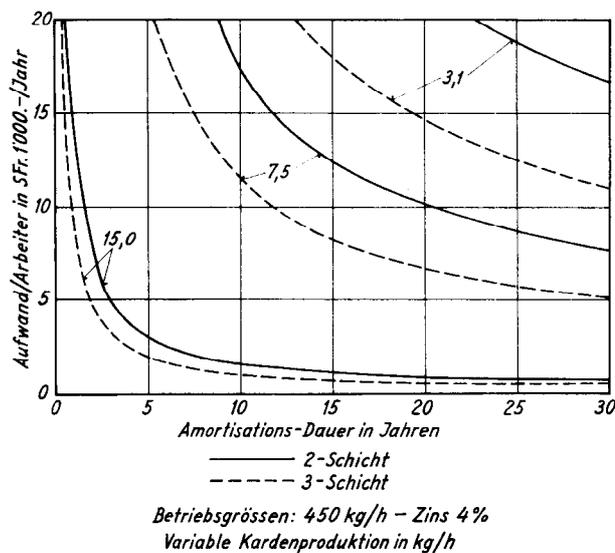


Abb. 27: Wirtschaftlichkeitsgrenzen

sten und Amortisationsdauer bzw. Kapitalkosten sind. In der Darstellung (Abb. 27) sind alle Punkte oberhalb der Kurven wirtschaftlich, unterhalb zu verwerfen. Daß auch die Betriebsgröße zu berücksichtigen ist, haben wir bei der generellen Behandlung soeben gesehen.

Allgemein kann man sagen, daß es heute für die Automation der Putzerei und Karderie bis und mit Regelstrecke für Stapelfasern technologisch einwandfreie und in weitaus den meisten Fällen auch wirtschaftlich günstige Lösungen gibt.

Nach der Regelstrecke ändert sich für das Dreizylinderspinnen das Bild vollkommen, solange die Ringspinnmaschine beibehalten werden muß. Wegen der in diesen Stufen starken Verfeinerung der Produkte kommt ein stetiger Materialfluß, eine Grundbedingung wirtschaftlicher Automation, nicht in Frage. Zudem spaltet sich der Prozeß ja für gekämmte und kardierte Ware auf. Man ist schon für kardierte Ware von vornherein auf viele Kompromisse angewiesen. Besonders die zahlreichen Unterbrechungen im Materialfluß verursachen ebenso viele Abnahmen, Transporte, Übergaben, Aufsteckungen mit Ansetzen, Reinigen und Rücktransporten der leeren Materialträger, somit Operationen, die sich mit viel Ingeniosität wohl automatisieren lassen, aber die nötigen Mechanismen sind kompliziert, oft störungsanfällig und zudem größtenteils schlecht ausgelastet. Sie müssen jedem Einzelfall besonders angepaßt werden und verlangen häufig eine andere Disposition der Maschinen, wenn nicht neue Gebäude.

Besonders störend ist der Flyer, weshalb schon seit Jahrzehnten versucht wird, ohne diese Passage auszukommen und dadurch die Wirtschaftlichkeit zu heben. Wegener und Peuker<sup>3</sup> haben die Verhältnisse eingehend untersucht und die Resultate im Werk „Verkürzte Baumwollspinnerei, Faserband-Spinnverfahren“ niedergelegt. Ich habe Ihnen die Konklusion aus diesen Untersuchungen bereits mitgeteilt, wonach das Bandspinnen für feinere Nummern als Nm 20 unrentabel wird.

Damit ist aber noch nichts über die ökonomische

Seite der übrigen Möglichkeiten der „Verkettung“ durch Doffer und Transportanlagen gesagt. Hier liegen die Verhältnisse noch viel komplizierter als bei Putzerei und Karderie, weil nun neben Gebäuden und Disposition der Maschinen auch das Produkt und die Art der Weiterverarbeitung eine große Rolle spielen. Zudem liegt bis heute nur wenig praktische Erfahrung vor.

Transportanlagen sind immer „Maßarbeit“ und auch die Doffer können nicht absolut universell gebaut werden – wenn sie noch funktionieren sollen. Sie sind relativ teuer, ich schätze im Mittel den Wagendoffer in der Preislage von 20 bis 25 DM pro Spindel. Zweifelsohne werden sie in den nächsten Jahren eine Blütezeit erleben, und auch Transportanlagen werden mithelfen, den Personalmangel zu überwinden. Selbst wenn die Weitergabe der Kopse in die Spulerei durch Förderanlagen geschieht, so haben wir damit noch keine vollautomatische Ausspinnerei. Fadenbrüche beheben, Aufstecken und Ansetzen sind immer noch Handarbeit. Bis zu welchem Punkt sich diese Teilautomation der Ausspinnerei – über den Zwang zur Automation wegen Personalmangel hinaus – lohnen wird, läßt sich heute beim besten Willen nicht generell sagen, jedoch wird die Analyse des konkreten Falles hier Aufschluß geben.

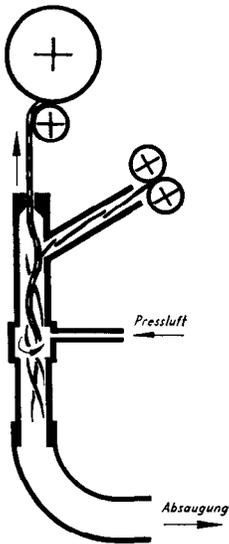
Ein Kostenfaktor blieb bisher unerwähnt – der große Schaden, der entstehen kann, wenn eine automatische Anlage streikt. Deshalb sollte eine automatische Spinnerei aus einer einzigen, und zwar einer sicheren Hand bezogen werden, weil nur so Garantie für störungsfreien Betrieb gegeben ist.

### G) Automation durch neue Spinnverfahren

Verlockend wäre es, direkt nach der (Regel-)Strecke 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 ließen sich alle automationsfeindlichen Stufen eliminieren und eine echte Automation in der Spinnerei einführen. Hiefür muß das Ringspinnprinzip zugunsten „neuer“ Spinnverfahren verlassen werden. Diese schon 1870 vorgeschlagenen Methoden der Garnerzeugung führen die Drehung durch Unterbrechung des Faserstromes 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 beliebig große knotenfreie Garnlängen auf beliebige Garnträger direkt aufgespult werden.

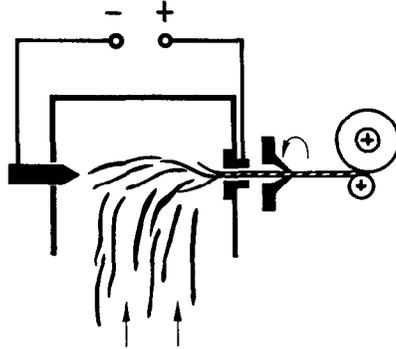
Heute arbeitet die ganze Welt intensiv an diesem Problemkreis. So leicht es dem Fachmann fällt, mit fast jedem sich drehenden Ding ein fadenähnliches Gebilde voller Unregelmäßigkeiten zu erzeugen, so schwierig ist es, mit den Offen-End-Spinnverfahren ein Qualitätsgarn zu erzielen. Für das Offen-End-Spinnen gibt es viele Arbeitsprinzipien. Als Beispiele möchte ich nur drei, nämlich das Luft-, das Elektro- und das Turbinenspinnen erwähnen.

Beim Luftspinnen (Abb. 28) liefert ein Streckwerk die Fasern möglichst gut aufgelöst tangential in ein Wirbelrohr, wo die Einzelfasern bzw. Fasergruppen



O.-E.-Luft-Spinnen

Abb. 28:  
O.-E.-Luftspinnen

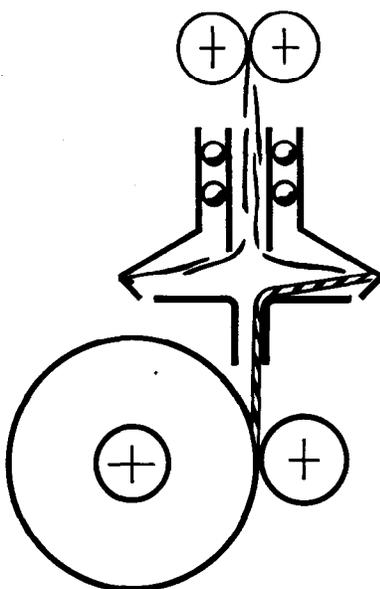


O.-E.-Elektro-Spinnen

Abb. 29: O.-E.-Elektrospinnen

sich drehend um das Garnende schlingen und 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.

Beim Elektrospinnen (Abb. 29) werden die aufgelösten Fasern im elektrischen Feld gestreckt und an den Spinnkopf bzw. das sich drehende Garnende durch die elektrostatischen Kräfte herangeführt. Die Drehung erfolgt mechanisch. Dieses Verfahren ergab schon ganz nette Garnmuster, die aber in der Reißkraft noch nicht befriedigen. Zudem ist die Produktion ungenügend und die verwendeten Spannungen sind



O.-E.-Turbinen-Spinnen

Abb. 30: O.-E.-Turbinenspinnen

recht hoch. Ohne besondere Schutzmaßnahmen lebensgefährlich. Auch die Ozonentwicklung würde – bei vielen Spinnstellen – bestimmt ein Problem, und wäre es nur für die Druckwalzen!

Das Turbinenspinnen (Abb. 30) ist wohl am weitesten entwickelt und im Prinzip verlockend einfach: Die von einem Streckwerk aufgelösten Fasern fliegen in eine Zentrifuge – die ich zur Unterscheidung von den bekannten Spinnzentrifugen für Kunstfasern als Turbine bezeichne – werden dort niedergeschlagen und als fertiges Garn durch ein zentrales Abzugsrohr abgezogen. Jede Drehung der Turbine entspricht einer Garndrehung. Für hohe Produktion kommt man somit auf entsprechend hohe Turbinendrehzahlen, was besondere Probleme aufwirft.

Wie Sie wissen, war auf der letztjährigen Brüner Messe der Prototyp einer tschechoslowakischen OE-Spinnmaschine ausgestellt, die ebenfalls nach dem Turbinenprinzip arbeitet. Zweifelsohne liegt hier eine interessante Entwicklung vor, aber unsere Standards für Qualitätsgarne sind noch nicht erreichbar und auch die Flexibilität einer Ringspinnmaschine fehlt.

Es wird noch ein hartes Stück Arbeit – und die nötige Zeit – brauchen, bis auf einem dieser Wege ein Verfahren zur Verfügung steht, zu dem der Spinner absolutes Vertrauen haben kann und darf. Viele bisher unbekannte Probleme tauchen auf, die ihrer Lösung harren. Von den verschiedenen OE-Spinnverfahren hat jedes seine Grenzen, Haken und Tücken. Nur zu leicht wird man geblendet; dringt man jedoch in die Materie tiefer ein, so zeigen sich die Schwierigkeiten – haufenweise. Und wenn es auch verblüffend ist, das Garn aus einem mit Band gefüttertem Spinnkopf mit beispielsweise 40 m/min direkt auf die Kreuzspule herauslaufen zu sehen, so will ich den „Anwärtern“, die nächstes Jahr in Basel bestimmt die eine oder andere OE-Spinnmaschine bestaunen werden, das Dichterwort mitgeben: „Drum prüfe, wer sich ewig bindet...“ – Nicht jedes Material verarbeitet sich gleich gut. Und eine Ringspinnmaschine ist doch eine sehr flexible, gutmütige und obendrein für den Textilmaschinenbauer – leider – fast unzerstörbare Maschine.

Damit will ich nicht gesagt haben, daß nicht eines Tages doch eine wirklich brauchbare OE-Spinnmaschine herauskommen wird. Aber – gut Ding will Weile haben – die Entwicklung bis auf den heutigen hohen Stand der klassischen Spinnerei braucht Zeit – vielleicht 15 Jahre, vielleicht auch das Doppelte. Ich kenne die Schwierigkeiten, die das OE-Spinnen birgt, nur zu gut, und gerade deshalb bin ich auch sicher, daß heute noch „klassische“ Maschinen – sofern sie modern sind – in den Spinnhallen gehören und dort ihre Position noch lange erfolgreich verteidigen werden.

## H) Schlußfolgerungen

Unsere bisherige, bereits hochgradig mechanisierte Spinnerei blickt auf eine zweihundertjährige Tradition und technische Entwicklung zurück, und die Leistungsfähigkeit der Textilmaschinenfabriken würde nie ausreichen, um schlagartig die bald 100 Millionen Spindeln der Welt zu automatisieren. Das ist ja glücklicherweise auch gar nicht notwendig. Aber trotz-

dem, und gerade deshalb, ergibt sich heute für jede Spinnerei die Frage:

### Wann – wo – wie automatisieren?

Die Antwort ist klar: Immer dann, wenn die Grundvoraussetzungen, nämlich die erforderliche Einheitlichkeit der Produktion und genügende Produktion gegeben sind oder geschaffen werden können. Die Automation ist nicht auf vertikalisierte Großbetriebe beschränkt. Auch kleineren Unternehmen kann sie helfen, sofern sie umlernen und sich, wo nötig, zu einem Verkaufspool zusammenschließen, um so optimale Verhältnisse für die Anwendung in sich geschlossener Produktionsgruppen zu schaffen. Diese sind beim Umdenken auf die neue oder umgebaute Spinnereianlage bereits bei der Aufstellung des Spinnplanes zu berücksichtigen, wo die herzustellende Garnmenge nur als Richtlinie für die Größenordnung gelten darf. Die effektive Produktion ist durch die optimale Auslastung der Maschinengruppen und Passagenblöcke gegeben.

Wo kann und soll zuerst automatisiert werden? Immer dort, wo der Mangel an Arbeitskräften, Schwierigkeiten mit den Gewerkschaften, zu hohe Lohnkosten, zu geringe Produktion oder Produktivität den Unternehmer dazu zwingen, oder wenn mit gleichem oder kleinerem Personalstand der Ausstoß vergrößert werden muß. Die Automatisierung mit ihren relativ hohen Kapitalinvestitionen als solche ist noch kein Garant, um schlecht rentierende Betriebe schnell wieder auf die Beine zu bringen, wenn nicht gleichzeitig die ganze Betriebspolitik konsequent auf die neue Linie ausgerichtet wird.

Das „Wie“ ist aber ebenso wichtig wie „Wann“ und „Wo“! Heute, wo uns eine überbordende Reklame

täglich mit neuen Sensationen überschüttet, heißt es die nötige Vorsicht walten zu lassen, besonders bei laut angepriesenen Extremlösungen! An erster Stelle sind Wirtschaftlichkeit, Einfachheit, Betriebssicherheit, das heißt genaue gegenseitige Abstimmung und Zuverlässigkeit der einzelnen Elemente anzustreben. Nur so ist Ökonomie und Leistungsfähigkeit, gepaart mit Sicherheit, im Fortschritt erreichbar. Damit ist auch die Frage nach der richtigen Spinnerei zur richtigen Zeit beantwortet.

Steht auch die Automation der Spinnerei, trotz schönen Erfolgen erst am Anfang ihrer Entwicklung, so sieht sie doch heute schon einer großen und verheißungsvollen Zukunft entgegen; ein Grund mehr, sie mit Mut und Tatkraft an die Hand zu nehmen.

### Literatur:

- <sup>1</sup>E. Honegger: „Der heutige Stand der Automation in der Baumwollspinnerei“, *Melliand Textilber.* **44**, 117, 225 (1963).
- <sup>2</sup>R. Siegl: „Die Automation in der Baumwollspinnerei, ihr Weg — unser Standpunkt“, *Melliand Textilber.* **45**, 591 (1964).
- <sup>3</sup>W. Wegener u. H. Peuker: „Verkürzte Baumwollspinnerei“, *Z. f. d. ges. Textilind.*, Mönchengladbach (1965).
- <sup>4</sup>K. Weigel: „Spinnereimaschinen auf der 4. Internationalen Textilmaschinenausstellung, Hannover 1963“, *Melliand Textilber.* **45**, 235 (1964).
- <sup>5</sup>G. Egbers: „Die Entwicklungstendenzen im Bau von Baumwoll- und Zellwollspinnereimaschinen“, *Z. f. d. ges. Textilind.* **66**, 170, 265 (1964).
- <sup>6</sup>Journal of the Textile Machinery Society of Japan, Oktober/Dezember 1965.
- <sup>7</sup>W. Nutter: „Automation in Cotton Spinning“, *Textile Recorder*, September 1965.

## Diskussion

**Generaldirektor Seidl:** Herr Direktor Keller, ich glaube, ich darf Ihnen im Namen von uns allen für diesen ausgezeichneten Vortrag danken, welcher uns einen tiefen Einblick in die derzeitigen Entwicklungen auf dem Gebiet der Spinnereimaschinen und der ganzen Neugestaltung der Spinnerei gegeben hat. Es ist wirklich so, daß, wenn wir von der Chemiefaserindustrie, von der wir sagen können, sie ist eine junge Industrie, nun auf die Entwicklungen in einer Industrie, die ungefähr 200 Jahre alt ist, blicken, man sagen muß, die Revolution ist dort genauso groß wie auf unserem Gebiet. Und man fragt sich manchmal, wenn auch die Kaufleute hier von Herrn Direktor Keller heute schon verdammt wurden, wie kann man das finanziell alles verkraften? Aber ich möchte ihm doch auch dafür sehr danken, daß er das wirtschaftliche Moment so in den Vordergrund gestellt hat und nicht sozusagen allein den Ingenieurgedanken: „Rationalisierung, Neuerung um jeden Preis“, sondern auch in wirklich richtiger Schweizer Solidität darauf hingewiesen hat: Wie bekomme ich das Geld auch wieder zurück, das ich in einen Betrieb investiere? Dafür möchte ich ihm ganz besonders Dank sagen. Der Vortrag war bestimmt für uns alle ein sehr großes Erlebnis, weil die Dinge doch vielleicht viel weiter gehen, als wir alle uns dies gedacht haben, jene wenigen ausgenommen, die sich mit dieser Materie schon sehr eingehend beschäftigt haben. Wenn man heute den Stand der Betriebe in Europa betrachtet, so ist es schon ein gewaltiger Sprung zu dem, was wir als Zukunftsbild geschildert bekommen haben. Wenn man weiters be-

denkt, daß das alles mitfinanziert werden muß, so ergibt sich daraus schon eine Problematik, deren Lösung nicht ganz einfach ist und so, wie ich es gestern schon andeutete, auch als Voraussetzung bedingt, daß einmal in Europa ein größerer Wirtschaftsraum zur Verfügung steht, der es ermöglicht, durch Vereinfachung der Sortimente dieser Wege zu beschreiten. Letzten Endes ist dies ja auch unser sozialpolitisches Problem, denn nur, wenn pro Arbeitsstunde die Produktion so ansteigt, wie das auf diesem Wege möglich ist, werden wir in der Lage sein, jene Löhne zu bezahlen, die wir letztlich werden bezahlen müssen. Ich darf nun Herrn Professor Wegener bitten, die Diskussion zu übernehmen.

**Professor Dr. Wegener:** Herr Direktor Dr. Keller hat es verstanden, wie Herr Generaldirektor Seidl eben schon ausführte, uns dieses vielschichtige, hochaktuelle Problem mit allen seinen Begleit- und Nebenerscheinungen innerhalb einer Stunde klar zu umreißen. Indes stellen wir nicht nur auf dem Gebiet der Dreizylinderspinnerei, zum Beispiel für Stapelfasern bis zu 60 mm, diese Evolution fest, sondern darüber hinaus haben wir auch auf den anderen Gebieten eine Verkürzung der Spinnprozesse und eine Automation angestrebt, sei es auf dem Gebiet der Wollkammgarnspinnerei nach dem französischen Verfahren, nach dem englischen und den davon abgewandelten Verfahren, sei es auf dem Gebiet der Streichgarnspinnerei und — last not least — auch auf dem Gebiet der Bastfaserspinnerei. Die Probleme liegen auch dort ähnlich wie hier,

und so können wir doch manches, was wir hier gesehen und gehört haben, der Tendenz nach auch für die Entwicklung dieser Zweige übernehmen. Ich darf hiemit die Diskussion eröffnen. Ich bin davon überzeugt, daß sich eine ganze Reihe von Fragen ergeben wird.

**Dipl.-Ing. Jehle:** Ich habe im Vortrag von Herrn Dr. Keller ein entscheidendes Problem in der Automation der Chemiefaserspinnerei vermißt, das gerade die Firma Rieter stolz hätte vortragen müssen, nämlich den Konverter. Wir spinnen ja auch die Stapelfasern aus der Düse als praktisch endloses Kabel mit zigtausend Einzelfasern in paralleler Faserlage, die im Gegensatz zu Baumwolle und Wolle praktisch keine Verunreinigung enthalten und die sich seit eh und je für ein direktes Spinnverfahren angeboten haben. Wir haben schon 1928 mit Luftblasverfahren versucht, aus einer Stapelfaser ein Garn zu spinnen. Dies ist an verschiedenen technischen, aber auch an wirtschaftlichen Problemen gescheitert. Die Konverter, die durch Schneiden oder Abquetschen beliebige Faserlängen einstellen lassen, bieten auch für die Mischung von Chemiefasern eine ausgezeichnete Möglichkeit. Das ist doch ein ganz wesentlicher Punkt der Automatisierung, der den ganzen Vorbereitungsprozeß, nämlich den Batteur, die Karde und einen Teil der Strecken vermeiden läßt.

Zum zweiten möchte ich noch sagen, daß diese Karusseleinrichtung und ähnliche zwar durchaus interessant sind, daß aber gerade bei der Rationalisierung und der hohen Forderung an die Gleichmäßigkeit der Qualität mehr noch bei Naturfasern als bei Chemiefasern eine ausgezeichnete Mischung über lange Zeit notwendig ist, sodaß die Baumwollspinner heute insbesondere in Amerika, aber doch auch in Deutschland auf möglichst wenig Sortimente in der Spinnerei und auf eine Vorlage von 400 Ballen für das Mischen übergehen, um das ganze Jahr gleichmäßige Garnqualität nicht nur in der Nummer, sondern auch in färberischer Hinsicht zu garantieren. Die Amerikaner, Deering Milliken usw., die mit solchen Apparaten schon arbeiten, verwenden ja „preblended“, also vorgemischte Ballen für diesen Zweck, die bei uns noch nicht üblich sind.

**Professor Dr. Wegener:** Ich möchte nur erwähnen, daß ich über das Konverter-Spinnverfahren mit Herrn Direktor Dr. Keller vor zwei Tagen gesprochen habe. Er hatte vor, auch ganz kurz diese Spinnverfahren mitanzureissen. Indes bat ich in Anbetracht der Vielschichtigkeit des Problems, dies nicht miteinzubeziehen, zumal ich vor zwei Jahren an dieser Stelle ja sehr eingehend über diese Verfahren gesprochen habe.

Was die zweite Frage betrifft, so haben Sie vollkommen recht. Also die Anwendung der Ballenzupfmaschinen, der Ballenfräsmaschinen bedingt eine geringe Vorlage, wie Herr Direktor Dr. Keller auch schon ausführte, und damit in Verbindung ist natürlich, wenn wir nach dem alten Verfahren unter Verwendung einer geringeren Ballenzahl arbeiten, eine bedeutend höhere Ungleichmäßigkeit die Folge. Man verwendet deshalb ja auch, wenn eine bestimmte Gleichmäßigkeit gefordert wird, vorgemischte Ballen. Diese Vormischung wird allerdings die Baumwolle etwas verteuern.

Wollen Sie bitte noch etwas dazu sagen, Herr Direktor Keller?

**Direktor Dr. Keller:** Ich möchte mich nur noch zur zweiten Frage des Ballenmischens äußern. Die Ballenmischung ist meines Erachtens ein technisches Problem, kein kaufmännisches. Ich habe vor drei Wochen das Problem der Ballenmischung mit einem jungen Schweizer Spinner diskutiert. Er hat gesagt: „Herr Doktor, nehmen Sie es mir nicht übel, aber das Problem der Ballenmischung ist ein Problem des Alters. Je älter Sie sind, desto mehr wollen Sie mischen.“ Das hat etwas für sich. Wir sprechen selbstverständlich von Baumwolle. Vor allem ist wesentlich, daß man gezielt mischt.

Und was die Bemerkung über das Mischen vieler Ballen bei Deering Milliken betrifft, möchte ich bemerken, daß Milliken „preblending“ verlassen hat. Diese riesige Anlage in South

Carolina ist vergessen; sie war einmal viel zu teuer, und außerdem stand der erzielte technologische Erfolg in keinem Verhältnis zum Aufwand. Wir waren andererseits die ersten, die 1962 bei Deering Milliken in der Prototyp Mill Ballen-Karussells aufgestellt hatten, und auch Deering Milliken hat seither wieder große Anlagen mit Ballen-Karussells bestellt. Was nun die Mischung anlangt, die man mit riesig vielen Ballen zu erreichen glaubt, ist folgendes zu bemerken: Meines Erachtens ist es viel gescheiter, Sie mischen nur elf Ballen, wissen aber genau, was Sie mischen, als 400 unkontrolliert, denn das nützt gar nichts. Und ich glaube, diese Zeiten, in denen möglichst viele Ballen gemischt wurden, darf man vergessen. Lieber kontrolliert wenig gemischt, als unkontrolliert viel mischen.

**Professor Dr. Wegener:** Es ist natürlich ein Gleichmäßigkeitsproblem, denn es gibt ja verschiedene Möglichkeiten zu mischen. Man kann zum Beispiel nach der Farbe mischen, nach dem Pressley-Index, nach den geometrischen Abmessungen, nach der Herkunft — alles das spielt schließlich eine Rolle. Mehrere dieser Faktoren müssen sich entsprechend ergänzen. Meines Erachtens, Herr Dr. Keller, ist es von wesentlicher Bedeutung, ob die Kunden mit der Gleichmäßigkeit der gelieferten Baumwolle einverstanden sind oder nicht.

**Direktor Ing. Brandt:** Wir haben uns über das Thema „Mischung“ bei der Baumwolltest-Tagung in Bremen im Januar dieses Jahres eingehend unterhalten und wir sind zu dem Ergebnis gekommen, daß es notwendig wäre, die Baumwollballen mittels Labormethoden zusammenzustellen, das heißt also, daß es nicht möglich ist, nur sechs Ballen willkürlich zu nehmen, sondern daß man die Ballen labormäßig aussuchen und nach dem Pressley-Index, dem Micronaire-Wert, dem Stapel und nach der Farbe zusammenstellen muß. Das Ergebnis war, daß diese Methode zu aufwendig ist, denn nicht jede Baumwollspinnerei kann sich ein Fasertestlabor leisten. Wir müßten also hier von dem einen Extrem der 100 oder 400 Ballen zu dem anderen der sechs oder acht Ballen des Herrn Direktor Dr. Keller irgendeinen praktikablen Mittelweg wählen. Ich bin der Meinung, daß man in einem kardierten Sortiment mit etwa 24 Ballen des Auslangens finden könnte.

Als zweiten Punkt möchte ich auf die Doublierung zu sprechen kommen. Herr Direktor Keller sagte, eine vierfache Doublierung sollte nicht unterschritten werden. Mit der Doublierung verbinden wir jedoch ebenso wie mit der Mischung einen sehr maßgeblichen Qualitätsfaktor. Wir sind zu Johannsens Zeiten am Textiltikum in Reutlingen bei einer 72fachen Doublierung gewesen, dann sind wir auf eine 36fache Doublierung auf Zweistreckenpassagen zurückgegangen, und ich glaube, man sollte diese Doublierung jetzt nicht mehr wesentlich reduzieren.

**Mohr:** Herr Direktor Keller, ich habe drei Fragen: Wie ist es mit dem Core-Spinning? Wie stellt sich die Firma Rieter heute zum Core-Spinning, das heißt also, wenn Sie zum Beispiel als Seele im Faden Helanca nehmen oder Lycra und drumherum Baumwolle oder Wolle spinnen?

Die zweite Frage ist: Wie ist die Kämmaschine und wie sind die Vormaschinen, die dazugehören, heute in der Automation einsetzbar, und wie sind dann die anschließenden Passagen bei der Strecke?

Die dritte Frage, auf die Sie weiter nicht eingegangen sind, betrifft die Mischung von Chemiefasern mit Baumwolle. An welcher Stelle in Ihrer automatischen Spinnerei mischen Sie Chemiefasern zur Baumwolle?

**Direktor Dr. Keller:** Ich fange bei der letzten Frage an. Wenn ich Sie recht verstanden habe, wollen Sie sich auf das Zumischen von Chemiefasern teurer Qualität, nicht also von billigen Chemiefasern beschränken. Diesen Unterschied müßte man nämlich auch noch machen. Nun, die beste Mischung ist grundsätzlich in der Flocke zu erreichen. In der Regel ist es aber doch wohl so, daß man gekämmte Baumwolle mischt und

darum zwangsläufig die Mischung nach dem Kämmen auf den Strecken vornehmen muß. Das Mischen mit einer Chemiefaser heißt zudem im Prinzip, eine billige Faser mit einer teuren mischen. Infolgedessen wird man auch aus preislichen Überlegungen nur ungern in der Flocke mischen, denn dann wären die Abfälle auf den Karden, die man nach der Baumwollkomponente einstellen müßte, viel zu hoch, und auch das Beimischen des Abganges würde wieder kompliziert. Also wird man auch aus diesem Grund, wenn man rationell arbeiten will, die Mischung auf dem Streckenband vornehmen. Ich habe gerade letzte Woche eine Mitteilung von einer amerikanischen Fabrik erhalten, die eben jetzt eingeweiht worden ist und in welcher das „crossblending“ angewendet wird, daß dort die Mischung auf der Strecke vorgenommen wird. Sie können vielleicht sagen, wir Schweizer seien etwas konservativ, offenbar sind es aber die Amerikaner in bezug auf die Mischung auch. Sie sehen, beim Mischen spielen wirtschaftliche und technische Überlegungen eine Rolle.

Sie haben ferner gefragt, wie das bei der Automation mit dem Kämmen sei. Ich kann Ihnen verraten, ich habe viel mehr Dinge auslassen müssen als den Konverter und die Kämmerei. Das Gebiet ist eben so riesig groß. Man könnte sich nur über einen einzigen Punkt stundenlang unterhalten. Aber wenn man nur einen Überblick geben will, namentlich den Chemikern, und das war ja nach dem Auftrag des Herrn Präsidenten Seidl die Zielsetzung meines Vortrages, dann muß man eben verzichten. Es ist besser, glaube ich, einen kurzen Vortrag zu halten und wenigens übersichtlich zu bringen.

Als letztes zum Core-Spinning. Das ist sicher sehr interessant, weil Sie eine Seele einbringen, die den Fadenzug aushält. Dieses Verfahren wird meines Erachtens mehr und mehr kommen. Die Firma Rieter hat übrigens auch schon sehr viel daran gearbeitet. Wir haben eigene Patente. Ich glaube, das Verfahren hat eine sehr große Zukunft, weil man eben Fasern mit geringer Festigkeit, also minderwertiges Material beifügen kann. Man muß dann nur aufpassen, daß man die Effekte des Schiebens usw. richtig beherrscht. Das ist aber der springende Punkt.

**Dr. Ing. Siegl:** Ich glaube, die Frage der Vermischung von Baumwolle oder auch Chemiefasern darf nicht allzusehr nur in dem Blickwinkel gesehen werden, daß wir jetzt eine Maschine erfunden haben, welche eben nur die Verarbeitung von geringen Mengen von Ballen zuläßt. Es widerspricht dem ganzen System der Automation – darüber müssen wir uns eigentlich klar sein. Die Vermischung der Chemiefasern ist noch verhältnismäßig einfach, weil wir uns einbilden, daß sie homogen sind. Ich kann Ihnen aber sagen, daß auch innerhalb der Chemiefasern solche Unterschiede im Weißheitsgrad vorliegen, daß auch dort eine Mischung von zehn oder zwölf Ballen ungenügend wäre. Bei der Baumwolle liegen die Dinge ganz anders. Dort sind nämlich nicht vielleicht eine oder zwei Eigenschaften bei der Mischung zu berücksichtigen, sondern praktisch fünf oder sechs. Wir müssen nach der Länge, der Farbe, der Feinheit, der Faserstärke mischen, und das ist in gezielter Form, wie Sie das angedeutet haben, nicht möglich, auch nicht mit dem schönsten Faserlabor! Man kann nur entweder nach dem Stapel mischen, dann bleiben sämtliche anderen Faktoren unberücksichtigt, oder man mischt nach dem Micronaire-Wert, dann wird eben der Stapel nicht berücksichtigt und nicht die Farbe und alles andere. Es gibt nur den Weg über eine größere Mischung, und die Tatsache, daß die Blender, oder wie immer sie sich nennen, fabelhaft zusammensetzen, womöglich noch in Zusammenarbeit mit einem Automixer, das ist nie bestritten worden. Aber die Tatsache, daß von dieser Mischung zur nächsten dann ein Sprung entstehen kann, wenn nur ein einziger oder zwei Ballen zufällig andere Charakteristika haben, das kann ebenso nicht bestritten werden, und das ist die Schwierigkeit! Diese Schwierigkeit hat uns bis jetzt wenig gestört, aber gerade in der Automation stört sie uns viel mehr als bisher, denn dort wollen wir ja keine Menschen an den Maschinen mehr haben, und die Faden-

brüche nehmen eher zu als ab. Dafür ist bisher auch noch kein Gerät gefunden worden, sie mechanisch zu beheben. In der allerletzten Zeit ist zwar angeblich ein Fadenknoten für die Ringspinnmaschine herausgekommen, aber ich habe noch keine näheren Unterlagen darüber bekommen. Jedenfalls möchte ich nur betonen, daß auf Grund unserer Erfahrungen man auch bei noch so strenger Kontrolle der Baumwolle es nicht vermeiden kann, daß bei Mischungen unter zwanzig Ballen, oder auch bei 24 Ballen, Farbunterschiede in das Garn kommen. Farbunterschiede sind aber für mich das Zeichen, daß die Mischung auch in allen anderen Charakteristiken schlecht ist.

**Direktor Dr. Keller:** Wir könnten natürlich noch stundenlang über dieses Problem reden. Zunächst vielleicht der Fadenknüpfer. Darüber kann man, glaube ich, noch nicht sprechen. Das braucht noch eine sehr lange Zeit und ist einstweilen ein Wunschtraum.

Nun zurück zur Mischung. Selbstverständlich, wenn man es sich leisten kann, mehrere Komponenten zu berücksichtigen, ist das sicher richtig. Aber auch dann muß es eine gezielte Mischung sein, die man automatisch bewerkstelligen kann. Wenn man also beispielsweise drei oder vier Karussells nimmt und auf einem Karussell immer nur eine Komponente berücksichtigt, so funktioniert das einwandfrei. Daß im übrigen Chemiefasern je nach der Avivage auch schwanken, glaube ich, ist nun einmal nicht zu vermeiden. Aber ich denke, so schlimm ist es nun auch wieder nicht. Gewundert hat mich Ihre Bemerkung, daß die Fadenbrüche bei den automatischen, also flockenbeschickten Karden steigen sollen. Die Firma Rieter hat schon weit über fünfzig Anlagen und einige davon schon jahrelang in Betrieb, aber wir haben überall – in allen Ländern Europas und in Amerika – eigentlich immer nur eine Reduktion feststellen können. Es würde mich interessieren, wo Sie das festgestellt haben. War das bei Rieter-Anlagen der Fall?

**Dr. Ing. Siegl:** Das war nicht bei Rieter-Anlagen der Fall. Das geht ja schon aus der ganzen Konstellation der CAS-Anlagen zum Beispiel hervor. Die Japner, die praktisch die Gründer und die ersten Erfinder dieser automatischen Anlagen sind, haben für die Ringspinnmaschinen genau dasselbe Bedienungspersonal wie vorher. Sie rechnen also gar nicht damit, daß weniger Fadenbrüche auftreten. Aus der ganzen Konstellation heraus – ich beziehe das jetzt gar nicht auf die Auslegung der automatischen Linien – kann man doch von einer geringeren Fadenbruchzahl zunächst einmal nicht ausgehen. Das wichtigste wäre jedoch die Verminderung der Fadenbrüche, denn die Transporthandgriffe, die kann man automatisieren, aber solange eben keine Möglichkeit besteht, die Fadenbrüche automatisch zu beheben, werden wir auch bei den automatischen Anlagen eine sehr große Anzahl Bedienungspersonen brauchen.

**Direktor Dr. Keller:** Ich darf keine Kunden nennen, aber ich kann Ihnen aus unserer Praxis verraten, daß wir ausnahmslos im automatisierten Betrieb bessere Fadenbruch-Resultate erzielt haben. Es ist ganz eigenartig, und wir wissen auch noch nicht weshalb. Es ist also eher die Tendenz eines Rückganges der Fadenbrüche festzustellen, selbstverständlich nicht – das habe ich ja erwähnt – bei einem Regelstreckenprozeß, bei dem man nur eine Regelstrecke hat und nur sechsfach doubliert. Bei den konventionellen Spinnverfahren haben wir aber immer eine Verbesserung des Spinnprozesses festgestellt. Dies muß irgendwie mit der besseren Auflage zusammenhängen und daß doch vielleicht diese Art der Beschickung regelmäßiger ist als die unkontrollierte eines Arbeiters. Ich glaube, das ist auch noch ein Punkt, den wir bei der Automation beachten sollten, nämlich den Vorteil, daß wir nicht mehr von der Zuverlässigkeit des Arbeiters abhängig sind.

**Professor Dr. Wegener:** Wenn wir in derselben Weise weitermischen wie bei der konventionellen Methode, dann darf man nicht die Mischung allein und in erster Linie für die Zu-

nahme der Fadenbrüche verantwortlich machen. Die Zunahme der Fadenbrüche wird in erster Linie durch die Anzahl der Schlepphaken und die der Leithaken bestimmt; sie wird aber auch durch den Orientierungs- und durch den Streckungsgrad bestimmt. Unter dem Streckungsgrad versteht man nun die Ausrichtung der Fasern derart, daß die kleinen Bogen möglichst weitgehend herauskommen. Unter dem Orientierungsgrad versteht man hingegen das Einordnen der einzelnen Fasern in diese Laufrichtung, und dafür ist es unbedingt erforderlich, daß man eine gewisse Anzahl von Passagen im Zusammenhang mit der richtigen Vorlage hinsichtlich der Schlepp- und Leithaken verwendet. Die Regelstrecke ist kein Allheilmittel, wie Herr Direktor Keller ja schon ausführte. Vielmehr ist es so, daß wir auch bei dem automatisierten und bei dem abgekürzten Verfahren eine gewisse Anzahl von Passagen, die eigentlich immer bestimmt werden sollte, nötig haben, um optimale Verhältnisse zu erreichen. Unter der Bedingung, daß wir ebenso mischen wie bei dem konventionellen Verfahren, ist es meines Erachtens nicht gestattet, die Fadenbrüche allein auf die Mischung zurückzuführen.

**Ober-Ing. Wildbolz:** Ich wollte nur eine Ergänzung zum Thema Mischung anbringen. Ich glaube, die Fadenbrüche, die auf der Ringspinnmaschine eintreten, können nicht unbedingt in Zusammenhang mit dem Personal gebracht werden. Wenn die Japaner jetzt in der Ringspinnerei mehr oder gleichviel Personal brauchen, dann ist das dem zuzuschreiben, daß Bandringspinnmaschinen viel schwieriger sauberzuhalten sind und demzufolge das Streckwerk viel mehr verstaubt, was selbstverständlich Fadenbrüche nach sich zieht; die höheren Verzüge natürlich auch.

**Dipl.-Ing. Keller:** Die Wirtschaftlichkeit einer automatischen Spinnerei hängt entscheidend davon ab, daß die Hochleistungskarden tatsächlich auch eine hohe Leistung haben und auch uneingeschränkt immer die gleiche gute Qualität halten. Nun hörte man in den letzten Jahren sehr viel über die Schwierigkeiten, die sich bei der Anwendung der verschiedenen Hochleistungskarden ergeben haben. Die Standzeit der Garnituren war unzureichend, die Qualität des Vlieses war nissig, eine Faserschädigung trat auf usw., sodaß sich oft ergeben hat, daß Hochleistungskarden nur mit einem kleinen Bruchteil der Sollproduktion wirklich auf die Dauer betrieben werden konnten. Damit fällt natürlich die Rentabilität weg. Ich hoffe, daß das inzwischen überwunden wurde. Sie haben aber darüber nicht gesprochen. Darf ich darüber um eine Auskunft bitten?

**Direktor Dr. Keller:** Zur Frage der Hochleistungskarden ist zunächst wesentlich, daß heute die Garniturenfrage als gelöst betrachtet werden kann – selbstverständlich nicht von allen Garniturenlieferanten, aber bei Qualitätsgarnituren sicherlich. Man hat im Anfang, das stimmt, bei Produktionen von etwa über 15 kg pro Stunde nach einigen Monaten eine Zunahme der Nissigkeit festgestellt. Aber die Garnituren, die heute zur Verfügung stehen, haben sich bisher an unseren Karden bestens bewährt. Meine Firma gibt vorsichtigerweise eine Produktion für kardiertes Material von 18 kg pro Stunde an, aber ich glaube, keiner unserer Kunden geht unter 20 kg. Im Anfang – vor etwa zwei Jahren – haben auch wir in gewissen

Fällen eine Reduktion der Qualität feststellen können. Das war aber vorwiegend auch auf die Deckel zurückzuführen. Man muß Deckelgarnituren haben, die man eben nachschleifen kann, und es spielen dabei auch Härtefragen eine Rolle. Das ist aber wieder eine Wissenschaft für sich, und darüber könnte man ebenfalls einen ganzen Tag sprechen. Vorhin wurde auch die Wirtschaftlichkeit angeschnitten. Dieses Problem haben wir schon vor vielen Jahren ganz gründlich untersucht. Die Speisung der Karden durch Flocken ist ab 15 kg, und das sollten wir uns merken, absolut wirtschaftlich gesichert. Aus meiner Sicht glaube ich sagen zu können: Bis und mit Strecke ist die Automation gelöst, technologisch und wirtschaftlich. Wie es weitergeht, das ist eine andere Frage.

**Dr. Albrecht:** Herr Direktor Dr. Keller, Sie hatten so nett gesagt, daß nach dem automatisierten Verfahren doch im Prinzip gute, wenn nicht sogar bessere Garne hergestellt werden als nach den klassischen oder konventionellen Verfahren. Das bezog sich wohl im wesentlichen auf Baumwolle. Ich habe jedoch in diesem Zusammenhang noch eine Frage. Wenn ich nun blase, presse und zupfe – das sind doch im Prinzip die Transportarten von einer Maschine zur anderen –, müssen wir als Chemiefaserhersteller auf den Schlankheitsgrad besondere Rücksicht nehmen. Sie wissen, daß nach konventionellen Verfahren 1.5 den-Fasern mit 50 mm, ja sogar mit 60 mm Stapellänge verarbeitet werden. Wie würden sich solche Fasern im automatischen Spinnprozeß verhalten?

**Direktor Dr. Keller:** Meine Äußerungen über die praktischen Erfahrungen, die wir mit bisher gelieferten Anlagen gemacht haben, bezogen sich auf reine Baumwollanlagen. Was die zweite Frage betrifft, so müßte ich doch sagen, es liegen noch viel zu wenig Erfahrungen vor. Wir beginnen ja erst Erfahrungen mit den Chemiefasern zu sammeln. Selbstverständlich geben wir uns alle Mühe, diese besonders schonend zu behandeln. Aber hier Aussagen zu machen, das ist, glaube ich, noch verfrüht.

**Dr. Albrecht:** Es müßte auch die Möglichkeit bestehen, längere Fasern zu verarbeiten. Es wird ja noch nicht einmal bei 60 mm Schluß gemacht, sondern erst bei 80 mm.

**Direktor Dr. Keller:** Das ist ja gerade die Stärke der Chemiefasern: die Stapellänge! Aber ich möchte da noch keine Aussagen machen. Das wäre nicht seriös.

**Professor Dr. Wegener:** Sie haben schon recht. Der Schlankheitsgrad spielt eine Rolle. Bei der ganzen Sicht unserer Arbeiten, die wir ja bei Ihnen damals hinsichtlich der Mischung von Fasern verschiedener Stapellängen mit einem konstanten Titer, verschiedener Längen mit verschiedenen Titern, aber auch gleicher Länge mit gleichem Titer und gleicher Länge mit verschiedenen Titern durchgeführt haben, konnten wir entnehmen, daß der Schlankheitsgrad sehr stark eingeht, wenn man ein Optimum an Gleichmäßigkeit erhalten will. Im Schlankheitsgrad ist sowohl die Länge als auch der Durchmesser ausgedrückt.

Zwischen Herrn Professor Dr. Ing. Schenkel und dem Diskussionsleiter Herrn Professor Dr. Wegener entwickelte sich noch eine angeregte Diskussion über das Problem des Mischens.

# Die Entwicklung der Chemiefaserverarbeitung in Wirkerei und Strickerei

Textiling. H. Kox, Leverkusen

Die Geschichte der Verarbeitung von Chemiefasern in Wirkerei und Strickerei ist von der Geschichte der Entwicklung der Chemiefasern nicht zu trennen. Zu Beginn der Zwanzigerjahre ging die Vervollkommnung der Viskose- und Kupferkunstseide und etwas später der Acetatkunstseide mit der fortschreitenden Modernisierung der Kettenschär- und Kettenwirkmaschinen, der Cottonmaschinen und mit der Entwicklung der Färbe- und Ausrüstungstechnik für Ketten- und Rundwirkware Hand in Hand. Daher war den chemischen Fäden schon 1939 ein großer Einbruch in die Gebiete der Damenwäsche und Dameneinstrümpfe aus Naturseide und aus Baumwollflor gelungen.

Als die Chemiefaserindustrie etwa ab 1950 die auf Grund vorausgegangener Erfindungsarbeiten von Carothers und Schlack entstandenen endlosen synthetischen Fäden aus Polyamid der Maschinenindustrie in Europa zur Verfügung stellte, begann der steile Aufstieg, den die Maschinenindustrie, besonders die Kettentstuhlindustrie, in den letzten eineinhalb Jahrzehnten genommen hat. Wenn es auch zuerst die endlosen Chemiefäden waren, deren Auftreten den Emporstieg der Wirkerei- und Strickereiindustrie beschleunigten, so haben aber doch auch die chemischen Spinnfasern, die später auf den Plan getreten waren, im letzten Jahrzehnt für das starke Wachsen der Maschinenindustrie eine nicht zu übersehende Bedeutung gehabt.

Einen wichtigen Platz nahmen diese Fasern auf Zellulose- und Zelluloseacetatbasis aber schon in der Hälfte der Zwanzigerjahre ein, als sie, zusammen mit Baumwolle oder mit Wolle versponnen, es ermöglichten, besonders gleichmäßige Garne zu spinnen. Diese Vergleichmäßigung der Garne aus der Dreizylinderspinnerei und der Kammgarnspinnerei durch die Zusammenverspinnung der Naturrohstoffe mit den Chemiefasern mit ihrem günstigen Stapelbild war ein Fortschritt, der, durch die Chemiefasern geboten, sowohl von der Spinnerei als auch von Wirkerei und Strickerei gerne und in großem Umfang wahrgenommen worden ist.

Past developments in the field of man-made fiber processing in knitting mills are closely related to the history of man-made fibers as such. In the early twenties, progressive improvements of viscose and cuprammonium rayon — closely followed by those of acetate — were accompanied by advancing modernization of warping and warp knitting machinery and cotton machines, as well as by advances in dyeing and finishing processes for warp-knitted and circular-knitted articles. Thanks to these developments, man-made filaments were able to make considerable inroads into the lingerie and ladies' hosiery sectors previously dominated by silk and cotton, as early as in 1939.

The steep rise, however, which the knitting industry and, in particular, the warp knitting sector took during the past ten to fifteen years was initiated by the inventions of Carothers and Schlack, thanks to which the man-made fiber industry was able to make available to European knitters continuous synthetic polyamide filaments, around 1950. Even though continuous filaments were first to accelerate the rise of the knitting industry, the subsequent advent of man-made staple has also contributed a substantial share to the considerable growth of the knitting industry during the past decade.

As early as around 1925, however, these fibers based on cellulose and cellulose acetate had assumed considerable importance by imparting high yarn regularity in blends with cotton or wool. This enhanced uniformity of yarns obtained in three cylinder spinning and worsted spinning by blending natural products with man-made fibers and making use of the latter's favorable staple diagrams, represented an achievement on the part of the man-made fiber industry which has been cordially welcomed and widely taken advantage of by both spinners and knitters.

Wenn man ein Bild von der Entwicklung der Chemiefaserverarbeitung in der Maschinenindustrie entwerfen will, dann wird unvermeidlich ein Abriss von der Entwicklung der Chemiefaser überhaupt daraus. Mehr noch als sie das Bild der Weberei veränderten, haben die Endlosfäden und Fasern die Wirkerei und Strickerei in entscheidendem Maß beeinflusst.

Die Rohstoffe der Wirkerei und Strickerei waren zu Beginn des Jahrhunderts ausschließlich natürliche, in der Hauptsache Wolle, Baumwolle und Naturseide. Auf diese klassischen Rohstoffe war das Herstellungsprogramm der Wirkerei und Strickerei abgestimmt. Auch die Verbraucher waren in ihren Ansprüchen ganz und gar auf die klassischen Rohstoffe eingestellt und akzeptierten selbstverständlich die nach heutigen Begriffen eingeschränkte Eleganz und die vielfach bescheidene Bequemlichkeit der Erzeugnisse. Die heute schon

selbstverständliche Forderung nach Pflegeleichtigkeit bestand noch nicht. Der Verbraucher ertrug gelassen manche Unbequemlichkeit und Mühe beim Tragen und Pflegen seiner Bekleidungsstücke.

Nun waren die Erfinder und Produzenten der ersten Nitrozellulose-Kunstseide und später auch der Kupferkunstseide, Viskosekunstseide und Acetatkunstseide in keiner Weise von der Absicht geleitet, etwas „Pflegeleichtes“ — dieser Begriff konnte damals noch gar nicht entstehen — hervorzubringen. Sie hatten das Ziel, Endlosfäden herzustellen, die in Funktion und Aussehen in der Lage sein könnten, die teure Naturseide zu ersetzen.

Die Entwicklung der Chemiefasern ist in zwei Bahnen verlaufen. Zuerst kamen die Endlosfäden und später, aus dieser Richtung hervorgehend, die Spinnfasern und Fasergespinnste. Auch bei den Gespinnsten schwebte

zunächst der Gedanke vor, die teure Naturseiden-schappe, das Fasergarn aus naturseidenen Einzelfasern, nachzuahmen. Daraus hervorgehend entwickelte sich aber bald das Bestreben, Fasergarne nach dem Bild der Baumwolle und der Wolle herzustellen. Beide Erscheinungsformen, die Endlosfäden und die Fasergarne, erscheinen heute unter dem Begriff „Chemiefasern“ zusammengefaßt. Da beide Erscheinungsformen für sehr verschiedene Verarbeitungstechniken und Fertigungserzeugnisse verwendet werden, liegt es nahe, die Linie der Endlosfäden und die Linie der Fasergarne in Wirkerei und Strickerei getrennt aufzuzeichnen. Entsprechend dem gesteckten Ziel wurde die Kunstseide zunächst für Gebiete eingesetzt, in denen bisher Naturseide und feine Baumwollflors verarbeitet worden waren. Das waren hauptsächlich Kettenstuhl-gewirke für Damenwäsche.

Es gab natürlich im Anfang große Schwierigkeiten bei der Verarbeitung dieser seltsam glänzenden Garne, die dem Verarbeiter in Strängen angeliefert und die in Strangform genau wie Naturseide gefärbt wurden. Formbeständigkeit und Verschleißfestigkeit der ersten Kunstseidenerzeugnisse vom Kettenstuhl und von der Bandwirkmaschine waren nach heutigen Maßstäben absolut unbefriedigend. Schließlich konnte aber doch schon Anfang bis Mitte der Zwanzigerjahre in der Kettenstuhlwerkerei aus Kupferkunstseide, Viskosekunstseide und etwas später auch aus Acetatkunstseide sehr ansehnliche seidige Ware hergestellt werden. Diese Stoffe wurden im Stück gefärbt — eine Färbemethode, die bis dahin für Kettenstuhlware noch nicht allgemein üblich war.

Die neuen Kunstseidenfäden haben von Anfang an umwälzend gewirkt. Sie brachten nicht nur die Hersteller von Kettenwirkmaschinen in Bewegung, sondern sie begannen auch die Färbung und Ausrüstung von Gewirkbahnen zu verändern. Wo bisher Baumwollbahnen nur gebleicht oder schwarz gefärbt worden waren, begann nun der Vormarsch der modischen bunten Farben, denn die Textilien aus den neuen, glänzenden Endlosfäden verlangten nach leuchtenden Farben. Auf den Rundwirkmaschinen fand die Kunstseide, wie sie seinerzeit durchwegs hieß, ebenfalls Eingang. Das Garn wurde von Scheibenspulen auf Flaschenspulen, die anfangs aus Holz, später aus Metall bestanden, umgespult, was seiner Qualität nicht dienlich war, sodaß Ware ohne Fehler kaum erzeugt werden konnte. Wenn auch in der Folge Kunstseide auf Rundwirk- und Rundstrickmaschinen mit zunehmendem Erfolg verarbeitet wurde, so war es doch der Kettenstuhl, auf dem die endlosen Chemiegarne ihren Fortschritt am stärksten demonstrieren sollten.

Der Aufstieg der Kettenstuhlindustrie ging mit dem qualitativen Vorwärtsschreiten der endlosen Kunstseidefäden Hand in Hand. Etwa um 1927 hatte die Qualität der Kettenstuhlware aus Kunstseide einen Stand erreicht, der es gestattete, aus der Ware fabrikmäßig Wäsche herzustellen, wenn auch in jener Zeit noch bis zu 20 Fehler pro Stück keine Seltenheit waren und akzeptiert wurden. Die Qualität der Kunstseidengarne ließ damals wegen Flusen und sonstigen Unsauberkeiten keine höhere Geschwindigkeit der Kettenstühle als 180 bis 200 trs/min zu.

Noch 1930 wurde alle Kunstseide, die auf Kettenstühlen verarbeitet wurde, vom Strang oder Spinnku-

chen auf Scheibenspulen gewunden. Von hölzernen Schärgattern wurden die Scheibenspulen oder Randspulen abrollend auf von Hand angetriebene, hölzerne Schär Rahmen geschärt. Die Kette wurde mit der Hand vom Schärhaspel auf den Baum gebäumt, genauso wie das seit Generationen mit den Baumwollgarnen geschehen war. Die Kettbäume waren durchgehend. Erst ab 1934 begann sich das Schären auf Teilkettbäume — immer noch von Scheibenspulen — durchzusetzen. Die Qualität der Kunstseide erlaubte noch immer keine nennenswerte Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit der Kettenstühle, denn die Ware wurde noch immer ab Strang oder Spinnkuchen auf Scheibenspulen gewunden, was eine durchschlagende Verbesserung der textilen Qualität und der Verarbeitung auf dem Stuhl verhinderte.

Etwa 1936 wurde von der Maschinenindustrie das bis dahin nur in der Baumwollweberei gebräuchliche Schärgatter zum Abzug über Kopf für das Abarbeiten von Kunstseide geeignet gemacht. Gleichzeitig wurden die Scheibenspulen beim Schären durch konische Kreuzspulen ersetzt. Das ermöglichte eine Erhöhung der Tourenzahl der Kettenstühle, die bis 1936/38 auf ca. 400 bis 500 trs/min gebracht werden konnte. Das war für die damalige Zeit eine gute Leistung. Eine weitere Erhöhung der Tourenzahl wäre zwecklos gewesen, da die zur Verfügung stehende Kunstseide hinsichtlich Flusenfreiheit nicht über den damaligen Stand hinauskam. Durch die relativ hohe Fehlerzahl im Gewirk wurde der Fortschritt, den die chemischen Fäden an sich gebracht hatten, noch gehemmt.

Die Bemühungen der Kunstseidefabriken erstreckten sich in jener Zeit darauf, Spulenspinverfahren und Zentrifugenspinverfahren zu verbessern, um die Fäden so schonend wie möglich zu produzieren. Der Kettenstuhlindustrie mußte Ware mit weniger Flusen und weniger Knoten zur Verfügung gestellt werden, damit die immer schneller laufenden Stühle möglichst ohne Stillstände produzieren und möglichst wirtschaftlich Stoffe mit möglichst wenigen Fehlern pro Stück herstellen konnten.

Etwa 1950 waren kontinuierliche Spinnverfahren entwickelt. Jetzt konnte direkt von der Spinn Düse auf Teilkettbäume gesponnen werden. Das Ziel, das Kunstseidengarn ohne Berührung durch die menschliche Hand herzustellen, war erreicht. Besonders die Kupferkunstseide wurde und wird auch heute noch in hoher Vollendung in dieser Aufmachungsform angeboten. Nun konnte der Kettenstuhl seine dem Webstuhl überlegene Produktionsgeschwindigkeit ausspielen. Mit 1000 trs/min produzierte man Anfang der Fünfzigerjahre Ware mit nur einem Fehler auf 10 kg Material. Diese Produktivität des Kettenstuhles und das erreichte gute Qualitätsniveau hatten dazu geführt, daß 1953 ein großer Teil des Bedarfs an Damenwäsche aus Kunstseide auf dem Kettenstuhl fabriziert wurde. Ein schöner Fortschritt der Chemiefäden und ein großer Erfolg der Kettenstuhlindustrie!

Aber das war erst der Anfang. Etwa 1952 kamen die synthetischen Endlosgarne auf den Markt. Zuerst aus USA, dann aber bald von europäischen Herstellern. Diese Polyamidfäden mit ihrer unglaublich hohen Reißkraft und Scheuerfestigkeit sowie ihrer geringen Wasseraufnahme eroberten in kurzer Zeit den Ketten-

stuhl. Es entstand Wäsche, in Griff und Aussehen feinsidig und gleichzeitig in der Strapazierfähigkeit allem überlegen, was bisher angeboten worden war.

Es ist schon immer der Traum der Kettenstuhlwerkerei gewesen, Hemdenstoffe zu machen. Auch aus Acetatseide, Kupferkunstseide und Viskosekunstseide hatte es schon in großen Mengen Hemden aus Kettenstuhlware gegeben. Aber das waren Produkte, die nur solange gut aussahen und paßten, als sie neu waren. Nach dem Waschen hatten sie infolge der hohen Wasseraufnahme Aussehen und Form eingebüßt. Nun aber entstanden in enger Zusammenarbeit zwischen Chemiefaserhersteller, Wirker, Einlagenhersteller, Ausrüster und Konfektionär Hemdenstoffe bzw. Hemden aus Polyamidgarnen, die alle Fehler der alten Kunstseidenhemden, wie aufgeraute Kragen und Instabilität der Form nach dem Waschen, nicht mehr aufwiesen. Diese Hemden aus Kettenstuhlstoff aus Polyamid waren mühelos zu waschen und in kürzester Zeit trocken. Das gleiche gilt auch für Blusen- und Kittelstoffe. Endlich war das Ziel erreicht, Stoffe für Hemden, Kleider und Blusen nicht mehr nur weben, sondern außerordentlich wirtschaftlich auch wirken zu können, unter voller Ausnutzung der schnellen Kettenstühle mit ihrer überlegenen Produktivität. In kurzer Zeit stieg die Produktion an Kettenstuhlstoffen für Hemden, Blusen, Kleider und Freizeitkleidung so, daß sich zum Beispiel der Anteil an gewirkten Synthetikhemden am Gesamtverbrauch bis 1965 auf ca. 60 Prozent belief. Ohne die Verarbeitungsgüte und die überlegenen Eigenschaften der Polyamidfäden wäre der beispiellose Aufstieg der Kettenstuhlindustrie auf dem Sektor der Hemden-, Blusen- und Kleiderstoffe nicht möglich gewesen.

In dieser Zeit entstanden aus endlosen Synthsefäden auch gewirkte Gardinstoffe, die beständig gegen Sonnenlicht, leicht waschbar, rasch trocknend und bügelfrei waren. Auch dies war eine umwälzende Neuerung. Die Gardinstoffe aus Naturfasern verschwanden innerhalb weniger Jahre fast gänzlich vom Markt. Heute sind von den Gardinen aus Synthsefasern ca. 80 Prozent gewirkt.

Die Feinheit der Polyamidfäden versetzte die Kettenstuhlindustrie auch in die Lage, auf dem Gebiet der feinen Damenwäsche eine Steigerung der Qualität zu erreichen, die weit über das hinausreichte, was mit den feintitrigen Kupferseidegarnen möglich gewesen war. Die Wäscheerzeugnisse aus synthetischen Endlosfäden waren nun nicht nur seidig und von höchster Eleganz, sie waren auch in bisher nicht gekanntem Maße pflegeleicht und von unglaublicher Gebrauchstüchtigkeit. Das hat dazu geführt, daß in der Bundesrepublik heute 90 Prozent des Gesamtverbrauchs an Unterkleidern und ein hoher Prozentsatz an feiner Damenwäsche aus Polyamidfäden hergestellt werden.

Parallel zur Kettenstuhlindustrie verlief das Eindringen der Chemiefäden in die Strumpfwirkerei. Als schon seit Anfang der Zwanzigerjahre die Kupferkunstseidefäden und die Viskosefäden Baumwollfaser und Naturseide weitgehend aus der Strumpfwirkerei verdrängt hatten, war das bereits ein großer Erfolg der chemischen Endlosfäden in der Wirkerei. Die grundsätzliche Umwälzung der Damenmode nach 1920, die erstmals in der modischen Entwicklungsgeschichte

kurze Kleider und Röcke brachte und das Bein sichtbar werden ließ, wäre ohne die relativ preiswerten Kunstseidenstrümpfe nicht möglich gewesen.

Aber diese Strümpfe aus Kunstseide waren noch unvollkommen. Sie brauchten lange zum Trocknen und sie mußten in nicht endender Fron fortwährend gestopft werden. Es war daher geradezu ein Triumph, es etwa ab 1950 bis 1952 allmählich die Strümpfe aus Polyamidfäden den Markt besetzten. Der schnell trocknende, pflegeleichte und haltbare Strumpf war Wirklichkeit geworden, und noch schneller als seinerzeit die Kunstseidenstrümpfe die naturseidenen und die baumwollenen Strümpfe verdrängt hatten, fegten jetzt die Polyamidstrümpfe die kunstseidenen vom Markt. Im Jahre 1964 bestanden in der Bundesrepublik 99 % aller Feinstrümpfe aus Polyamid.

Während bei den Strümpfen der glatte Charakter der synthetischen Fäden erwünscht ist, weil die Strümpfe so dünn wie möglich und praktisch ohne Volumen sein sollen, ist der sehr glatte, nicht füllende synthetische Faden dagegen in vielen Fällen, zum Beispiel in der Strickoberbekleidung, unbrauchbar. Das war ja mit einer Ursache für den Erfolg des gewirkten Hemdes, daß aus den an sich glatten Fäden durch die Verlegungstechnik des Kettenstuhles ein strukturiertes Flächengebilde entsteht, das Luft einschließt, Lichtbrechung und textiles Aussehen aufweist.

Ein anderer Weg, dem glatten synthetischen Faden Volumen, Luftpfeife, Lichtbrechung und textiles Aussehen zu verleihen, ist die Texturierung. Über dieses Thema hat gestern bereits Herr Dr. Studt gesprochen. Hier soll nur gesagt werden, daß die synthetischen Endlosgarne nur auf dem Wege über die Texturierung geeignet sind, zu solchen gestrickten oder gewebten Flächengebilden verarbeitet zu werden, die den natürlichen physiologischen und textilen Anforderungen entsprechen.

Die Texturierung, besonders die am meisten angewandte Methode der fixierten Hochdrallgebung, war schon lange bekannt, aber erst mit dem Auftreten der synthetischen Filamentgarne hat sie Sinn und eine Bedeutung bekommen, die heute noch gar nicht in ihrem vollen Umfang abzusehen ist. Man kann unbedenklich vorhersagen, daß das endlose Synthsegarne der Zukunft ein texturiertes Garn sein wird, denn die Verbraucher werden sich von den unvollkommeneren Produkten abwenden und die vollkommeneren bevorzugen, wenn diese erst einmal bekannt geworden sind. Das ist am Beispiel der gestrickten Oberbekleidung deutlich sichtbar. Pullover, Strickjacken und Strickkleider wurden im Anfang aus glatten Endlosgarnen hergestellt. Diese Erzeugnisse wurden in Ermangelung des Besseren zwar gekauft und getragen, aber sie waren häßlich glänzend, fast ohne Wärmehaltvermögen und untextil in Griff und Aussehen. Sie verschwanden bald wieder vom Markt, bis sich vor einigen Jahren die endlosen texturierten Garne aus Polyamid, Polyester, Polyacrylnitril und Acetylzellulose in der Strickerei einführten. Sie bringen alles mit, was an Voraussetzungen für physiologisch brauchbare, textil aussehende und pflegeleichte Strickware gebraucht wird. Diese Strickwaren aus texturierten Endlosgarnen haben neben den genannten noch einen besonderen Vorteil, nämlich, daß sie ein absolut gleichmäßiges,

ruhiges Warenbild aufweisen, denn Ungleichmäßigkeiten, die bei fasergesponnenen Garnen unvermeidlich sind, fehlen hier naturgemäß gänzlich. Noch haben die Strickwaren aus texturierten Endlos Garnen ein geringeres Wärmerückhaltevermögen als gleichkonstruierte Gestricke aus Spinnfasergarnen, sodaß erstere bevorzugt für sommerliche Verwendung brauchbar sind. Da das Wärmerückhaltevermögen hauptsächlich vom Luftschluß und von der möglichst großen Zahl der Luftkammern abhängig ist, bleibt es eine Aufgabe für die Texturierungstechniker, feinere und zahlreichere Kräuselungen zu erzeugen, um die Luftkammern kleiner und zahlreicher zu machen und damit das Wärmerückhaltevermögen zu verbessern.

Immerhin nehmen die texturierten synthetischen Filamente heute schon einen gewichtigen Anteil auf dem Markt der gestrickten Oberbekleidung ein und haben einen sichtbaren Einbruch in die Einsatzgebiete der Gespinnstgarne erreicht. Ihr Anteil an der gestrickten Oberbekleidung und der wärmenden Wäsche wird schnell weiterwachsen.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Verwendung von texturierten Endlos Garnen in der Strickerei mit hochelastischen Kräuseln für Herrensocken, Strumpfhosen und Badebekleidung begonnen hatte. 68 % aller Herrensocken, ein großer Teil der gewirkten Badebekleidung und 85 % der Strumpfhosen werden heute aus texturierten synthetischen Garnen hergestellt. Übrigens haben sich, ebenso wie bei den Damenstrümpfen, bei den Herrensocken aus synthetischen Kräuseln die ursprünglich gehegten Bedenken wegen unzureichender physiologischer Eigenschaften als unbegründet erwiesen, wie die Praxis zeigt.

Wie gesagt, spielen die durch die Texturierung elastisch gemachten synthetischen Endlos Garne heute bei der Erzeugung von elastischen Textilien, wie Strümpfen, Socken, Badeanzügen, Skihosen, eine hervorragende Rolle. Sie haben Möglichkeiten erschlossen, die früher selbst dem Gummi unerreichbar waren. Wie weit die Entwicklung auch über diesen Erfolg der elastischen, texturierten Gummifäden hinausgreifen wird, wird sich bald zeigen, denn schon stehen neue synthetische Garne in Form der elastomeren Filamentgarne bereit, um immer weiterreichende Forderungen an die Dehnbarkeit und die Elastizität der Bekleidung zu erfüllen. Die neuen Polyurethangarne, elastisch durch die alternierende Anordnung weicher und starrer Segmente, haben eine mehrfach höhere Dehnung und Rückstellkraft als die elastischen, texturierten synthetischen Endlos Garne. Gummi übertreffen sie durch ihre bessere Widerstandsfähigkeit gegen oxydative und chemische Angriffe und vor allem dadurch, daß sie multifil und in viel feineren Nummern als Gummifäden erzeugt werden können. Gleichgültig, ob die texturierten Garne weiterhin der Rohstoff für elastische Artikel sein werden, oder ob die elastomeren Polyurethanendlosfäden über sie hinausgreifend auf breiter Front Rohmaterial für die immer stärker geforderte dehnbare Bekleidung sein werden, eines ist sicher: Es werden Chemiefäden sein, die es der Maschenindustrie ermöglichen werden, neue fortschrittlichere Erzeugnisse hervorzubringen und ihren Anteil an der Gesamtproduktion an Textilien auszuweiten.

Maschenerzeugnisse, die von der Stricktechnik her elastisch sind, brauchen zwar selten eine zusätzliche Elastizität, sie bedürfen jedoch häufig einer Stabilisierung des elastischen Zustands, das heißt einer Verbesserung der Rückstellkräfte, um das gefürchtete Ausbeulen und Ausweiten der Wirk- und Strickwaren zu verhindern. Dazu werden in immer größerem Umfang texturierte Endlos Garne oder elastomere Polyurethangarne herangezogen. Die Maschenindustrie wird dadurch in die Lage versetzt, einen unangenehmen Fehler mancher ihrer Erzeugnisse vermeiden zu können. Der Anteil an gestrickter oder gewirkter Bekleidung am Gesamtverbrauch wird dadurch noch weiter anwachsen.

Die elastomeren Fäden, die zur Herstellung von elastischer Maschenware, wie Miederstoffe von der Raschel und von der Rundstrickmaschine, elastische Spitzen, elastische Wäschestoffe, elastische Bündchen an Strick- und Wirkwaren, Socken und Strümpfe, benötigt werden, können übrigens nackt, unwunden oder umspinnen (corespun) eingesetzt werden; vielseitige Verwendungsmöglichkeiten, die die Voraussetzung für einen breiten Einsatz sein werden!

Wir haben bis jetzt von der großen, ja dominierenden Bedeutung gesprochen, die die Chemie-Endlos Garne auf den verschiedenen Gebieten der Maschenindustrie gewonnen haben und auch davon, wie der Aufstieg der Maschenindustrie im letzten Jahrzehnt unlöslich mit der Entwicklung der Chemiegarne verknüpft war. Aus der Herstellung der künstlichen Endlos Garne hat sich bekanntlich die Herstellung der sogenannten Stapelfasern und der Fasergarne entwickelt, und zwar später. Auch in Wirkerei und Strickerei fanden Garne aus künstlichen Spinnfasern erst später Eingang als die Filamentgarne. Es war nach 1926, als die ersten aus Viskosefasern gesponnenen Garne auf Rundstuhl und Rundstrickmaschine zu Damen- und Herrenwäschestoffen verarbeitet wurden. Diese aus Viskosefasern gesponnenen Garne haben später überall da, wo die Baumwolle knapp war oder fehlte, bei der Garnversorgung der Wirkereiindustrie hervorragend ihren Mann gestanden. Die Wirker haben die Viskosefasergarne gerne verarbeitet, denn infolge der absolut gleichen Stapellänge der Einzelfasern lassen sich Garne von höchster Gleichmäßigkeit und Reinheit daraus spinnen, die eine völlig glatte Verarbeitung auf allen Rundstrick- und Rundwirkmaschinen zulassen. Die Fasergarne, zu 100 % rein aus Viskose- und später auch aus Kupferspinnfaser, haben viele Jahre eine wichtige Rolle bei der Erzeugung von Herren- und Damenwäsche, Strümpfen und Socken gespielt, und wir haben Zeiten erlebt, in denen die Wirkerei und Strickerei ohne diese Chemiefasergarne am Ende gewesen wäre.

Aber nicht nur in Reinverarbeitung, auch in Mischung mit den Naturfasern Baumwolle oder Wolle erlangte die Spinnfaser auf Zellulosebasis bald große Bedeutung. Die bei den Naturfasern unbekanntete Gleichmäßigkeit der Stapellänge führte die Kammgarnspinner, Baumwoll- und Streichgarnspinner dazu, durch Mitverwendung bzw. Beimischung der künstlichen Spinnfasern zu den Naturfasern eine Vergleichmäßigung des Garnausfalles zu erzielen. Diese Mischgarne

aus Baumwolle oder Wolle mit Zellulosespinnfasern waren nicht nur gleichmäßiger, sondern es war auch möglich, sie unter Verwendung preiswerterer Naturrohstoffe zu spinnen, sodaß die künstlichen Fasern Ausgangspunkt für bessere und preiswertere Garne bei unverändert hoher Gebrauchstüchtigkeit waren. Im ganzen gesehen ist aber die Entwicklung der Garne aus künstlichen Spinnfasern in Wirkerei und Strickerei zunächst weniger attraktiv verlaufen als die der endlosen Chemiegarnen. Während diese in Wäsche und Strumpf schon relativ früh Gebiete gefunden hatten, auf denen sie ihre neuartigen Vorzüge zeigen konnten, hatte sich für die Gespinste aus Chemie-Spinnfasern kein gewirkter oder gestrickter Artikel gefunden, mit dem sie sich als Neuentwicklung überzeugend hätten darstellen können. Für die Chemiefasergarne kam dieser Zeitpunkt erst, als die synthetischen Fasern auf den Plan traten. Man muß auch hier vor Augen haben, daß die gewirkten und gestrickten Erzeugnisse aus Zellulosefasern zwar schön und gleichmäßig, aber infolge ihrer hohen Wasseraufnahme, ihrer niedrigen Naßscheuerfestigkeit überaus anfällig gegen Formveränderung beim Waschen, gegen Durchscheuerung und wegen ihrer langwierigen Trocknung unangenehm zu handhaben waren. Mit dem Erscheinen der synthetischen Gespinnstfasern erhielt das alles mit einem Mal einen anderen Aspekt. Zunächst erschienen schon vor 1950 die Polyamidspinnfasern, aus denen Garne gesponnen werden konnten, deren Reiß- und Scheuerfestigkeiten trocken und naß praktisch gleichhoch waren. Ihre niedere Wasseraufnahme ermöglichte kürzeste Trocknungszeit nach der Wäsche. Damit ließen sich Wäsche, Strümpfe und Strumpfverstärkungen herstellen, die in ihrer Gebrauchstüchtigkeit, vor allem in der Naßscheuerfestigkeit alles in den Schatten stellten, was bis dahin aus Naturfasern und aus künstlichen Zellulosefasern gemacht worden war. Die Polyamidfasergarne bzw. Mischgarne wurden sofort nach ihrem Erscheinen in größtem Umfang zur Verstärkung der verschleißempfindlichen Stellen an den Herrensocken und Strümpfen eingesetzt, sodaß sehr bald ein Socken oder ein Strumpf, der nicht als mit Perlon oder Nylon verstärkt deklariert war, unverkäuflich wurde. Die polyamidverstärkten Socken sind einer der ganz großen Fortschritte in der Bekleidung überhaupt gewesen. Die Sockenstrickerei und auch die Rundstrickerei sind erst durch die Polyamidfasern in die Lage gekommen, Produkte zu erzeugen, die den modernen Anforderungen gerecht werden.

1953/54 begannen in Europa die Polyacrylnitrilfasern in Erscheinung zu treten. Während die Polyamidfasern glatte Fasern von geringem Standvermögen waren, zeigten sich die Polyacrylnitrilfasern als ausgesprochen wollig, kräftig gekräuselt, voluminös und weich. Sie ließen sich in der Kammgarnspinnerei, Baumwollspinnerei und Streichgarnspinnerei auf den vorhandenen Spinnaggregaten verspinnen, und es ergaben sich gleichmäßige, wollige Garne. Diese Garne konnten mit basischen Farbstoffen leuchtend wie Wolle, aber in vielen Fällen mit besseren Echtheiten gefärbt werden.

Die Strickerei war nun in die Lage versetzt, absolut wollartige Strickwaren mit neuen Pflegeeigenschaften herzustellen, wie

leichteste Wäsche

schnelle Trocknung

völlige Filzfreiheit und Formbeständigkeit

leuchtende Farben bei höchster Echtheit

hervorragendes Wärmerückhaltevermögen.

Rundstrickerei und Flachstrickerei bedienten sich der neuen Garne, die sowohl im Stück als auch im Strang gefärbt wurden. Besonders für die Flachstrickerei war aber das Garn aus Polyacrylnitrilfasern ein anziehender Rohstoff, den sie mit voller Intensität ergriff und in wenigen Jahren in größtem Umfang zu Damen- und Mädchenstrickwaren sowie zu Kinder- und Babystricksachen verarbeitete. Im Sommer 1965 waren in der Bundesrepublik Deutschland bereits 39% des Gesamtverbrauchs an Strickwaren für Damen und Mädchen Polyacrylnitrilgarne. Die Wolle bediente in dieser Zeit noch 43% des Gesamtverbrauchs. An Kinderstrickwaren wurden zum gleichen Zeitpunkt 42% des Gesamtverbrauchs aus Polyacrylnitrilgarnen hergestellt.

Den Vorstellungen der Strickerei vom voluminösen Ausfall der Strickwaren kam die von den Polyacrylnitrilfasern gebotene Möglichkeit, „high-bulk“-Garne herzustellen, in höchstem Maße entgegen. In der Bundesrepublik und in Europa haben die Farbenfabriken Bayer diese Garne, die durch Zusammenverspinnung von 40% schrumpffähiger Faser und 60% geschrumpfter Faser erzeugt werden, von Anfang an unter dem Begriff „Hochbausch“ eingeführt und weit hin bekannt gemacht. Die Bauschung erfolgt im Strang durch Dampf einwirkung oder direkt in Verbindung mit der Färbung, gelegentlich auch im Stück.

Selten hat die Strickerei, besonders die Flachstrickerei, eine so bedeutsame Veränderung ihrer Rohstoffbasis erfahren, wie dies mit der Einführung der glatten und der gebauschten Garne aus Polyacrylnitril geschehen ist. Diese grundlegende Strukturänderung ist nicht in erster Linie die Folge modischer Einwirkungstendenzen gewesen, als vielmehr eine Folge der Tatsache, daß der Verbraucher die echten Vorteile der Strickwaren aus Polyacrylnitrilfasern bestätigt gefunden hat und nun diese bewährten Eigenschaften immer wieder nachkauft und dadurch für sie weiterwirbt.

Das alles gilt nun nicht nur für Strickwaren aus reinen Synthetikgarnen. Man hat auch schon frühzeitig die neuen Eigenschaften der Synthetics mit den bewährten Eigenschaften der Wolle verbunden. Mischkammgarnzwirne aus Polyacrylnitrilfaser mit Wolle und Polyvinylchloridfaser mit Wolle werden in großem Umfang in der Flachstrickerei verarbeitet. In der Jerseyfabrikation werden auf Raschel, Rundstuhl und Rundstrickmaschine Einfachgarne aus Polyacrylnitrilfaser/Wolle, Polyesterfaser/Wolle und Polyvinylchloridfaser/Wolle verarbeitet. Diese Jerseystoffe können kammzuggefärbt und stückgefärbt gearbeitet werden und zeichnen sich durch sehr gute Waschbarkeit, Filzfreiheit und Formbeständigkeit aus. Bei einem Mischungsverhältnis 55% synthetische Faser/45% Wolle ist weitgehende Filzfreiheit gegeben. Beim Mischungsverhältnis 65 bis 75% synthetische Faser und 35 bis 25% Wolle wird absolute Waschmaschinenfestigkeit erreicht. Eine hochwertige Spezialität sind Mischungen aus Polyacrylnitrilfasern mit Alpaka, Mo-

hair, Kaschmir und Kamelhaar. In der Mischung mit synthetischen Fasern werden diese edlen Rohstoffe in ihrer Gebrauchstüchtigkeit so gesteigert, daß sie vom Luxusartikel zu einem wahren Gebrauchsartikel gewandelt werden.

Aber nicht nur für Strickoberbekleidung, auch für wärmende Damen- und Herrenwäsche wurden die Garne aus Polyamidfasern, Acrylfasern und Polyvinylchloridfasern mit Erfolg verwendet. Diese Wäsche hat ein besonders gutes Wärmehaltevermögen. Rheumaleidende berichten, daß Wäsche aus Polyacrylnitrilfasern und Polyvinylchloridfasern einen ausgesprochen lindernden Effekt habe. Sie ist gleichzeitig leicht und nicht auftragend. Durchgesetzt hat sie sich wegen ihrer leichten Waschbarkeit, schnellen Trocknung und guten Formbeständigkeit beim Waschen. Auch Mischungen

synthetischer Fasern mit Wolle oder Zellwolle verhalten sich günstig. In physiologischer Hinsicht hat sich Wäsche aus synthetischen Fasergarnen als einwandfrei erwiesen.

Ich habe versucht, unter Verwendung einiger Reminiscenzen, die heute schon historisch sind, Akzente auf den Fluß der Entwicklung der Chemiefaserverarbeitung in der Maschenindustrie zu setzen. Die Maschenindustrie wendet sich in immer noch wachsender Entschiedenheit der Verarbeitung von synthetischen Filament- und Spinnfasergarnen zu, und die Beispiele zeigen, daß die Wirkerei und Strickerei durch die Chemiefasern seit deren Erscheinen entscheidende Impulse empfangen haben, die sie befähigen, qualitativ und wirtschaftlich in unaufhaltsamem Fortschritt zu sein.

## Diskussion

**Dipl.-Ing. Keller:** Ich hätte folgende Frage: Bisher hat man der Maschenware immer vorgehalten, daß sie nicht formstabil sei. Wieweit kann die Chemiefaser in ihren verschiedenen, jetzt modern gewordenen Formen zur Flächen- und Formstabilität von Wirk- oder Strickwaren beitragen und wie weit kann dadurch für Maschenwaren ein neues Feld in den Einsatzgebieten, die bisher Geweben vorbehalten waren, gefunden werden?

**Text.-Ing. Kox:** Das ist gerade der Fortschritt, der durch die Synthesefasern in die Strickerei und Wirkerei hineingetragen worden ist, daß sie in der Lage sind, uns die bisher fehlende Formbeständigkeit zu bringen. Da diese Fasern fast nicht quellen, gerade aber durch die Quellung bei den bisherigen Strickwaren aus Baumwolle, Regeneratzellulosefasern und anderen die Forminstabilität verursacht wurde, sind wir nun in der Lage, formstabile Materialien herzustellen, wie Sie dies am Beispiel des gewirkten Hemdes sehen.

**Kreidler:** Ich glaube, Sie haben die Frage von Herrn Dipl.-Ing. Keller nicht ganz entsprechend beantwortet, wenigstens nicht so, wie ich sie verstanden habe. Er fragte nämlich, ob die Chemiefasern zusammen mit neuen Techniken in der Wirkerei eine Ware mit gleicher Formstabilität, wie wir sie vom Gewebe her kennen, ergeben könnten. Es ist doch heute immer noch so, daß die Formbeständigkeit sogar bei den kettengewirkten Hemdenstoffen nicht der eines Gewebes entspricht.

**Text.-Ing. Kox:** Ich glaube, so weit sind wir noch nicht. Nach meiner Meinung ist die Formbeständigkeit vor allem durch die Eigenschaften der neuen Fasern bedingt und beruht weniger auf der Anwendung neuer Techniken. Hier könnte höchstens die blockierte Maschenlegung, die bei den gewirkten Hemdenstoffen neu angewendet wurde, erwähnt werden. Die Knitterfreiheit und Formbeständigkeit der Wirkwaren wird jedoch in erster Linie durch die geringe Quellung der synthetischen Fasern bewirkt.

**Dr. Herion:** Sie sagten, daß man texturierte Garne mit höherer Kräuselung herstellen müsse, um beispielsweise das Warmhaltevermögen zu erhöhen. Ich wollte nun fragen, ob schon versucht wurde, Hohlfäden zu texturieren, beziehungsweise mit welchem Ergebnis.

**Text.-Ing. Kox:** Darüber ist mir nichts bekannt. Wir haben nur an gleichschweren und gleichkonstruierten Strickwaren aus Wolle, Zellwolle und Baumwolle, also aus Stapelfasergarnen, und im Vergleich dazu an Strickwaren aus texturierten Garnen die Wärmerückhaltung sehr genau gemessen,

wobei wir fanden, daß Waren aus Texturgarnen ein wesentlich geringeres Wärmerückhaltevermögen hatten. Meines Erachtens könnte hier eine Verbesserung erzielt werden, wenn man texturierte Garne mit einer höheren Kräuselbogenszahl pro Maßeinheit hätte, sodaß durch kleinere und zahlreichere Luftkammern im Gestricke eine bessere Isolierung erreichbar wäre.

**Professor Dr. Köb:** Es wäre jedenfalls nicht einfach, bei einer Hohlfaser während des Texturierungsprozesses den Querschnitt zu erhalten, zumindest nicht beim Falschdrahtverfahren, eventuell bei einer Stauchkräuselung oder bei einem Hochbauschgarn, in welchem man die Hohlfaser als nichtschumpfende Komponente einsetzen könnte. Allerdings sind Hohlfasern heute noch kaum auf dem Markt, da ihre Herstellung schwierig ist und die Kosten ziemlich hoch sind. Mir ist jedenfalls noch keine in größerem Maßstab erprobte Hohlfaser bekannt.

**Dr. Laub:** Sie haben in rückblickender Betrachtung ausgeführt, welche Vorteile die synthetischen Fasern dem Stricker und Wirker bieten. Ich würde Sie gerne um Ihre Meinung fragen, welche Forderungen im Hinblick auf die Zukunft vom Wirker und Stricker an die Synthesefasern etwa bezüglich der physikalischen Daten, wie Dehnung, Festigkeit und Elastizitätsmodul, zu stellen sind.

**Text.-Ing. Kox:** Dazu möchte ich sagen, daß aus der Strickerei noch keine Wünsche in dieser Hinsicht kommen, da man im Einsatz dieser neuen Garne noch am Beginn steht und mehr nach modischen Effekten, wie beispielsweise mit trilobalen Fäden oder dergleichen, trachtet. Es wäre in einigen Fällen vorstellbar, daß eine Faser noch kochbeständiger oder fester sein könnte, doch im allgemeinen ist man mit den gegebenen Eigenschaften zufrieden. Wichtig ist die geringe Quellfähigkeit all dieser synthetischen Garne, denn dadurch wird der entscheidende Fortschritt erzielt.

**Dr. Laub:** Vielleicht darf ich meine Frage noch durch eine etwas spezieller gefaßte ergänzen. Es wurde gesagt, daß der Stabilität des entstandenen Maschengewebes eine erhebliche Bedeutung zukommt und daß sie auch beim heutigen Stand im Prinzip noch nicht ganz ausreichend sei. Glauben Sie, daß nun Fasern mit einem besonders hohen Elastizitätsmodul diesen Anforderungen besser gerecht werden könnten oder ist diese Überlegung aus Ihrer Perspektive nicht richtig?

**Text.-Ing. Kox:** Wie groß hier die Wirkung des Elastizitätsmoduls ist, möchte ich nicht entscheiden. Wichtig ist natürlich die Stricktechnik, denn das Ausbeulen und Ausweiten ist ein traditioneller Fehler der Strickwaren und hängt nicht mit dem

Einsatz von Synthesegarnen zusammen. Um das zu beheben, bedarf es einer Verstärkung. Früher hat man es mit Gummi-fäden versucht, die sich allerdings nicht bewährten. Heute verwendet man für diesen Zweck texturierte oder elastomere Fäden.

**Dr. Laub:** Ich würde noch gerne eine Frage, die sich auf die Garnspinnerei bezieht, stellen. Bei Naturfasern ist die Garnspinnerei erforderlich, da es sich grobteils um Stapelfasern handelt. Bei den Chemiefasern, die vom Herstellungsprozeß aus endlos wären, beschreitet man nun einen Umweg; man schneidet sie auf Stapel und verspinn diese Fasern wieder zu Garnen. Die Texturierung versucht dies nun zu umgehen. Mich würde interessieren, ob Sie glauben, daß durch Weiterentwicklung der Texturierverfahren die Stapelfasergarne schließlich weitgehend ersetzbar sein werden oder ob dem eine prinzipielle Grenze gesetzt ist.

**Text.-Ing. Kox:** Ich glaube, daß man mit der Texturierung noch manches erreichen wird und daß man mit texturierten Garnen auch Effekte erzielen wird, die bisher den Stapelfasergarnen vorbehalten sind. Ich sagte schon, daß nach meiner Ansicht die Texturierung noch Fortschritte machen muß, die sie auch machen wird.

**Dr. Albrecht:** Sie haben uns berichtet, daß 1965 der Anteil an Wirkhemden in der BRD 60 % betragen hat. Wir wissen aber alle, daß dieser Anteil sehr stark rückläufig ist, und ich möchte in dieser Beziehung an die Frage von Herrn Dr. Laub anknüpfen, ob man daraus Lehren gezogen hat, denn diese Rückläufigkeit beweist doch, daß an diesem Hemd etwas noch nicht zufriedenstellend war. Es erhebt sich nun die Frage, was daran sowohl von der Faser her als auch verarbeitungsmäßig zu verbessern wäre.

**Text.-Ing. Kox:** Ich denke, daß diese Rückläufigkeit im Absatz von gewirkten Hemden, die zweifellos vorliegt, nicht eine Frage der Qualität, sondern eine Folge von Marktgegebenheiten ist, und nicht zuletzt durch die großen Anstrengungen der Baumwollindustrie bedingt ist, denn der Verbrauch an Baumwollhemden ist doch vor allem deshalb angestiegen, weil sie jetzt auch pflegeleicht sind.

**Dr. Albrecht:** Ich glaube, daß wir in diesem Punkt leider nicht ganz derselben Meinung sind. Meines Erachtens sind außer dem Preis auch noch andere Gründe maßgeblich, und sowohl wir als Chemiefaserhersteller wie auch die Wirker müssen nach Verbesserungen streben, denn selbst wenn wir ein anderes Material als Polyamid einsetzen, so bleibt noch immer das schlechtere physiologische Verhalten. Ich wollte damit nur sagen, daß man noch nicht alle Probleme als gelöst betrachten kann.

**Text.-Ing. Kox:** Sie haben vollkommen recht. Es muß und wird noch manches verbessert werden. Ich sagte schon vorhin, daß ich persönlich von der Entwicklung der texturierten Garne auch für den Hemdensektor viel erwarte, denn texturierte Garne verhalten sich bei im übrigen gleichen Eigenschaften physiologisch anders.

**Dr. Ing. Szucht:** Ich möchte Sie bitten, einige Worte über den Einsatz von Corespun-Garnen in der Wirkerei, bei denen als Kern elastomere Spandexfäden benützt werden, zu sagen und weiters, ob spezielle Umstellungen an den Maschinen bei der Verarbeitung dieser Garne erforderlich sind.

**Text.-Ing. Kox:** Dazu muß ich sagen, daß auf unserem Markt, von dem ich spreche, Corespun-Garne erst in sehr geringem Umfang vorliegen und sich auch noch kein großes Einsatzgebiet für diese Garne herausgebildet hat. Es wurden wohl zahlreiche Versuche durchgeführt, sie beispielsweise für Skihosenstoffe oder Freizeithemdenstoffe zu verwenden, aber bisher hat sich, mit Ausnahme der Skihose, kein Artikel aus diesen Materialien auf dem Markt durchzusetzen vermocht.

**Direktor Ing. Brandt:** Zu dem Thema der Verbesserungen auf dem Chemiefasersektor im Hinblick auf die Wirkerei wäre doch noch das Problem der egalen Anfärbbarkeit zu erwähnen. Beispielsweise ist es heute noch sehr schwierig, einen Jerseystoff aus Polyester im Stück egal zu färben. Ich glaube also, daß die Chemiefaserhersteller, die eine Brücke zur Maschenware suchen, hier den Hebel für Verbesserungen ansetzen könnten, sodaß ein Übergang von der Garnfärbung zur Stückfärbung möglich wäre.

**Text.-Ing. Kox:** Ich denke, daß auf diesem Gebiet viel gearbeitet wird. Polyesterfasern fallen zwar nicht in mein Aufgabengebiet, aber soviel ich weiß, wird die Mischung von Polyesterfasern mit Wolle doch sehr zielstrebig erprobt und eingeführt, wobei die Stückfärbung eine große Rolle spielt.

**Professor Dr. Köb:** Ich kann Ihnen versichern, daß an diesem Problem intensiv gearbeitet wird. Andererseits muß auch der Weiterverarbeiter und der Färber-Ausrüster so beraten werden, daß er die Differenzen, die heute, bedingt durch die Faserrohstoffe, durch die Texturierung oder durch unterschiedliche Fadenspannung, zweifellos noch vorhanden sind, aber sicherlich in absehbarer Zeit durch neue, kontinuierliche Anlagen hoben werden können, durch Verwendung geeigneter Farbstoffe und Verfahren weitgehend auszugleichen vermag.

**Direktor Dr. Bürger:** Herr Professor Köb, ich möchte auf Ihre Bemerkung, daß Hohlfasern noch keinen entsprechend größeren Einsatz gefunden haben, zurückkommen. Ich kann diese Auffassung nicht teilen. Das VEB-Chemiefaserwerk in Premnitz stellt doch heute eine recht anscheinliche Menge an profilierten und vor allem auch hohlprofilierten Polyamidfasern her, die in Mischungen mit Naturfasern und auch anderen Chemiefasern in nicht unbedeutendem Maße im Untertrikotagensektor Eingang gefunden haben und die in der Praxis gut bewährte Gebrauchseigenschaften aufweisen. Wir haben auch die Frage einer Texturierung von hohlprofilierten Fasern, allerdings nicht auf Basis einer hohlprofilierten Polyamidseide, sondern auf Basis eines hohlprofilierten Polyamid-Spinnbändchens, nach einem speziellen Stauchkammerverfahren untersucht. Ich kann also in diesem Punkt voll und ganz Ihre Auffassung unterstützen, daß es grundsätzlich möglich ist, ich betone aber auch mit dem Stauchkammerverfahren, hohlprofilierte Polyamidfasern zu texturieren.

Ich habe dann noch eine Frage. Herr Dr. Griehl hat heute als eine der wesentlichen Vorteile der Polyätheresterfaser ihre Schrumpfeigenschaften herausgestellt und uns hier Handstrick-Bauschgarnen vorgelegt, die aus einem hoch- und einem niedrighrumpfenden Anteil der Polyätheresterfasertypen bestanden. Wir sind der Auffassung, daß derartige Polyester-Hochbauschgarne für den Strickereisektor gegenüber den Polyacrylnitril-Hochbauschgarnen aus preislichen Gründen und wegen der geringeren Pillingresistenz nicht konkurrenzfähig sind. Mich würde Ihre Auffassung über die Chance, die ein derartiges Produkt auf dem Strickereisektor hat, sehr interessieren.

**Text.-Ing. Kox:** Gegenwärtig sind, soviel mir bekannt ist, noch keine Polyester-Hochbauschgarne auf dem Markt. Wenn es sich um ein echtes Hochbauschgarn handelt, könnte es sehr wohl Chancen haben. Das hängt weitgehend vom Preis ab. Solange jedoch nur Versuchsprodukte vorliegen, sind Voraussetzungen in dieser Hinsicht kaum möglich.

**Direktor Dr. Harms:** Ich möchte noch einmal an die Bemerkung von Herrn Dr. Albrecht anknüpfen. Wenn wir an den Oberhemdensektor denken, wünschen wir doch vor allem ein pflegeleichtes Hemd. Die Maschenware hat hier gegenüber dem Gewebe, ganz abgesehen von aller Wash and wear-Ausrüstung, einen großen Vorteil: sie ist von vornherein pflegeleichter. Die Gründe, weshalb nun trotzdem die Rückläufigkeit im Absatz eingetreten ist, sind meines Erachtens einerseits darin zu suchen, daß die Hemden zu hundert Prozent aus

Synthetics bestehen und in dem vielleicht dadurch bedingten mangelnden Tragkomfort, welcher sicher auf den schlechteren Wassertransport und ähnliches zurückzuführen ist, und andererseits darin, daß diese Hemden gegenüber solchen aus Geweben doch noch zu wenig elegant aussehen. Der Charakter eines feinen Popelinhemdes ist immer noch nicht erreicht. Wenn man das einmal als richtig annähme, dann ergäbe sich die Frage, in welcher Richtung sich die Maschenwaren entwickeln müssen. Sie müßten erstens vielleicht noch feiner werden, damit sie den Geweben ähnlicher werden, und zweitens müßten sie vielleicht doch aus gesponnenen Garnen hergestellt werden, damit man Mischungen von Synthetics mit Zellulosefasern verwenden könnte. Ich bin nicht unbedingt Fachmann auf diesem Gebiet und vielleicht ist dies nicht alles richtig, aber es wäre interessant, welche Meinung Sie dazu haben.

**Professor Dr. Köb:** Wenn jemand zu dieser Frage noch etwas bemerken möchte, wäre es günstig, dies gleich zu tun, denn ich glaube, das Thema ist so interessant, daß wir es nicht auseinanderreißen, sondern besser auf einmal zu Ende diskutieren sollten.

**Dr. Albrecht:** Ich glaube, wenn Herr Dr. Harms auf dieses Problem nochmals zurückkommt, sollten wir es uns doch einmal überlegen. Wenn wir nun darüber diskutieren wollen, dann müssen noch eine Reihe von Ursachen und Gegebenheiten berücksichtigt werden. Der erste wichtige Punkt wäre der Wärmestau, der sich trotz des vielen Redens darüber nicht wégdiskutieren läßt. Dieses Problem kann meines Erachtens von zwei Seiten angefaßt werden, nämlich einmal über das eingesetzte Fasermaterial und zum anderen über die Wirttechnik. Dies möchte ich besonders betonen, da man auch schon früher versucht hat, kunstseidene Maschenwaren auf dem Bettwäschesektor einzusetzen, aber wegen des mangelnden Komforts keinen Erfolg hatte. Wahrscheinlich liegt es daran, daß die Kapillaraktivität im Gewebe mit seinen Kett- und Schußfäden doch gänzlich andere Funktionen hat als im Gewirke mit dem praktisch endlos umlaufenden Faden. Der nächste Punkt bezieht sich auf den Einsatz von Synthesefasern allein. Dagegen dürfte prinzipiell nichts einzuwenden sein, und ich glaube, daß neuere Texturierverfahren hier fraglos Verbesserungen bringen werden. Als drittes wäre noch die Vergilbung zu erwähnen. Das ist nun leider ein Problem mit dem wir uns noch auseinandersetzen müssen, und Herr Professor Schlack arbeitet intensiv daran, den Ursachen auf die Spur zu kommen. Schließlich kommen wir noch zum Aussehen der gewirkten Hemdenstoffe, und ich denke, daß sich hier durch verfahrenstechnische Maßnahmen noch Verbesserungen erzielen lassen. Es sind doch schon gewirkte Hemden, an denen man bei oberflächlicher Betrachtung den Charakter einer Webware zu erkennen meint, hergestellt worden. Dann

kommt es nur noch auf einen formstabilen Kragen an. Das sind so meine Gedanken zu diesem Problem, da wir auch bestrebt sind, hier noch etwas zu verbessern.

Ich möchte aber noch an etwas anderes anknüpfen, und zwar an die Hohlfaser. Herr Dr. Bürger, Sie haben so nett gesagt, daß Sie eine Polyamidhohlfaser produktionsmäßig herstellen. Darf ich Sie fragen, welchen Effekt Sie durch den Einsatz dieser Hohlfaser tatsächlich erzielen? Ist die Wirkung des Luftenschlusses wirklich so eminent, daß beispielsweise das Wärmerückhaltevermögen augenscheinlich verbessert wird? Oder haben Sie andere Gründe, die Sie veranlassen, eine Hohlfaser einzusetzen?

**Direktor Dr. Bürger:** Es spielen mehrere Gründe eine Rolle, maßgeblich sind jedoch zwei: erstens das nachgewiesenermaßen bessere Wärmehaltungsvermögen und zweitens eine wesentliche Materialeinsparung, bezogen auf eine bestimmte Flächenmasse bei diesen Produkten.

**Professor Dr. Köb:** Mich würde interessieren, ob es sich bei Ihren Hohlfasern um Endlosfäden oder Stapelfasern handelt.

**Direktor Dr. Bürger:** Es sind Stapelfasern, und zwar ist es ein W-Typ. Polyamid-Spinnbändchen werden, wohlgemerkt, nur nach dem Stauchkammverfahren texturiert. Als Endlosfäden sind sie nicht handelsüblich.

**Professor Dr. Köb:** Darf ich noch eine Frage bezüglich der Produktionskosten stellen? Sind diese nicht zu hoch — ich meine keine konkreten Zahlen — gegenüber Normalfasern, denn die Profildüse ist doch immerhin schwieriger herzustellen, noch dazu wenn es sich um eine Düse für Spinnfasern mit einer relativ hohen Lochzahl handelt.

**Direktor Dr. Bürger:** Das ist wohl richtig. Aber die Spinn-düsenfabrik, welche uns diese Düse liefert, hat auf Grund der sehr umfangreichen Versuche und der bereits langjährigen Produktion auf diesem Gebiet nicht nur bei uns selbst, sondern auch bei Lizenzproduktionen in den USA und Japan so viele Erfahrungen gesammelt, daß sie heute in der Lage ist, uns die Düsen zu Preisen in erträglicher Größenordnung zu liefern.

**Professor Dr. Köb:** Meine dritte Frage zu diesem Thema ist diese: Drückt sich beim Thermofixieren der Hohlquerschnitt in der Hitze unter Einwirkung der Spannung nicht zusammen und bleibt hier das Volumen erhalten?

**Direktor Dr. Bürger:** Sie müssen davon ausgehen, daß das Haupteinsatzgebiet keine Reinausspinnung dieser Type ist, sondern Mischverspinnungen, und daß diese Frage dann nicht in dem Maße ins Gewicht fällt wie bei einer Reinverspinnung.

## Technologien zur Herstellung textiler Flächen — eine vergleichende Betrachtung

Direktor Professor Dr.-Ing. E. Schenkel, Reutlingen - Stuttgart

*Weben, Wirken und die Herstellung von Filzen sind uralte Künste, dazu benutzt, um den Menschen vor Kälte und Unwetter zu schützen und ihm seine Behausung behaglich zu machen. In neuerer und neuester Zeit wurden — eine Folge der technischen Entwicklung, der Verfahren und Maschinen und der Erfindung völlig neuer künstlicher Textilfasern — neue Verfahren bekannt, die zur Herstellung textiler Flächengebilde führen. Sie erregten in der Fachwelt, zum Teil schon durch ihre einfache Herstellmethode, zum anderen Teil durch die besondere Wirtschaftlichkeit des Verfahrens oder die Erzielung ganz neuer Eigenschaften, erhebliches Aufsehen, und es erscheint deshalb die Frage sinnvoll: Inwieweit sind die einzelnen Verfahren vom Grundsätzlichen her geeignet, sich gegenseitig zu ersetzen und gegebenenfalls zu verdrängen?*

*Aufgabe des Referates ist, diesen Fragen, besonders unter dem Gesichtspunkt der Einsatzfähigkeit und der dabei in Erscheinung tretenden Vorteile nachzuspüren und eine Antwort auf die gestellte Frage zu suchen.*

*Weaving, knitting and felt production are ancient arts intended to protect humans against cold and bad weather, and to make their dwellings livable. During later periods, and quite recently, new processes permitting the production of textile fabrics became known — resulting from the technical advancement of both procedures and machinery as well as from the invention of entirely new, synthetically produced textile fibers. These developments, partly in view of the simplicity of the processes involved, and partly in view of their special economy or the achievement of previously unknown fiber properties, caused much of a sensation in technical circles, and it appears warranted to pose the question as to the extent to which individual processes are basically capable of being interchanged or, possibly, of replacing one another. The present paper is concerned with examining this question, particularly from the angles of suitability for use in certain applications and advantages obtained thereby, and with seeking an answer thereto.*

Es ist in der jüngeren Vergangenheit viel über neue Techniken gesprochen und veröffentlicht worden. Erfolgreiche Neuentwicklungen wurden von der Werbung — das ist verständlich — in das beste Licht gesetzt, und die Publizistik nahm sich manchmal dieser Dinge in recht phantasievoller Weise an, sodaß es auch für den Fachmann interessant sein mag, ausgehend vom heutigen Stand der Technik, einmal gegeneinander zu stellen, was die interessierenden Verfahren können und was sie bisher nicht können, um so zu einer Vorstellung zu kommen, wofür sie von der Sache her gesehen geeignet erscheinen und wofür nicht.

Soweit Textilien im technischen Sektor eingesetzt werden, liegen meist definierte Anforderungen vor, das heißt Eigenschaften, die gemessen werden können und eingehalten werden müssen und durch die Rohstoffe und Verfahren bestimmt sind. Artikel, die den Anforderungen nicht zu entsprechen vermögen, scheiden unabhängig vom Preis dabei von vornherein aus.

Für Textilien, soweit sie den Haus- und Bekleidungssektor betreffen, ist das im Grunde nicht anders, auch wenn hier die Grenzbedingungen nicht angeschrieben sind, so sind sie doch vorhanden. Ein Regenschirmstoff muß beispielsweise wasserdicht sein, er muß faltbar sein und darf aus diesen und anderen Gründen beispielsweise keine 600 g/m<sup>2</sup> wiegen.

An einen Oberbekleidungsstoff werden je nach geographischer Breite und Jahreszeit und je nachdem, ob es sich um einen Damen- oder Herrenstoff handelt, ganz bestimmte Anforderungen an das Warmhaltevermögen und darüber hinaus entsprechend dem indivi-

duell möglichen Lebensstandard unterschiedliche an Gebrauchswert, modisches Aussehen und Eleganz gestellt.

Es ergeben sich so für jeden Gebrauchszweck ziemlich enge Grenzen, zunächst für das mögliche Gewicht pro Quadratmeter, die vielleicht durch gutes Zureden, durch Mode und Propaganda ein wenig beeinflusst, aber vom Grundsätzlichen her nicht geändert werden können und die wesentlich entscheidend dafür sind, ob eine gedachte Technik für den speziellen Zweck überhaupt in Frage kommen kann.

Ist diese Frage zu bejahen, so kommt es noch darauf an, wieweit die neue Technik für einen geforderten Gebrauchszweck in Konstruktion, Preis und Gebrauchswert zusammen ein Optimum anzubieten hat; dabei sprechen Nebenumstände wie modischer Trend, Bequemlichkeit, Pflegeeigenschaften und nicht zuletzt der Wunsch des Individuums, sich durch die Kleidung zu differenzieren, ja zu distanzieren, in einem hohen Maße mit.

Kleider machen immer noch Leute, und das bedeutet eine entsprechende Bewertung von Material, Muster und Dekor. Solche Dinge lassen sich lenken, auch in der freien Marktwirtschaft, und gerade deshalb sind natürliche Voraussagen, die auch eintreffen werden, so schwierig wie bei den Meteorologen.

Wenn auch angenommen werden kann, daß sich der Bedarf an Textilien insgesamt im Verhältnis der rasch wachsenden Erdbevölkerung steigern wird und die neuen Techniken darüber hinaus zum Teil ganz neue Anwendungsgebiete eröffnen, so kann man zwar der Textilindustrie als Ganzem eine hervorragende Chance einräumen, aber es bleibt für den Unternehmer

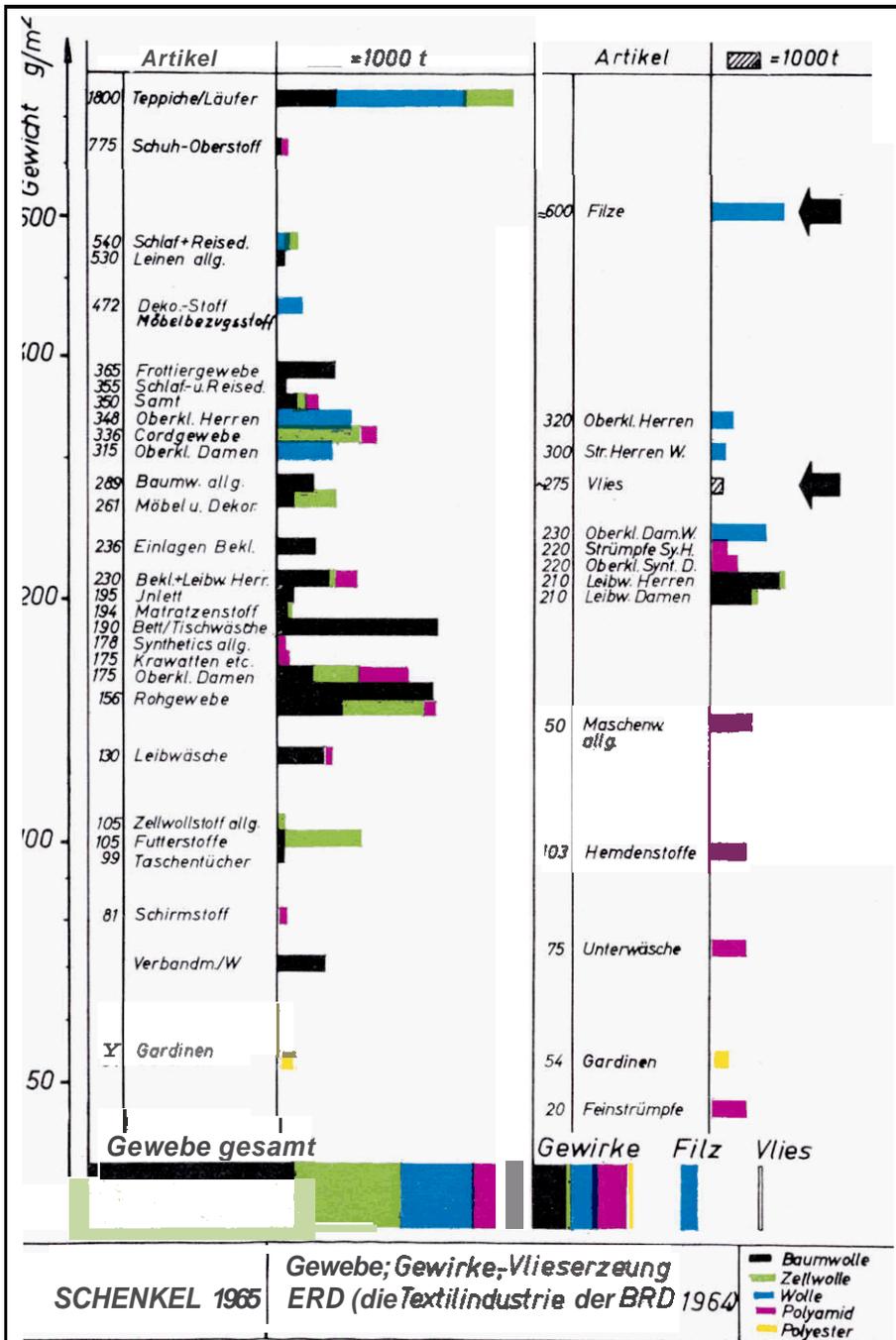


Abb. 1

immer noch die sehr wichtige Frage, ob nach dem heutigen Stand der Technik die Entwicklung eine wesentliche Umschichtung der Herstellverfahren bringen wird.

Von welchem Stand gehen wir aus? Die Bundesrepublik verbrauchte 1964 ca. 700 000 Tonnen textile Flächegebilde (Abb. 1), davon fielen auf Bodenbeläge aller Art etwa 11%, auf Gewebe aller Art etwa 71%, auf Strick- und Wirkwaren etwa 17,5%, auf Vliesstoffe ca. 0,5%. "Papier-Stoffe" sind nicht angegeben. Die angesprochenen Vliesstoffe oder Nonwovonartikel sind in der Statistik nur zum Teil erfaßt – wenn sie das Dreifache der ausgewiesenen Menge erreichen, so sind das bis heute nicht mehr als 1,5% des gesamten textilen Bedarfs.

bis 100 g/m²; hier liegen auch die Futterstoffe. Dann kommt Unterwäsche aus Endlosgeräten bei 75 g/m², Gardinen bei 54 g/m² und Damenstrümpfe bei 20 g/m² in etwa. Die Rohstoffanteile sind in der Tafel an der Farbe erkennbar, und zwar bedeutet schwarz Baumwolle, grün Viskosefasern, rot Polyamid, gelb Polyester und blau Wolle.

Hier herrscht kein Zufall, es ist die Erfahrung des praktischen Lebens, und die Verhältnisse haben sich aus der Zweckmäßigkeit der einzelnen Artikel und der Wettbewerbsfähigkeit der einzelnen Techniken und Faserstoffgruppen ergeben. Da die angegebenen Zahlen Gewichtsprozent darstellen, für Heimtextilien und Bekleidung aber die zu bedeckende Fläche das bessere Maß wäre, muß bei der Betrachtung das

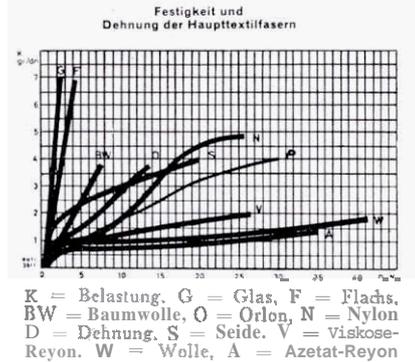
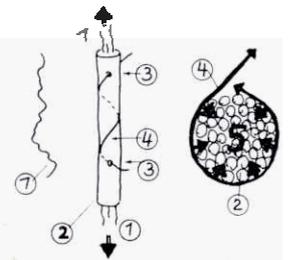


Abb. 2



- ① Faser
- ② Faserkörper oder Kern
- ③ Faserklemmung durch Reibung/Drehung
- ④ Mantelfaser — Spannung durch Drehung
- ⑤ Abstützung durch Drehung und Zugbelastung = Kraftschluß durch Reibung im Faserkern

Abb. 3

In Abb. 1 ist der Gesamtverbrauch in Gewichtsklassen aufgeteilt und beginnt mit den Bodenbelägen und Teppichen einschließlich Tufted-Waren bei ca. 1800 g/m²; dann folgen Schlaf- und Reisedecken bei 600 g/m², sowie Herrenoberbekleidung durchschnittlich bei 350 g/m². Damen-Oberbekleidung geht von 230 bis 215 g/m² im Durchschnitt, während um 200 g/m² die Berufsbeleidung liegt. Haus- und Tischwäsche, auch Leibwäsche, Blusen und Hemden reichen bis zu 135 g/m², feinere Hemden auch

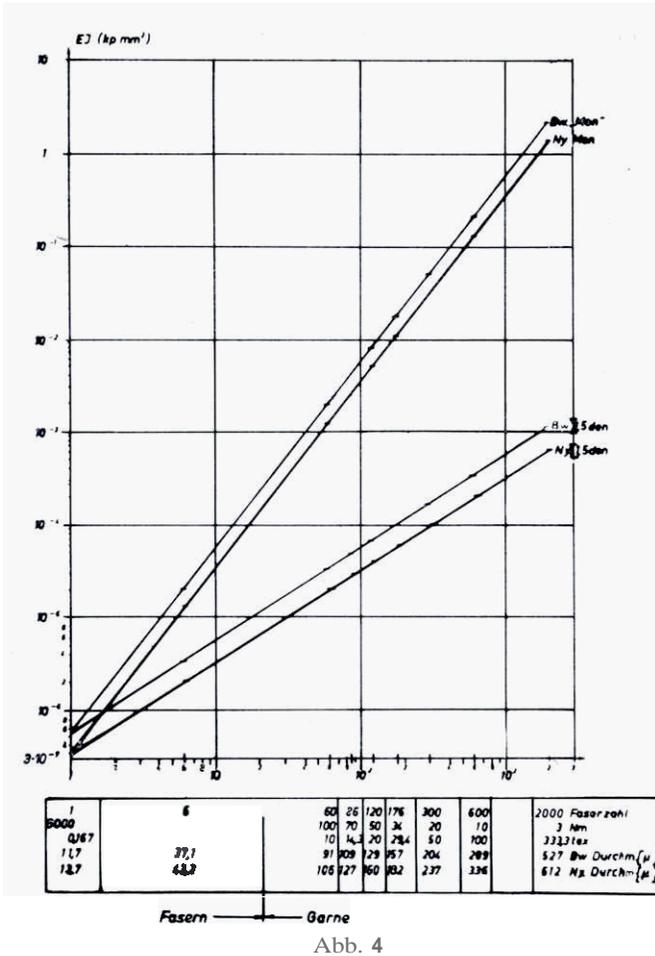


Abb. 4

Gewidit pro Quadratmeter der einzelnen Artikel mit berücksichtigt werden.

Wenn wir nach einem umfassenden, das Textil vor allem kennzeichnenden Merkmal fragen, besonders für Haus und Bekleidung, so muß vor allem das Biegsame, Sdimiegsame, audi Weidie in Verbindung mit einer ausreidienden Zugfestigkeit angesprodien werden, das Formänderungen ohne das Auftreten merkbarer Ruckstellkräfte zulaßt. Erzeugnisse ohne diese Eigensdiäften haben im textilen Wettbewerb wenig Chancen. Diese Eigensdiäften sind bedingt durdi Form und Material des Grundelementes jedes Textils, der Einzelfaser und der Art ihrer Einbindung. Es kommt also wesentlich auf die Fasern an. Es gibt heute davon ein Riesenangebot mit stark unterschiedlichen Eigen-

schaften im chemischen und physikalischen Verhalten und audi im Preis; Natur- und Chemiefasern.

Allen gemeinsam ist der für die textile Verarbeitung notwendige enorme Schlankheitsgrad. Die Faserlänge beträgt für spinnfähige Fasern das 2000- bis 3000fache, des nur wenige μ großen Faserdurchmessers. Er bestimmt, zusammen mit der Substanz, die Biegefähigkeit und damit das Weidie der textilen Erzeugnisse.

Die Biegesteiiigkeit ist eine Funktion der geometrischen Querschnittsform, ausgedrückt durdi das Trägheitsmoment J, und der Substanzeigenschaft, gekennzeichnet durch den Modul E.

Während in das Trägheitsmoment beispielsweise für den kreisrunden Querschnitt der Faserdurchmesser mit der vierten Potenz eingeht, sodaß bei einer Vergrößerung von d im Verhältnis 1:2:3 die Faser wie 1:16:81 steifer wird, verhalten sich die E-Modulwerte vergleichsweise von Stahl:Baumwolle:Nylon wie 2000:600:200, ausgedrückt in kp/mm².

in Abb. 2 sind die KD-Diagramme für die gebräuchlichsten Fasern zusammengestellt, wobei der durchschnittliche Gradient des Kurvenlaufs in etwa ein Maß für den E-Modul darstellt.

Eine Baumwollfaser von 1,5 den ist wegen dieser Materialeigensdiäft fast doppelt so steif wie eine Nylonfaser gleidien Titers. Durch die Zusammenfügung von x Fasern zu einem Faden (Abb. 3) summieren

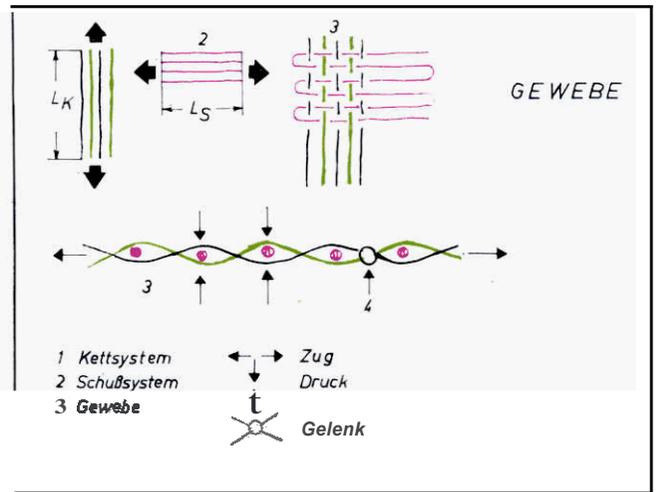


Abb. 5

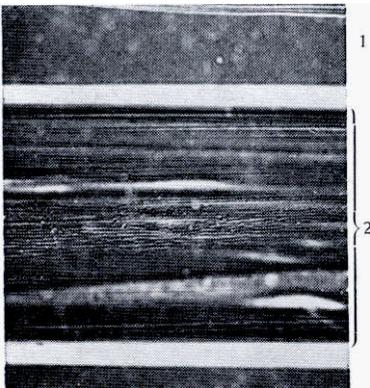


Abb. 4 a

1 = Faden, 2 = Borste

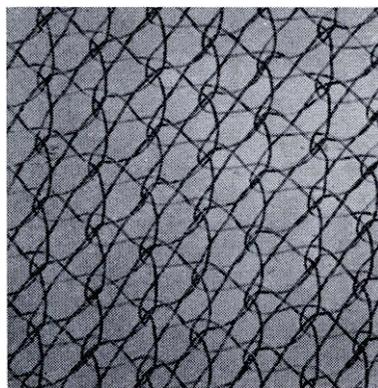


Abb. 4 b

sich — wenn in erster Annäherung der Reibungseinfluß durch die Garndrehung vernachlässigt wird — neben den Faserfestigkeiten (teilweise) audi die Einzelfasersteiiigkeiten der den Faden aufbauenden Fasern. Wären die Fasern bei der Fadenbildung zu einem Monofil gleidier Masse verschmolzen worden, dann wäre beispielsweise für einen Faden mit der Nm 6 die Biegesteiiigkeit über 1000mal größer geworden gegenüber dem gesponnenen Garn aus Einzelfasern mit den angenommenen 1,5 den.

Abb. 4a stellt einen solchen monofilen "Faden" einer Einzelfaser von 1,5 den ge-

genüber, und man erkennt, daß man aus ihm keinen Stoff, allenfalls ein weitmaschiges Geflecht machen kann, vergleiche Abb. 4b, das durchsichtig und nicht wärmend ist und als Hemd höchst unbequem wäre.

Verfolgen wir nun, in welcher Weise die verschiedenen Techniken von den besonderen Eigenschaften des Fadens beim Aufbau der Flächen Nutzen ziehen.

Zunächst das Gewebe (Abb. 5). Beim Webvorgang werden zwei Systeme an sich gleich langer Fäden beim Weben unlösbar untereinander verkreuzt und erzeugen eine feste Fläche mit gleichmäßig verteilter Faser-masse pro Flächeneinheit. Die spezielle Anordnung der Fadensysteme erlaubt darüber hinaus im Gewebe in den beiden Hauptrichtungen die Fasersubstanzfestigkeit bei Zugbeanspruchung optimal auszunützen, weil Faser und Garnachse bei Zugbeanspruchungen im Kraftfluß liegen. Darüber hinaus erhöht der bei Zug auftretende Druck auf das Gegensystem die innere Reibung und nützt bei partieller Beanspruchung das Gegensystem für die Lastaufnahme aus. Es liegt in der Eigenart der Gewebekonstruktion, daß durch den gegenläufigen Wechsel der Fäden eines Systems auf die Ober- und Unterseite an jedem Kreuzungspunkt quasi Gelenke auftreten, die ein leichtes Verbiegen der entstandenen Fläche ohne das Auftreten von wesentlichen Rückstellkräften ermöglichen.

Faserart, Faserdicke, Faserdrehung und Fadenabstand sind frei wählbar und damit das Wärmehaltvermögen, der Fall der Ware, ihre Festigkeit und Dichte. Ohne diese Eigenschaften wären biegsame, wasserdicht gewebte Stoffe nicht denkbar. Durch die

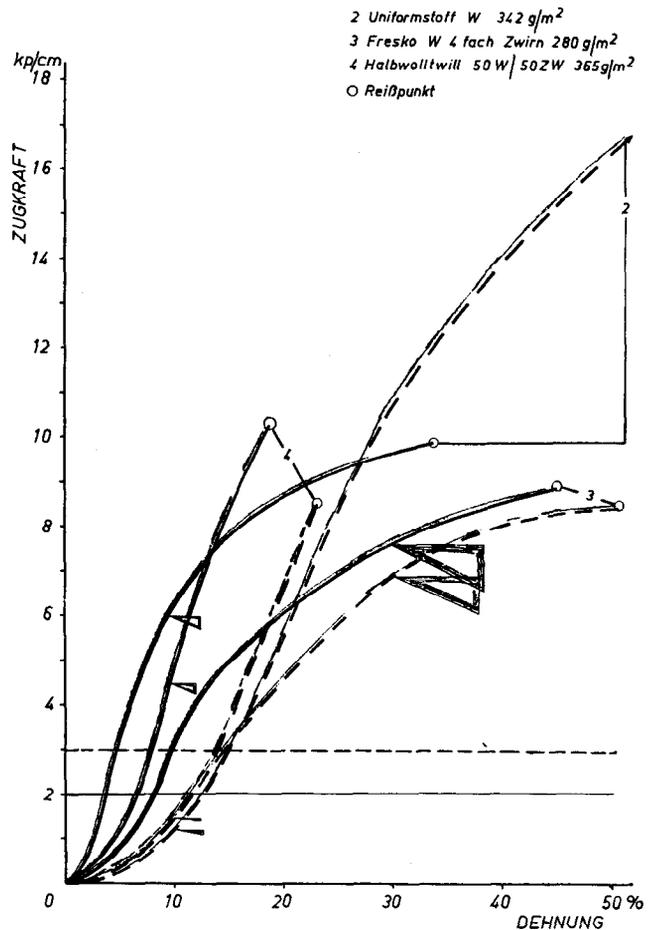


Abb. 7

spezielle Anordnung ist das Deckungsvermögen, gemessen an der eingesetzten Masse an Fasern optimal – das gleiche gilt für den gegenseitigen Schutz der Garne und damit der Fasern gegen äußere Einwirkung – durch die Verkreuzung der Fäden, weil der Einzelfaden und damit die Faser so auf kürzeste Entfernung eingebunden, im Verband sicher gehalten und nur auf ganz kurze Strecken dem Angriff von außen ausgesetzt ist, entsprechende Einstellung und Bindungswahl vorausgesetzt. Aus diesem Grunde lassen sich auch Kurzfasern zu strapazierfähigen, gebrauchstüchtigen Geweben verarbeiten.

In Verbindung mit Faserstoff- und Farbwahl ist die Mustermöglichkeit bei Geweben fast unbeschränkt groß.

Der Verlauf der KD-Linien von Geweben (Abb. 6), hier speziell von solchen aus Baumwolle, Polyamid und Polyester ist vom Null-Punkt ausgehend insofern verschieden von dem der Fasern (Abb. 2) als beim Gewebe, kenntlich gemacht durch den parabelförmigen Kurvenanstieg, zuerst der Aufwand für das Geradestrecken der Fäden, also ihre Verformung, aufgewendet werden muß, ehe die Fasersubstanz selbst auf Zug in Anspruch genommen wird. Es entstehen dadurch bei den Geweben größere Dehnungen, als sie der verwendeten Einzelfaser entsprechen würden.

Bei den Wollstoffen zeigt sich, abgesehen von der viel stärkeren Dehnfähigkeit, dasselbe Bild (Abb. 7).

Wie fest ein Gewebe mindestens sein muß, um noch als gebrauchsfähig gelten zu können, hat Dr. Sulser

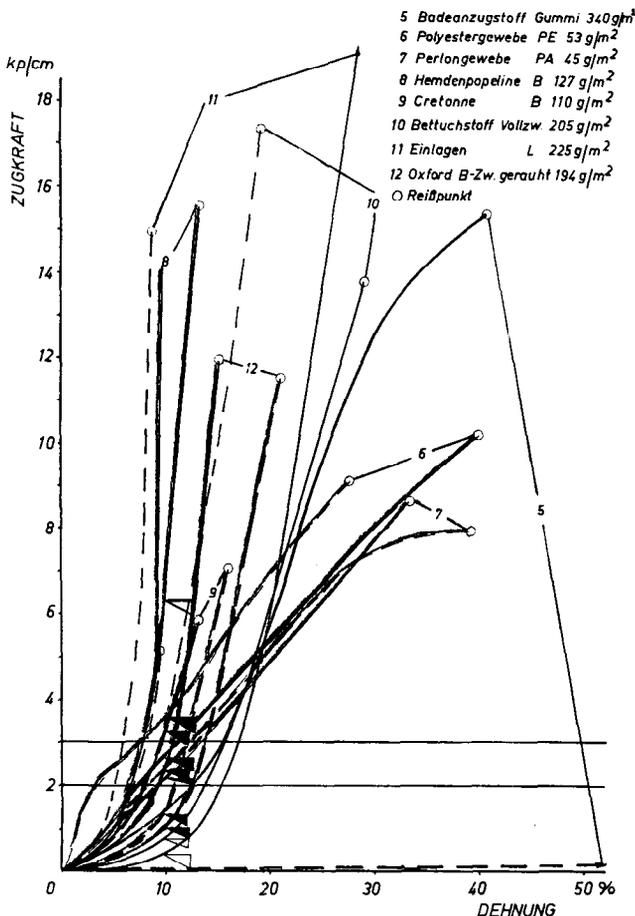


Abb. 6

in seiner Dissertation auf Grund von Studien an Hemdenstoffen dahin beantwortet, daß ein Gewebestreifen von 1 cm Breite mindestens 2 kg aushalten muß. Die 2-kg- und 3-kg-Linien wurden in die Diagramme eingezeichnet, um einen Maßstab zu geben und zu zeigen, daß jedes der getesteten Gewebe, die in den Grenzen zwischen 50 bis 350 g/m<sup>2</sup> liegen, im Neuzustand die Gebrauchsfähigkeitsgrenze um ein Vielfaches übersteigt, eine Folge der genialen, nicht übertriebenen Konstruktion der Gewebe für die Aufnahme von Zugkräften.

Die Problemstellung wird noch deutlicher, wenn man fragte, wieviel cm darf eine Hose im Gebrauch länger werden. Jeder würde antworten: gar nicht! Bei einer Hosenlänge vom Schuh bis Bund von 1 m ist „gar nicht“ keinesfalls mehr als 1/2 cm, also weniger als 1 0/0. Das bedeutet, weil die Hosen erfahrungsgemäß im Gebrauch nicht länger werden, erfährt die Ware bei der Tragebeanspruchung keine Längung, und die Zugfestigkeit der Substanz wird insofern, besonders wegen des Zuschnittes unserer Bekleidung, praktisch nicht in Anspruch genommen. Die Reserve gegenüber der Mindestfestigkeit ist riesig, daher das Formhaltevermögen. Wenn trotzdem so schwer konstruiert wird, so bedeutet das nicht nur Reserve, sondern gleichzeitig Wärme, Griff und ein längeres gutes Aussehen im Gebrauch.

Diese Aussagen gelten für alle Gewebe aus allen untersuchten Rohstoffen. Wenn die KD-Linien von Kette und Schuß, gekennzeichnet durch durchgezogene bzw. gestrichelte Linien, in sich mehr oder weniger große Abweichungen infolge unterschiedlicher Vorbeanspruchungen zeigen, so ändert das im Prinzip nichts. Wichtig für den Gebrauch ist die Verdehnung durch örtliche Vorbeanspruchung, wie sie beim Knien oder beim Sitzen eintritt. Hierfür ist das elastische Verhalten der jeweiligen Fasern von besonderer Bedeutung. Bei Dauerlastversuchen bei verschiedenen Dehnstufen wurden die entsprechenden Werte festgestellt. Dabei ist ein Stoff umso dehnfähiger, je länger die eingezeichneten Dreiecke und umso elastischer, je schmaler die Dreiecke ausfallen. Plumpere Dreiecke sind also ungünstig und typisch für irreversible unerwünschte Ausbeulungen an den gekennzeichneten Gebrauchsstellen der Kleidung.

Die Versuche haben ergeben, daß bei den Geweben bei niederen Dehnbeanspruchungen im Bereich von 1 bis 3 0/0 die Gewebe als vollelastisch bei allen Roh-

stoffen, die untersucht worden sind, angesprochen werden müssen. Größere Unterschiede treten erst bei Beanspruchungen über 10 0/0 auf, wobei die geprüfte Polyamidware sich neben den Wollwaren am günstigsten verhalten hat.

Stellen wir dem Verhalten der Gewebe das von Gestriken in ähnlichen Gewichtsklassen je Flächeneinheit gegenüber (Abb. 8), so zeigt sich, daß die Maschenware erst nach einer Verdehnung von 40 0/0 anfängt, in der Stäbchenrichtung Last aufzunehmen, obwohl die verwendeten Fasern und Garne nicht wesentlich andere sind als bei den vorgezeigten Geweben. Daraus geht hervor, daß das Kraft-Dehnungsverhalten von textilen Flächen in einem hohen Maße konstruktionsbedingt ist.

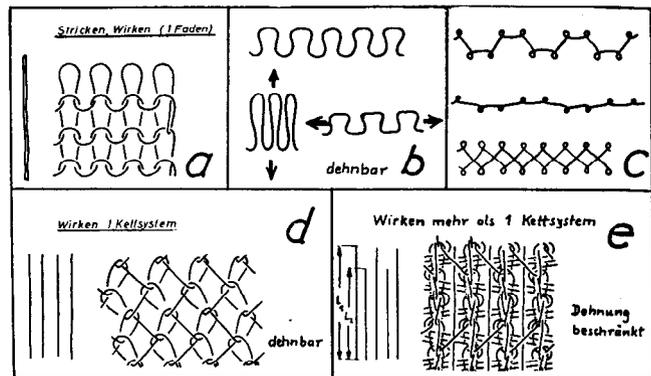


Abb. 9

Das Fadenmaterial wird im Gestrick (Abb. 9a) primär gar nicht auf Zug beansprucht, wenn auf das Gestrick eine Zugkraft wirkt, sondern auf Biegung (Abb. 9b), was ohne weitere Verändingung ist, wenn man bedenkt, daß die Fläche hier durch ineinandergehängte, räumlich gekrümmte Maschen gebildet wird, die, wie das Schema zeigt, in den beiden Hauptachsen durch Verformung der Maschen ein erhebliches Nachgeben erlauben. Durch die gleichzeitige Verwendung von ungleich langen Fadensystemen, wie es bei der Kettenwirkerei möglich ist (Abb. 9e), kann das stark dehbare Verhalten zumindest in einer Richtung teilweise blockiert werden, wie bei dem geprüften Perlon-Woll-Oberstoff oder bei der Nyltest-Qualität. Man erhält KD-Linien (Abb. 10), die in einer der Hauptachsen bei den Geweben anschließen und dementsprechend auch ein ähnliches Formhalte- und Stehvermögen bei den in Frage kommenden, relativ geringen Beanspruchungen in Aussicht stellen.

Der Faden wird, wie schon betont und wie sich leicht zeigen läßt, bevorzugt auf Biegung beansprucht und nicht auf Zug. Man braucht deshalb für Maschenwaren, besonders wenn ihre elastische Eigenschaft in Anspruch genommen wird wie bei Pullovern und ähnlichen Dingen, besonders biegeelastische Garne, wobei diese Eigenschaft beispielsweise durch Quellvorgänge beim Waschen nicht verloren gehen darf (Abb. 9c). Die Masche legt sich sonst flach und der entsprechende Artikel verliert seine Façon völlig. Man kann aus solchen Fasern ein gewebtes Hemd, aber eben keine Trikotwäsche machen.

Für synthetische Garne gilt für die Größe des unelastischen Anteils entsprechendes. Er sollte für dehn-

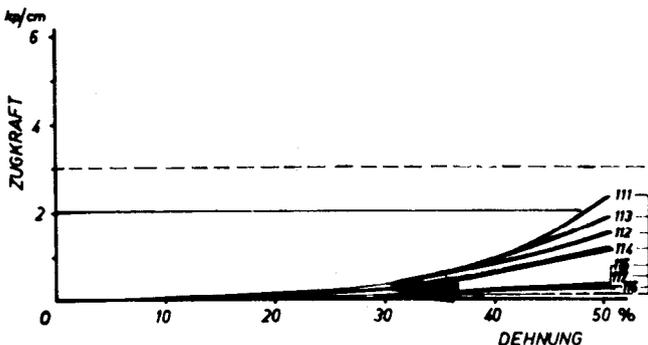


Abb. 8

111 Wevenit W 220 g/m<sup>2</sup> 112 Jersey W 237 g/m<sup>2</sup> 113 Interlock W 405 g/m<sup>2</sup>  
 114 Fanggestrick B 260 g/m<sup>2</sup> 115 Diolen loft Gestrick PE text. 175 g/m<sup>2</sup>  
 116 Baanlon Gestrick PA text. 112 g/m<sup>2</sup> 117 Helanca-Set Gestrick PA text.  
 110 g/m<sup>2</sup>

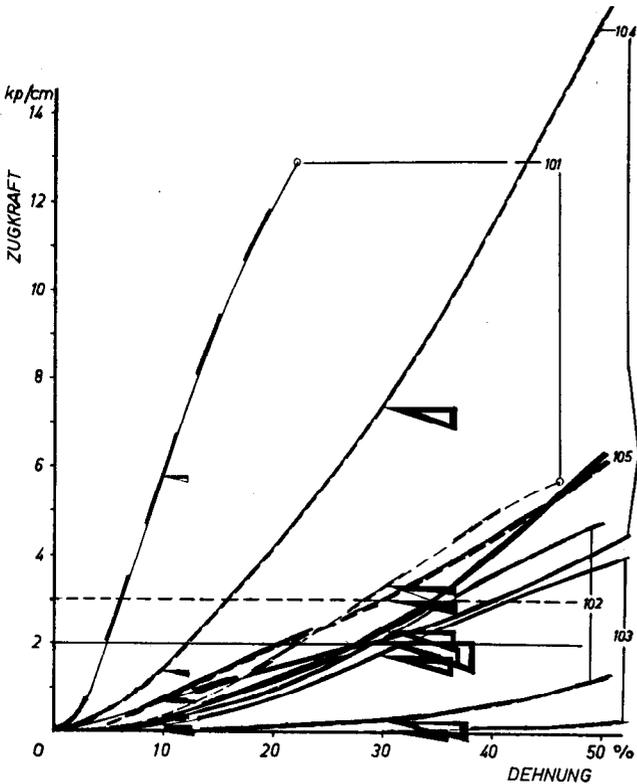


Abb. 10

101 Oberbekleidungsstoff W/PE 218 g/m<sup>2</sup> 102 Rohstoff PA 99 g/m<sup>2</sup>  
 103 Charmeuse PA 77 g/m<sup>2</sup> 104 Nyltest PA 103 g/m<sup>2</sup> 105 Wirkvelour  
 PA 300 g/m<sup>2</sup>  
 ○ Reißpunkt

fähige Maschenwaren möglichst gering sein. Manche Materialien, besonders die thermoplastischen Chemiefasern, erlauben das biegeelastische Verhalten der Maschen durch Aufprägung einer Torsionsspannung im Faden vor der Verarbeitung noch bedeutend zu steigern und insofern das Material selbst stärker auszunützen. Von dieser Eigenschaft wird beispielsweise bei Stützstrümpfen Gebrauch gemacht, und man er-

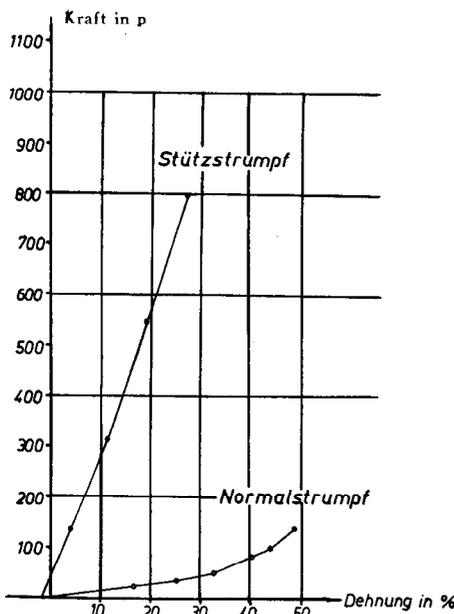


Abb. 11

kennt die Wirkung an dem KD-Verhalten (Abb. 11) beim Vergleich eines Stützstrumpfes mit einem gewöhnlichen Strumpf, selbst unter Einbeziehung des Titerunterschiedes, in augenfälliger Weise.

Aus all dem ist zu erkennen, daß die Maschenware etwas anders ist als die Webware und nur insofern vergleichbar, wie man Äpfel und Birnen vergleicht. Die Stärke der Maschenware ist die elastische Dehnbarkeit, ihre geringe Biegesteifigkeit und ihr großes Wärmehaltevermögen durch die Fadenlegung unter Verwendung voluminöser, gesponnener oder texturierter Garne. Wegen der Maschenform kann ein Gestrick grundsätzlich nicht die Dichte eines Gewebes erreichen (Abb. 5 u. 9); die relative Luftdurchlässigkeit ist größer und erklärt mit die Beliebtheit dieser Warenart für Sportbekleidung. Für die Aufnahme von Zugkräften ist sie ungeeignet. Für gleiches Deckvermögen, z. B. bei synthetischen Wäschestoffen, ist sie gegenüber Geweben materialmäßig im Nachteil. Was die Herstellung betrifft, so zeigt sie gegenüber dem Gewebe erhebliche Vorteile. Das Vorwerk ist einfacher, Schlichten und Entschlichten entfällt, Schußspulen sowie Schuhschalen samt allen damit zusammenhängenden Fragen sind kein Problem. Die Erzeugnisse können häufig ohne oder nur mit geringem Aufwand weiterverarbeitet und konfektioniert werden, und der Arbeitsgang selbst erscheint dem Betrachter und gemessen in Quadratmetern erzeugter Ware je Zeiteinheit ungleich günstiger als bei der Webmaschine.

Maschenwaren für Oberbekleidung wirken aus den angegebenen geometrischen und materialbedingten Gründen weniger formstabil und daher salopper, aber auch bequemer als entsprechende Gewebe.

Die Strickmaschine — rund oder flach — bindet den Faden am kürzesten Weg ein, ohne daß er zu sehr strapaziert wird oder sich fasermäßig dabei am Nachbarfaden engagieren kann. Die Kettenwirkmaschine mit ihren Legeschienen und langen Fadenbahnen vom Kettbaum bis zur Nadel ist diesbezüglich ungünstiger und verlangt glattere und festere Garne. Der Aufschwung der Kettenwirktechnik geht deshalb parallel mit der Entwicklung der endlosen und texturierten Chemiefäden und hätte ohne diese niemals seine heutige Blüte erreicht. Das gilt vor allem für die Artikel, für die feine und feinste Garne bei entsprechenden Teilungen in Anwendung kommen.

Der Nähwirkvorgang (Abb. 12, dem Arachne-Prospekt entnommen) erinnert an die Kettenwirktechnik.

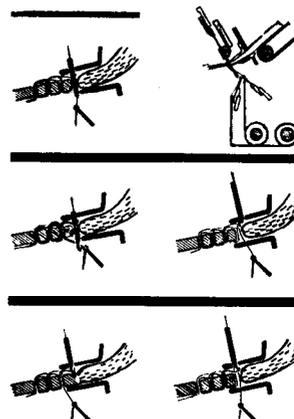


Abb. 12

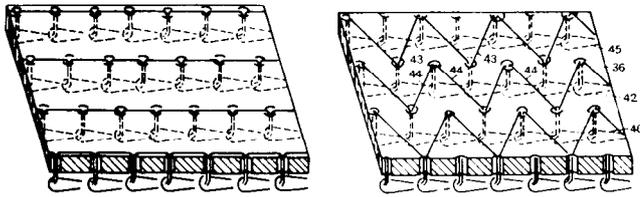


Abb. 12 a

**Kettenstichnaht, Prinzipschema**  
 Ausgehend von der Erfahrungstatsache, daß defekte oder brüchige Webware durch Übernähen mit parallelen Nähmaschinennähten wieder gebrauchstüchtig gemacht werden kann, wurden Maschinen konstruiert, die es ermöglichen, lose aufeinandergelegte Schuß-Kettfadensysteme oder Faservliese durch eine Vielzahl von Nähten zu einem festen, zusammenhängenden Gebilde zu verbinden. Als geeignetste Stichart hat sich diese Kettenstichnaht erwiesen (nur 1 Faden notwendig)

**Verriegelte Kettenstichnaht**  
 Um die Kettenstichnaht unauffrennbar zu machen, werden die einzelnen parallelen Nähte auf der Maschen-seite zur sogenannten „verriegelten Kettenstichnaht“ miteinander verbunden.

Es werden auch ähnliche Arbeitselemente verwendet, aber die textile Fläche wird im Gegensatz zum Weben und Wirken bzw. Stricken nicht aus Fäden unmittelbar hergestellt, sondern eine vorgebildete Fläche von Fasern, Fäden, Web- oder Wirkwaren wird durch eine Vielzahl parallel arbeitender Arbeitselemente mit einer entsprechenden Anzahl von parallelen Kettenstichnähten in Längsrichtung versehen (Abb. 12a).

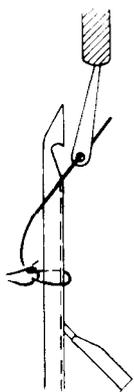


Abb. 13

**Malimo**  $n = 950 \text{ U/min}$

schematisiert

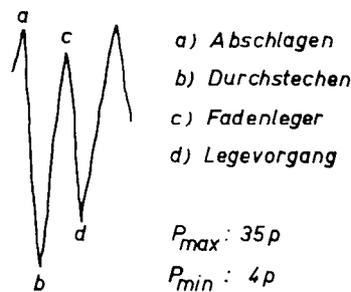


Abb. 13 a

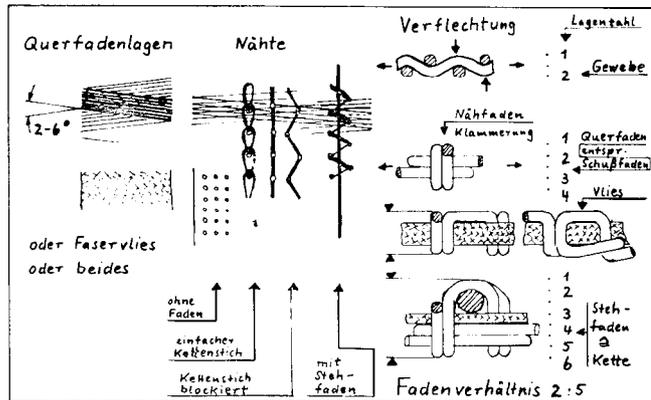
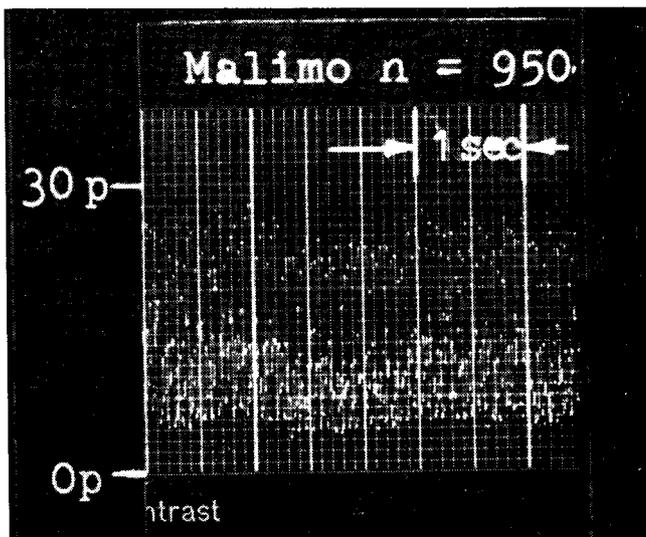


Abb. 14

Der Warenaufbau geschieht nach Abb. 14 in der Weise, daß der Fadenleger unter einem Verkreuzungswinkel von  $2-6^\circ$  Scharen von parallelen Fäden in gemäßigtem Tempo und fast spannungslos quer zur Laufrichtung in Warenbreite legt, sodaß an dieses „Schuß“-Material fast keine Festigkeitsanforderungen gestellt werden. Es ist deshalb möglich, fast jedes Material, zum Beispiel auch Glasfaserlunten, Zweizylindergarne oder aufragende Frottée- und Loopgarne zu verwenden. Diese Fadenlagen können noch durch ein Faservlies, ein Gewirke oder ein Gewebe abgedeckt sein. Diese Vorlage wird nun in der oben beschriebenen Weise mit einem einfachen oder blockierten Kettenstich, der im Gegensatz zum ersteren nicht aufziehbar ist, vernäht. Wird mit der zickzackförmig verlaufenden blockierten Kettenstichnaht, die wirktechnisch einer Trikotlegung entspricht, gearbeitet, so kann in Längsrichtung in jeder Naht ein Stehfaden mitgeführt und eingenäht werden, der eine besondere Verstärkung ergibt und die Längsdehnung der Ware entsprechend seiner eigenen auf ein Minimum beschränkt. Für technische Artikel, zum Beispiel für lange Transportbänder, kann das gegenüber Geweben ein Vorteil und von Bedeutung sein.

Wie aus dem Schema hervorgeht, werden im Gegensatz zum Gewebe die Querfadenlagen durch den Nähfaden nicht verflochten, sondern nur umklammert. Das bedeutet prinzipiell, besonders aber bei geringhaltener Nähfadenspannung, eine geringere innere Verfestigung gegenüber der Webware. Es wird bei weitem nicht die Materialausnützung erreicht – ganz



13 b

allgemein gesprochen – wie beim Gewebe. Man zählt in der Schema-Skizze 4, mit Stehfaden 5, mit Vlies 6 Lagen gegenüber 2 beim Gewebe, das bedeutet für die Nähwirkware bei gleichem Gewicht pro Quadratmeter die Verwendung feinerer Fäden. Diese sind zudem gekreuzt bzw. geschichtet, so daß bei gleichem Gewicht pro Flächeninhalt ein geringeres Deckungsvermögen und weniger Griff bzw. Stand der Ware erreicht werden, und zwar von der Konstruktion her, also grundsätzlich.

Verarbeitete Waren für Oberbekleidung, soweit sie vorliegen, sind folgerichtig zu dem Vorhergesagten im Gewicht pro Quadratmeter schwerer gehalten als es bei Geweben für den gleichen Zweck sonst üblich ist. Für Damenmantelstoffe werden 700 bis 815, für Damenkostümstoffe 500–700, für Kleiderstoffe 400 bis 450 g/m<sup>2</sup> eingesetzt. Sollen die Waren deckend sein, so braucht man mindestens 280 g/m<sup>2</sup>. Einwandfrei deckende, formstabile Gewebe können dagegen bekanntlich mit sehr viel weniger Materialeinsatz/m<sup>2</sup> hergestellt werden.

Besonderes Interesse verdienen die Versuche, mit dieser Technik vorgebildete Vliese zu übernähen und auf das Schußgarn ganz zu verzichten. Natürlich müssen dann die Nähte viel dichter liegen, weil von ihnen der ganze Halt ausgeht. Dabei benötigt man für 1 m Naht ungefähr 3,7–4 m hochwertigen Nylonfaden. Man kann die oben beschriebenen vorgeformten Vliese auch ohne Faden, nur mit der Nadel, vernähen und bekommt dann eine verdichtete, durch die eigenen Fasern vernadelte Watta, zum Beispiel für Polsterzwecke, die aber gegenüber äußeren Einwirkungen nicht widerstandsfähig ist.

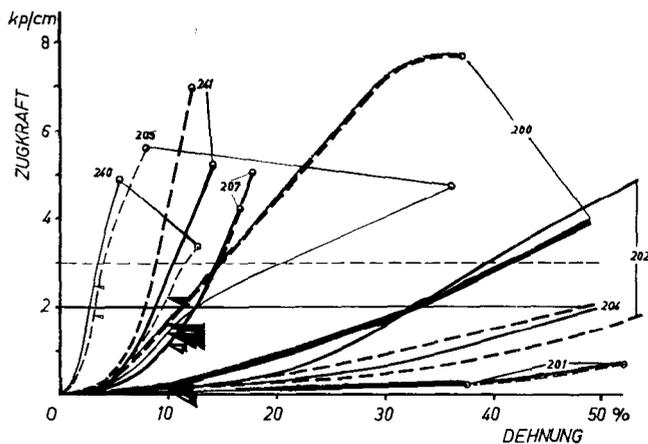


Abb. 15

200 Maliwatt Visk./ZW 280 g/m<sup>2</sup> 201 Maliwatt ohne Faden Visk. 143 g/m<sup>2</sup>  
 202 Maliwatt B-Abfall 280 g/m<sup>2</sup> 204 Malipol B 554 g/m<sup>2</sup> 205 Malimo B 223 g/m<sup>2</sup>  
 207 Malipol B 345 g/m<sup>2</sup> 240 Malipol B 246 g/m<sup>2</sup> 241 Frottiergewebe B 448 g/m<sup>2</sup>  
 ○ Reißpunkt

Die KD-Linien von Nähwirkwaren (Abb. 15) zeigen, daß die ohne Faden verdichteten Vliese völlig ungenügend sind, aber auch mit Faden ist der Widerstand gegen Verdehnung zu gering. Bei der 280 g/m<sup>2</sup> schweren Nähvliesware deutet Größe und Form des Dehndreiecks gegenüber dem von Geweben darauf hin, daß mit Sicherheit irreversible Ausbeulungen und Überdehnungen nach kurzem Gebrauch erwartet werden müssen. Das ist auch der Grund, weshalb man diese Nähvlieswaren gerne mit längeren Fasern – 200 bis 300 mm – machen möchte, um die innere Reibung zu

erhöhen, wobei man hofft, mit dieser Technik dann im Warengewicht bis auf 140 g/m<sup>2</sup> heruntergehen zu können.

Das Verfahren ist technisch ohne Zweifel den Kinderschuhen entwachsen und dürfte für bestimmte Massenartikel, besonders technischer Art, seinen Platz finden. Das gilt besonders für Glasfasermatten, Isoliergaze, auch Dekorstoffe. Das Verfahren kann mit Erfolg zur Herstellung von Kunstleder eingesetzt werden, für das bisher bevorzugt Gewebe und Gewirke verwendet worden sind.

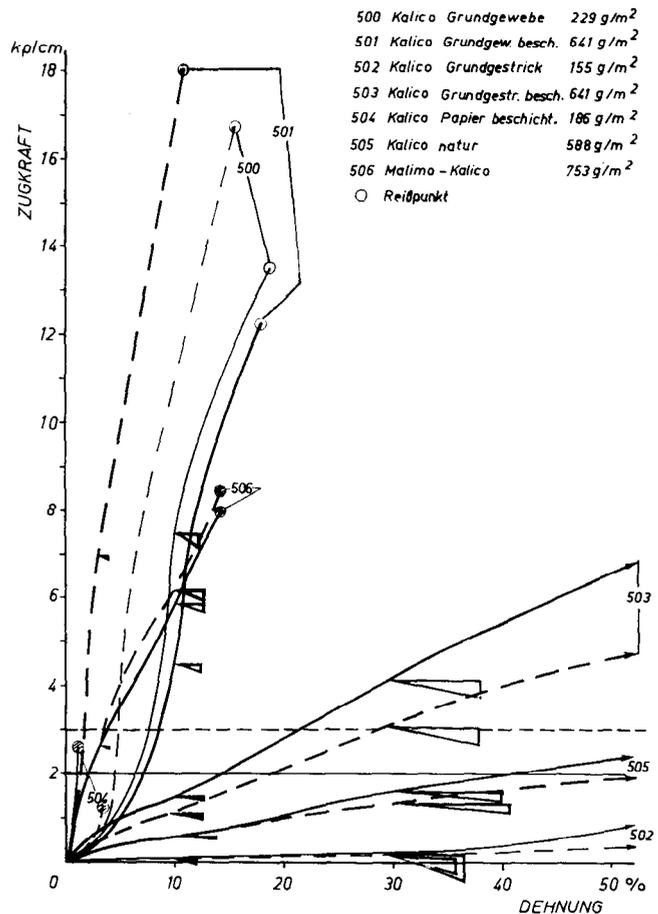


Abb. 16

Bei der Prüfung hat sich ergeben (Abb. 16), daß das Nähwirkkunstleder mit 753 g/m<sup>2</sup> im KD-Diagramm der Tendenz nach bei den Gewebekunstledern liegt, aber trotz 100 g/m<sup>2</sup> mehr Flächengewicht noch nicht die halbe Festigkeit von jenen erreicht. Ob sich das Mehrgewicht auf Garn oder Kunststoff bezieht, wurde nicht nachgeprüft. Das Verhalten bei einer Dauerstandsprüfung von 10 Stunden mit anschließender Entlastung während 12 Stunden ergab eine recht gute elastische Erholung, die der von Geweben oder Gewirken nicht nachstand.

Das Nähwirkverfahren erlaubt durch Benähen eines besonderen Trägergewebes Polwaren herzustellen, also einseitige Schlingenwaren, die gegenüber Frottiergeweben praktisch schlingenfest und einseitig rauubar sind (Abb. 17). Gewichtsmäßig liegen diese Waren im Rahmen der Frottierstoffe richtig. Der Polfaden ist an kein bestimmtes Material gebunden. An Stelle des Gewebes können als Träger auch nur die vom Schußfadenger vorgebildeten quergelegten Fäden dienen, even-

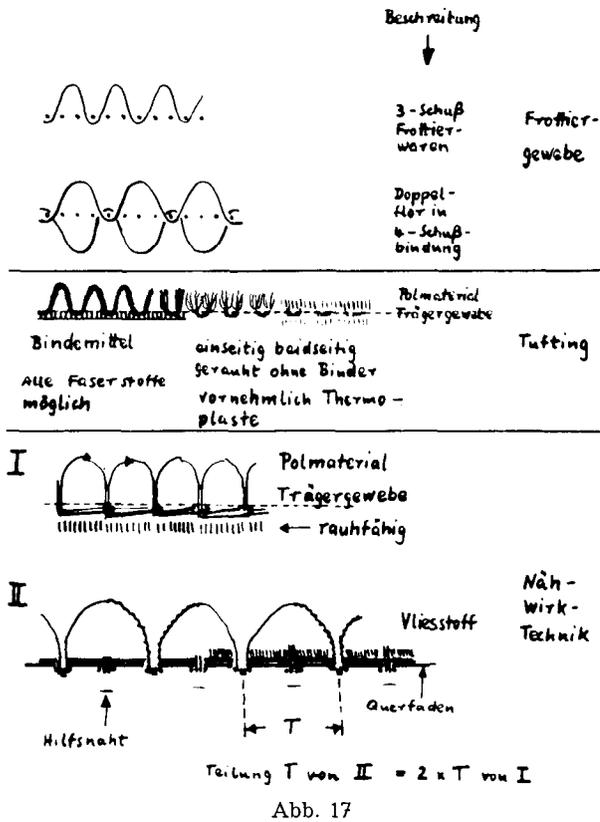
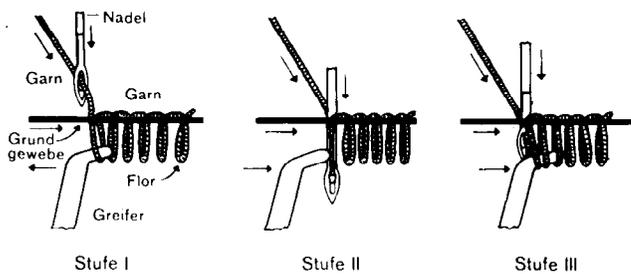


Abb. 17

tuell verstärkt durch eine weitere Vliesschicht. Hier scheint für diese Technik eine gute Chance zu liegen, auch gegenüber den leichten, getufteten Waren, besonders wegen der größeren Freiheit bei der Faserwahl.

Während sich die Tufting-Technik auf dem Teppichsektor einen festen Platz gesichert hat und inzwischen auch mustermäßig sehr interessante Dinge auf den Markt bringt, ist das bei den leichten, nach der Tufting-Technik hergestellten Decken mit 500–600 g/m<sup>2</sup> noch nicht in dem Maße der Fall.



PRINZIPSHEMA FÜR DIE HERSTELLUNG VON SCHLINGENFLOR

Abb. 18

Der besonders einfache Polfadeneintrag durch eine Nadel ist bekannt (Abb. 18). Aber bei den leichteren Flächengewichten für Decken ist die dauerhafte Fixierung des Tufts schon schwieriger und erfordert, besonders für doppelseitig gerauhte Artikel, aber auch für einfache Florwaren, zum Beispiel Imitatpelze, eine sehr erfahrene Ausrüstung und thermisch verformbare bzw. fixierbare Fasern längeren Stapels. Das bedeutet eine Einschränkung für die Ware – von der Faser

her gesehen eine fast ausschließliche Verwendung von Chemiefasern.

Bei getufteten Dekorstoffen ist eine Fixierung durch rückwärtiges Gummieren und Vulkanisieren möglich und im allgemeinen nicht störend, aber durch die Begrenzung der Nadelteilung, der Materialwahl, der zulässigen Polfadenstärke, vom Muster ganz abgesehen, scheinen den Möglichkeiten gegenüber der Nähwirktechnik engere Grenzen gesetzt zu sein.

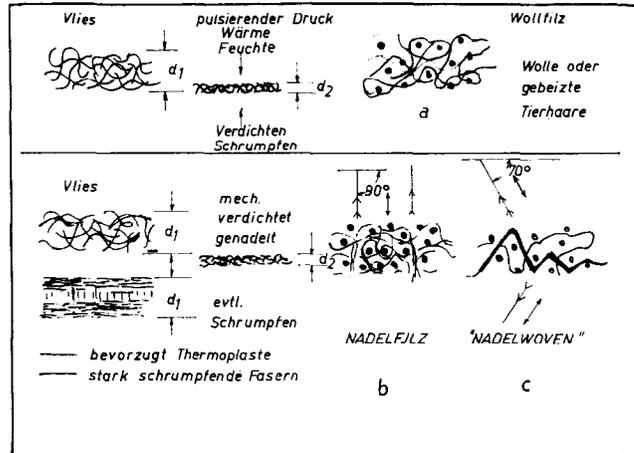


Abb. 19

Als Vorbild für die Nadelvlies-Technik kann man das Wollfilzen ansehen, bei dem ein Wirrfaservlies (Abb. 19a) durch pulsierenden Druck, Wärme und Feuchte von der Dicke  $D_1$  auf  $D_2$  verdichtet und gleichzeitig durch einen Walk- und Filzvorgang geschrumpft wird, wobei Faser gegen Faser in der Idealvorstellung wahllos und gleichmäßig verschlungen wird, sodaß bei einer Zugbeanspruchung durch die auftretenden Abstützkräfte zwischen den Fasern die innere Reibung so anwächst, daß die wirksam werdende Außenkraft bis zu einem bestimmten Grad ohne Deformation der Fläche oder Auflösung ihres Gefüges aufgenommen werden kann.

Mit dieser seit langem bekannten Technik war es mit Wollfasern und nur mit diesen möglich, aus Fasern allein unter Umgehung des Spinnvorganges eine für viele Zwecke brauchbare textile Fläche zu erzeugen. Die neu aufgekommene Nadelvlies- oder Nadelvlies-Technik stellt einen gelungenen Versuch dar, das Prinzip der Faserverschlingung durch geeignete technische Mittel auch auf andere Fasern, bevorzugt Chemiefasern, zu übertragen. Es wird zunächst ein Wirrfaservlies oder ein geschichtetes Vlies aus einer oder mehreren Faserkomponenten erzeugt (Abb. 19b), mechanisch durch Pressen und Vernadeln ein- oder beidseitig verdichtet, wobei im gepreßten Zustand Fasern des Vlieses selbst durch geeignete Nadeln durch die Vliesmasse gestoßen werden.

Die erreichten Verbindungen sind, wie die Vergrößerung zeigt, noch nicht ideal (Abb. 20). Von einer gleichmäßigen Verschlingung Faser gegen Faser wie beim Filz kann noch keine Rede sein.

Chatham geht in seiner Anordnung noch einen Schritt weiter (Abb. 19c). Er stellt die Nadeln schräg und läßt sie nicht senkrecht, sondern unter einem Winkel von 70° einstecken, so daß theoretisch eine Faser

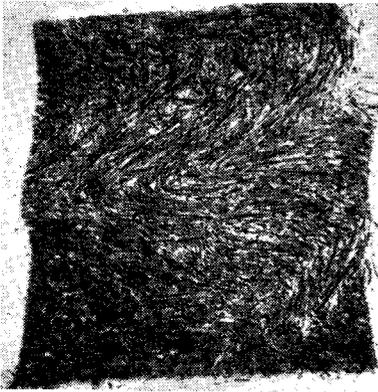


Abb. 20

die Chance hat, mehrfach mechanisch durch die Nadeln der beidseitig angeordneten, gegenläufig bewegten Nadelbretter erfaßt und in das Vlies eingeschleift zu werden.

Aus der Nadelfilztechnik ist eine Fiberwoven-Technik geworden. Bei den ersten Produkten dieser Art arbeitete man noch mit Gewebe- oder Fadeneinlagen für Halt und Transport der Fasern während der Herstellung, aber es soll jetzt bereits Decken aus Acrylfasern geben, die ohne ein solches Gerüst auskommen. Es handelt sich hier um einen sehr interessanten Vorstoß, zunächst für einen ganz speziellen Zweck, dessen Weiterentwicklung größte Beachtung verdient.

Wenn es gelingen würde, auf irgendeinem Weg mechanisch wirklich einen Großteil der Fasern in statistisch einwandfreier Weise gleichmäßig miteinander und untereinander zu verschlingen und für den Zusammenhalt nur Reibungskräfte zu mobilisieren wie beim echten Filz, dann wäre das technologisch ein bedeutender Fortschritt. Zunächst scheinen diese Versuche nur bei schweren Artikeln, zum Beispiel Decken, unter Verwendung reißfester thermoplastischer Fasern mit gleichmäßigem Stapel größerer Länge, also bevorzugt Chemiefasern, eine Erfolgchance zu haben.

Da leider bisher keine Original-Fiberwoven-Decke erhältlich war, kann über den erreichten Grad der Vernadelung und die Haltbarkeit des Flors ebenso wenig eine Aussage gemacht werden wie über ihre Formhaltigkeit beim Reinigen. Es wurde auch nicht bekannt, ob über den mechanischen Prozeß hinaus noch eine thermische Fixierung der Fasern in ihrer neuen Lage vorgesehen und notwendig ist. Die Produktion der Maschine soll 300 m pro Stunde betragen, und es wird angegeben, daß eine Maschine in drei Schichten im Jahr 600 000 Decken herstellen kann.

Mit diesen Zahlen wird ein Problem sichtbar, das mit den große Massen erzeugenden Textilmaschinen im besonderen aufzukommen pflegt. — 1964 sollen von den Decken nach der Fiberwoventechnik oder Nadelfilztechnik 3 Millionen Stück in USA abgesetzt worden sein, das heißt bei 190 Millionen Einwohnern hat jeder 63. eine solche Decke gekauft. In der Schweiz kauften, wenn die Information stimmt, 5 Millionen Einwohner im gleichen Zeitraum 450 000 Decken — das heißt, es fiel auf jeden elften Schweizer Bürger ein Deckenkauf.

Wenn angenommen wird, daß diese Zahl verhältnismäßig groß und schwer steigerbar ist und wenn man

weiter annimmt, daß in Zukunft die Hälfte aller Schweizer sich entschließen würde, nur noch nadelgewebte Einheits-Acrylnitril- oder Zellwolldecken zu kaufen, dann wäre eine Fertigungsstraße bei einer Schicht in der Lage, den Jahresbedarf der Schweiz voll zu befriedigen. Bei dem Preis für eine solche Anlage mit dem notwendigen know-how in Verbindung mit den doch sehr beschränkten Variationsmöglichkeiten, soweit es Faserstoff, Gewicht pro Quadratmeter und Dekor betrifft — von technischen Unzulänglichkeiten ganz abgesehen — scheinen mit diesem Verfahren doch einige Risiken verbunden zu sein.

Ein korrekter Kostenvergleich zwischen den bisher genannten Verfahren unter Einbeziehung der Vorstufen und der für die Fertigstellung notwendigen Nacharbeit ist ohne genaue Unterlagen aus der Praxis sehr schwierig, wenn nicht unmöglich. Es wurde deshalb versucht, wenigstens die Rohstoffkosten für die verschiedenen Techniken in den für sie zugänglichen Gewichtsbereichen zu schätzen.

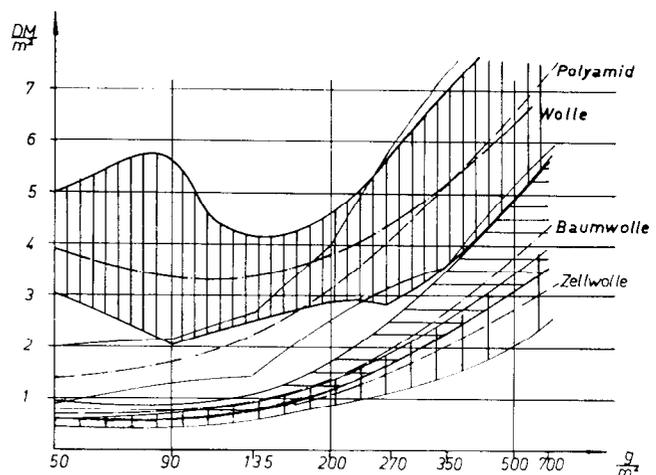


Abb. 21

Nach Abb. 21 ergeben sich für Gewebe im Bereich von 50 bis 1000 g/m<sup>2</sup> einander berührende und überschneidende Preisfelder, je nach Rohstoffart, Garn- und Zwirnstärken.

Der Materialeinsatz bei der Nähwirktechnik unter Verwendung von gleichwertigem Material kann, da die Garnnummern feiner sein müssen, nur teurer sein. Da aus Gründen der Flächendeckung in vielen Fällen für den gleichen Endzweck mehr Einsatzgewicht gewählt werden muß, wird das Preisverhältnis noch ungünstiger. Die Teilverwendung von billigem Grundmaterial kann zwar den Preis, aber nicht die Qualität ausgleichen.

Für Nähvliese besteht eine Preischance gegenüber Wolle und Synthetic-Artikeln, aber nicht gegen Baumwolle und Zellwolle. Tragverhalten und Dauerhaftigkeit bleiben dabei noch problemvoll.

Auch das Tuften bringt, hier bezogen auf mittlere Gewichte pro Quadratmeter, unter Ausgliederung der Teppiche vom Material her gegenüber Geweben nichts bei billigen Rohstoffen. Chancen bestehen, wenn der Flor in beiden Fällen aus synthetischem Material gewählt wird.

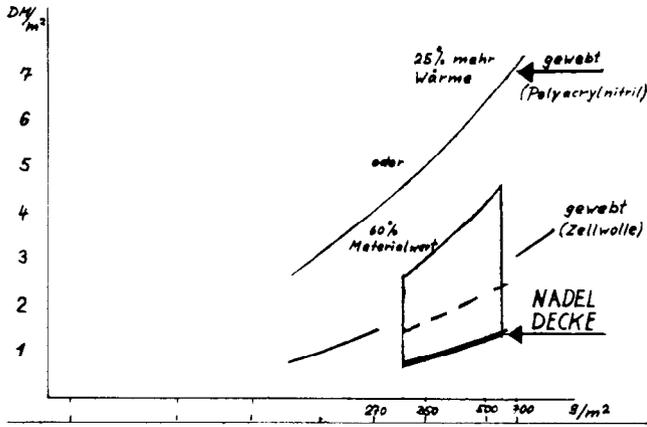


Abb. 22

Die Nadelwebtechnik (Abb. 22) liegt, da sie auf Faden oder Zwirn als Vormaterial verzichtet und nur Fasern verwendet, relativ am günstigsten. Der Materialpreisunterschied zur Webware mag bis zu 30% betragen und das wäre bei den hohen Preisen für synthetisches Material ein starker Anreiz, wenn, ja wenn das Produkt sich, gemessen an einer Webware, bewährt.

Zwar sagt der Hersteller bereits von der genadelten Zellwollware mit Traggerüst „It's warmer, it's loftier, it's stronger, it's shrinkless, it last longer, it outperforms any ordinary blanket you ever knew“, aber man sollte die technischen Schwierigkeiten bei der Herstellung, die dabei auftretende Strapazierung von Nadeln und Fasern, die einwandfreie Einbindung der Faser und die so besonders wichtig werdende gleichmäßige Fasergewichtsverteilung pro Flächeneinheit in ihrer Auswirkung nicht unterschätzen – von der beschränkten Mustermöglichkeit gar nicht zu reden.

Überhaupt, die technisch bedingten Risiken bei den behandelten neueren Techniken können nur angedeutet werden. Sie werden beim Tuften wohl kleiner sein als bei den Nähwirk-, Nadelfilz- und Nadelweb-Verfahren, Nadelverbiegungen und Nadelschäden müssen mit feiner werdenden Teilungen zunehmen, die Reparaturfähigkeit der Waren nimmt dabei ab, die zweite Wahl und der Ausschuß dementsprechend zu.

Die Nähwirktechnik, die Nadelfilztechnik und die Nadelwebtechnik haben uns an die Grenze geführt, an der die Vliesstofftechnik beginnt. Bis hierher werden die Einzelfasern nur durch Reibung gehalten und sie können im einzelnen in ihrer Feinheit und Weich-

heit als textile Grundzellen wirksam werden. Als Übergang zu den eigentlichen Vliesstoffen kennt man ein- oder beidseitig oberflächengeleimte Vliese oder Watten, die bevorzugt Polsterzwecken dienen und keiner Zug- oder Scheuerbelastung gewachsen sind. Ich erwähne sie nur, weil von ihnen der Weg direkt zu den gebundenen Vliesstoffen führt.

Vliese oder Watten (Abb. 22a) können aus Fasern in Wirrlage oder aus Fasern mit einer Vorzugslage und geschichtet aufgebaut sein. Die Faserzusammensetzung, dem Rohstoff nach, kann ein- oder mehrphasig gewählt werden, ebenso Faserlänge, Dicke, chemisches oder thermoplastisches Verhalten.



Abb. 22 b

Der Vliesstoff entsteht durch die Herstellung einer Verbindung zwischen den einzelnen Fasern im Wattenverband, vergleiche Abb. 22b. Das kann durch Bindemittel, die durch Schaumimprägnierung, partielles Bedrucken, Foulardieren oder Tauchen aufgebracht werden, oder auch thermisch durch entsprechende Faserwahl oder mit Hilfe von Fibrillen oder Bindepuder, die unter Wärmeeinwirkung und Druck schmelzen und die Verbindung zwischen den Fasern herstellen, ge-



Abb. 22 a

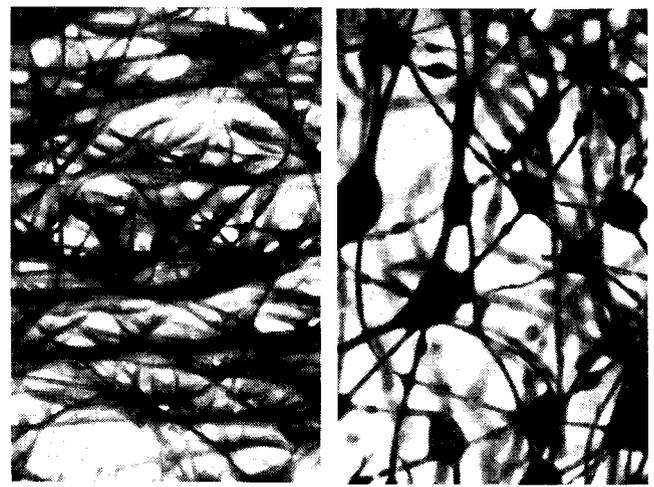


Abb. 23

Abb. 24

schehen oder die Bindung erfolgt chemisch durch teilweises Anlösen und Wiederausfällen der Fasersubstanz. Eine entsprechende Verdichtung durch mechanische Einwirkungen kann mit der Vliesbindung verbunden sein (z. B. Kalandern, Nadeln, Nähen).

Das Unterscheidende zu allen vorangegangenen Techniken ist die Schaffung von festen Verbindungen zwischen den Fasern (Abb. 23/24), die deren Bewe-

gungsfreiheit aufheben, sodaß ein räumliches Tragwerk entsteht (Abb. 25), das auf Biegung, Zug oder Druck belastbar ist und dessen Steifheit und Festigkeit primär nicht mehr von der Faser und ihren Eigenschaften, sondern von dem Bindemittel und den verwendeten Weichmachern vorzugsweise abhängig ist, wobei die Bindemittel zwischen 50 und 300 % der Fasermasse ausmachen können und entsprechende Variationen im Griff zulassen. Es ist ein neues, anderes Material ent-



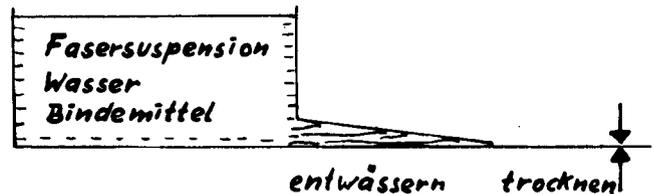
Abb. 25

standen – es gibt keine schmiegsame und biegsame Einzelfaser mehr, die Griff und Fall bestimmt. Das neue Material kann sehr dünn und in sehr niedrigen Gewichten pro Quadratmeter hergestellt werden und ist durch seine Flächensteifigkeit, gegebenenfalls Sprungelastizität, geringen Luftdurchflußwiderstand, und hervorragende Filterfähigkeit ausgezeichnet.

Die Substanz der Faser kann bei der Sprungelastizität zur Geltung gebracht werden, sonst sind die Fasern im wesentlichen Gerüst.

Man weiß, daß diese Produkte, die erst durch die Entwicklung der Chemiefasern möglich geworden sind, besonders in Verbindung mit anderen Textilien zum Versteifen, zum Stabilisieren und als Kunstharzträger oder als Filter äußerst interessante Einsatzmöglichkeiten finden. Aber sie haben den Charakter des Textils wegen der Einbettung der einzelnen Fasern in Bindemittel oder auf chemischem Wege anstelle der Anwendung von Reibung allein im Sinne des Ausgeführten verloren.

Während der Faserverbundstoff bei der Faserwahl eine große Freiheit zuläßt und damit eine Unzahl von Varianten möglich macht, ist der Rahmen beim letzten Produkt, das betrachtet werden soll, beim Papier, sehr viel enger gesteckt. Man verwendet Zellulosefasern



Faserlänge: 1-12 mm maximal

Abb. 26 a

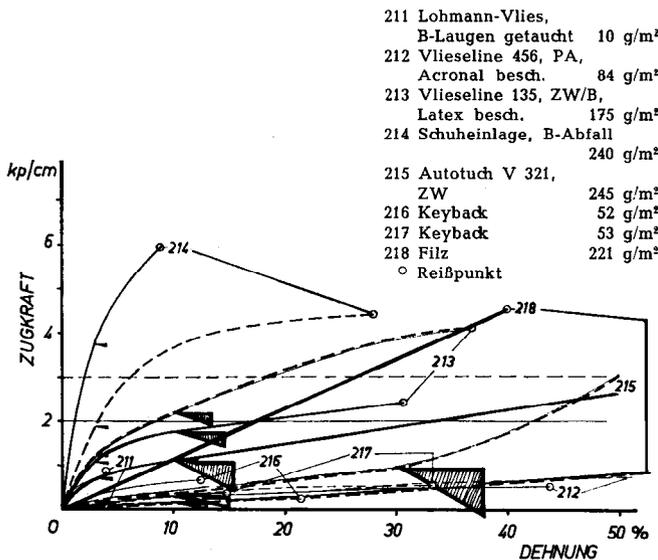


Abb. 26

Der Verlauf der Kraft-Dehnungskurven (Abb. 26), gemessen am Gewebe, spricht für sich. Die Dehnungszunahme übersteigt die Kraftzunahme weit überproportional und gibt bei der 2-kg-Grenze schon sehr große Verdehnungen. Dabei sind die Verdehnungen, wie die Dreiecke zeigen, in einem hohen Maße irreversibel, sodaß bei längerem Gebrauch in der Fläche Ausbeulungen, die von sich aus nicht mehr zurückgehen oder rückgebildet werden können, zu erwarten sind.

Spunbonded Produkte, also Flächengebilde nicht aus Fasern, sondern aus gesponnenen oder endlosen Fäden, die durch Verkleben oder Verschmelzen untereinander verbunden sind, verhalten sich im Prinzip nicht anders.

aus Holz, Linters oder Hanf, üblicherweise 0,3 bis 3 mm lang, maximal 8 bis 12 mm; längere Fasern können trotz aller Bemühungen nicht verwendet werden, weil es bisher nicht möglich ist, sie in einer gleichmäßigen, stabilen, wäßrigen Suspension zu halten, die nach dem Papierherstellungsverfahren verarbeitet werden könnte. Auch mit synthetischen Fasern geht es nicht. Außerdem geht der Wasserverbrauch mit zunehmender Faserlänge sofort um eine Zehnerpotenz in die Höhe, was außerordentlich kostenerhöhend wirkt.

Das Herstellprinzip für Papier als solches ist höchst einfach: Fasern und Binder werden mit Wasser in eine Suspension gebracht, die über ein Wehr auf eine Sieb- bzw. Filzfläche abfließt, dort entwässert wird, sodaß sich die Fasern zu einer Bahn zusammenschließen, die anschließend auf geheizten Zylindern getrocknet wird. Die Apparatur ist nicht so einfach wie das Prinzip und vor allem sehr teuer. Dafür produziert sie Riesenmen-

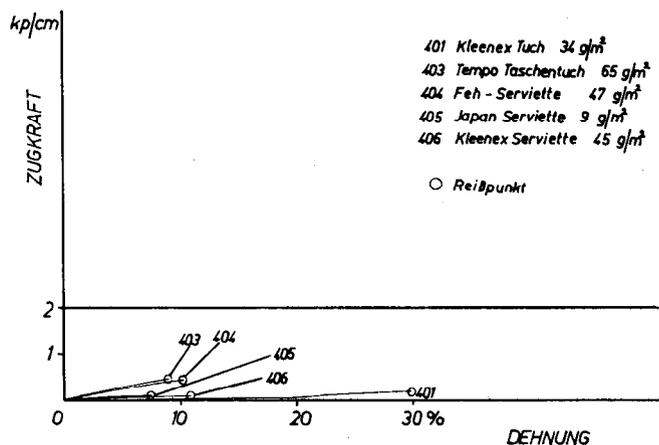


Abb. 27

gen, in der Minute 300 m und mehr, bei einer Arbeitsbreite von bis zu 5 m. Für Papiere, die gekreppt werden, um sie schmiegsamer zu machen, besonders bei feinen Papieren, entsprechend weniger. Die Papierfaser legt sich beim Trocknen sehr dicht, filzend aneinander, wobei außer dem Binder noch Materialkräfte wirksam werden, aber ohne Leim geht es nicht, selbst beim Fließpapier nicht.

Man hat die Wahl: wenig leimen, das bedeutet weicher, aber wenig fest, oder mehr leimen, das bedeutet fester, aber steif.

Als Ersatz für Textilien können aus den eingangs betonten Gründen nur ganz dünne Papiere, die in geschichteter Form verwendet werden und die in ihrer Wirkung durch künstliches Krepfen noch unterstützt werden können, Anwendung finden.

Die Kraft-Dehnungswerte der Papiere (Abb. 27/28), wie man sie von Kleenex oder von deutschen Produkten her kennt, liegen gegenüber Geweben indiskutabel nieder in der Trockenfestigkeit; auch über die geringe Naßfestigkeit mag sich schon mancher Schnupfenbelastete gewundert haben. Man könnte diese durch geeignete polymerisierbare Kunststoffbinder deutlich verbessern. Man müßte aber dann in der Schichtung noch feiner bleiben und das Produkt würde wesentlich teurer. Sortenumstellungen durch Faserveränderungen sind unvergleichlich schwieriger als bei den beschriebenen textilen Verfahren. Die Frage: Wohin mit den Massen? ist hier noch viel drängender.

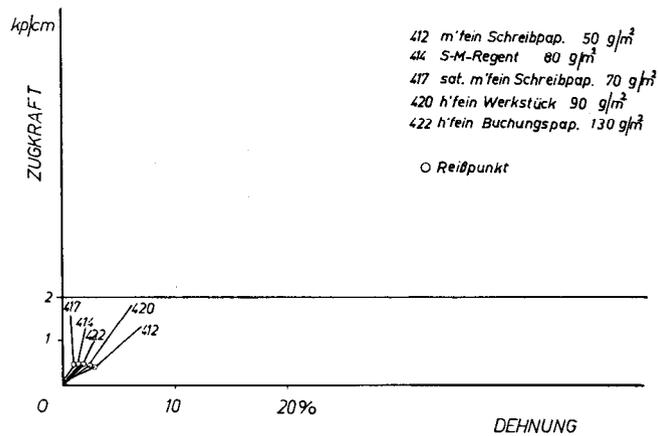


Abb. 28

Es gibt auf dem Markt für bestimmte Zwecke sehr ansprechende und gut entwickelte Produkte aus Papier, aber dem Eindringen von Einwegartikeln, die nach der Papiertechnik erzeugt werden, in das eigentliche Gebiet des Textils, scheinen auch heute noch erhebliche Schwierigkeiten im Wege zu stehen, von Dauerartikeln ganz abgesehen.

Es wurden die Eigenschaften der Techniken bisher am KD-Diagramm besprochen, weil man daraus, wie sich gezeigt hat, doch sehr interessante Informationen ableiten kann.

Zum Abschluß soll noch auf einige andere, den Gebrauchswert wesentlich mitbestimmende Eigenschaften eingegangen werden. Da ist vor allem die leichte Biegsamkeit von Textilien, die einen großen Teil des Komforts beim Tragen, beim Liegen und überhaupt im Gebrauch ausmacht.

Die eingezeichneten Meßkurven (Abb. 29) stellen

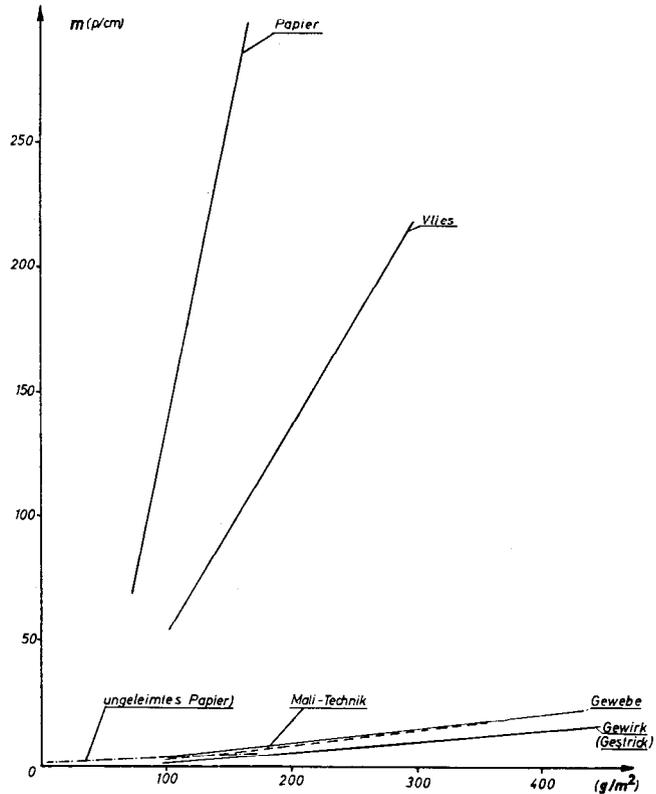


Abb. 29

quantitativ zu bewertende Tendenzen aus gemittelten Meßwerten dar und zeigen in Abhängigkeit vom Gewicht pro Quadratmeter, verglichen mit den Geweben in dem Bereich von 50—600 g/m<sup>2</sup> als Richtlinie, daß die Nähgewirke ganz knapp unter den Geweben liegen, also etwas weniger Stand haben als jene, sich aber gut einfügen. Die Gestricke und Gewirke sind, auch das entspricht der Gebrauchserfahrung, noch biegefreudiger. Die Papiertaschentücher, Kleenex-Tücher usw. passen sich der Biegesteifigkeit nach den Geweben in den verschiedenen m<sup>2</sup>-Bereichen gut an — eine Folge der Zusammenfassung hauchdünner Blättchen, die wegen ihrer geringen mechanischen Beanspruchbarkeit ausgesprochene Einwegartikel darstellen. Die geleimten Papiere gleichen Gewichts steigen in ihrer Steifigkeit analog den monofilen Fäden in undiskutabler Weise in die Höhe und verhalten sich wie elastische Platten. Es zeigt sich auch die eigenständige Rolle der geleimten Vliese, die sich von dem Biegeverhalten der nicht fasergebundenen Techniken völlig absetzen.

Eine weitere wichtige Eigenschaft ist die Wärmehaltfähigkeit der Textilien. Sie ist zunächst eine Funktion der Masse der Fasern pro Flächeneinheit in Verbindung mit der Konstruktion der Fläche und der dabei verwendeten Einbindung der Einzelfasern. Neuere Techniken nehmen diesbezüglich nicht unerhebliche Vorteile gegenüber der Webware für sich in Anspruch. Mangels eigener Messungen kann hierzu keine Stellung genommen werden.

Die Scheuerfestigkeit ist ebenfalls ein wichtiger Gebrauchswert. Da Scheuerversuche über alle Gewichtsklassen hinweg kaum sinnvoll verglichen werden können, soll diese Frage indirekt beantwortet werden. Es

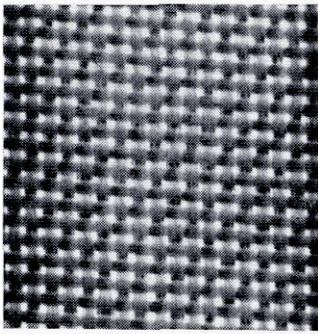


Abb. 30

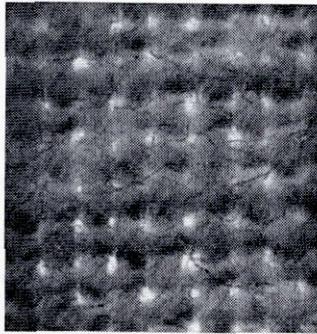


Abb. 33



Abb. 36

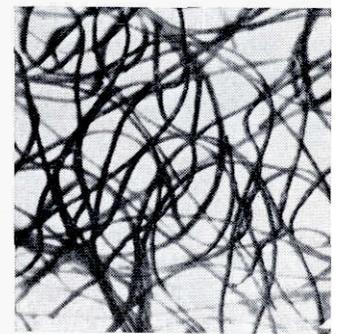


Abb. 39

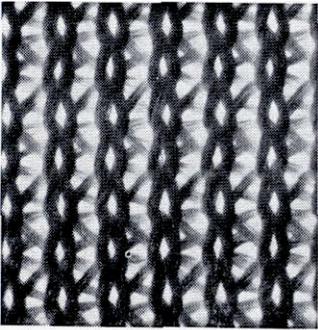


Abb. 31

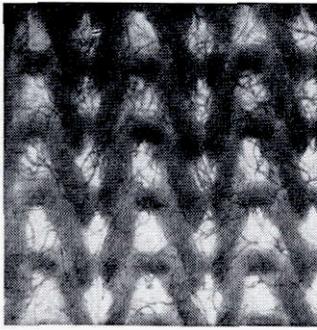


Abb. 34



Abb. 37

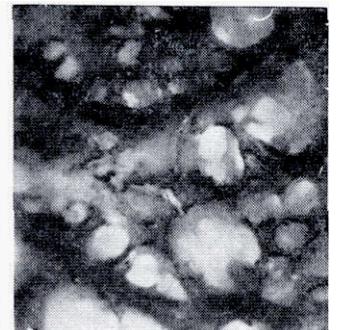


Abb. 40

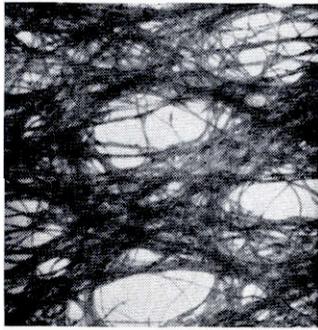


Abb. 32

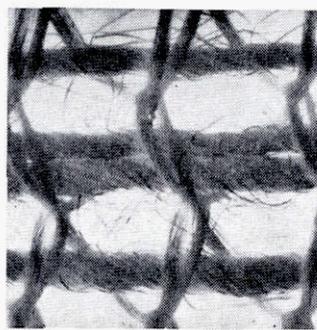


Abb. 35

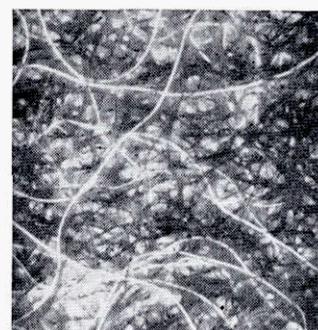


Abb. 38

ist anzunehmen, daß sich, was die Stützeigenschaften anbelangt, all die Techniken günstig verhalten, bei denen die Fasern so eingebunden sind, daß sie äußeren Einwirkungen möglichst geringe Angriffsmöglichkeiten bieten. Man kann das unter der Lupe am besten sehen. Zum Vergleich Abb. 30 (Gewebe  $53 \text{ g/m}^2$ ), Abb. 31 (Gestricke  $77 \text{ g/m}^2$ ), Abb. 32 (Vlies  $52 \text{ g/m}^2$ ).

Bei  $50 \text{ g/m}^2$  können nur Kettgewirke und Vliesverbundstoffe mit Geweben verglichen werden, weil es in dieser Gewichtsklasse keine Beispiele aus anderen Techniken gibt. Die Abbildungen zeigen deutlich, daß die Fäden und auch die Fasern bei den Geweben am wenigsten offen liegen und damit gegen den Angriff von äußeren Einflüssen am besten geschützt erscheinen. Das gilt besonders für die Herauslösbarkeit und Verletzbarkeit von Einzelfasern aus dem Gesamtverband.

Bei den Vergrößerungen der Oberflächen aus der  $175 \text{ g/m}^2$ -Gewichtsklasse liegen die gleichen Tendenzen vor. Die Wiedergaben für die einzelnen Techniken (Abb. 33, 34, 35, 36, 37, 38), sprechen für sich

selbst. Das Beispiel Abb. 39 zeigt, wie offen die Fasern bei Vliesstoffwaren, den sogenannten Nonwovens, liegen, doch ist die Abb. 39 für den speziellen Zweck insofern ein schlechtes Beispiel, weil beim Einsatz der Erzeugnisse als Milchfilter die Stützeigenschaften ohne Bedeutung sind. Beim Fensterleder (Abb. 40) sieht man von der Faser überhaupt nichts mehr — man kann aber deswegen dieses Material mit Rücksicht auf die Fasern trotzdem nicht als besonders stützeigenschaften einstufen.

**Zusammenfassung:** Die Technologien haben alle, von der Konstruktion her gesehen, Vor- und Nachteile. Sie zeigen in unterschiedlicher Weise mehr oder weniger große Einengungen bei der Wahl der verwendbaren Fasern und sind für die Erfüllung spezieller Qualitätsanforderungen — Mode und Geschmack eingeschlossen — in verschiedener Weise gut geeignet. Betrachtet man die Wettbewerbsfähigkeit, so überlagert sich dem Ganzen noch der hier nicht besprochene Komplex der Herstellkosten, natürlich nicht nur für den

speziellen Arbeitsgang, also beispielsweise das Tufen, sondern einschließlich der ganzen Vorbereitungsarbeit und der gegebenenfalls noch notwendigen nachgeordneten Arbeitsgänge bis zum verkaufsfertigen Produkt.

Im täglichen Gebrauch haben sich für den technischen Bedarf ebenso wie für den Einsatz von Textilien für Haus und Bekleidung ganz bestimmte Artikelgruppen herausgebildet mit ganz bestimmten Eigenschaften. Sie sind nach der Statistik für das Bundesgebiet 1964 nach Gruppen und m<sup>2</sup>-Gewichten geordnet in der Abb. 1 zusammengestellt. Den Anteil der einzelnen Rohstoffgruppen erkennt man aus den Farben der einzelnen Blöcke.

Nicht alle von den neuen Techniken sind für jedes Einsatzgebiet geeignet. Häufig bildet das Gewicht pro Quadratmeter die Grenze für die Anwendbarkeit. Aber es ist durchaus möglich, daß in solchen Fällen Kombinationen mittels der Coin- oder Nähtechnik weiterhelfen können, wobei die Chemiefasern mit ihren Möglichkeiten als Thermoplaste Chancen erwarten lassen, die heute in vollem Umfange vielleicht noch nicht

sichtbar sind. Es wird interessant sein, zu beobachten, welche Verfahrensverschiebungen sich bei den von der Statistik ausgewiesenen Bedarfsgütern in den kommenden Jahren wirklich einstellen werden und welchen Marktanteil die neu entwickelten Techniken im freien Wettbewerb gegenüber den herkömmlichen dabei werden gewinnen können.

## Diskussion

Im Anschluß an das umfassende Referat von Herrn **Direktor Professor Dr.-Ing. Schenkel** entspann sich wegen der weit fortgeschrittenen Zeit nur noch eine kurze Diskussion mit Herrn **Direktor Ing. Schmidt** über die Herstellung der sogenannten „Batt on base“-Filze, welche für die Papierindustrie besonders wertvolle Gebrauchseigenschaften aufweisen. Nach Aussage des Vortragenden handelt es sich hier um einen Spezialfall, der unter die große Gruppe der Verbundstoffe fällt.

Mit dem zweiten Diskussionsredner, Herrn **Dipl.-Ing. Vogler** entwickelte sich ein kurzes Gespräch über die preislichen Unterschiede zwischen Geweben und Nähwirkstoffen.

## Permanent-Press

Textiling. W. Kausch, Frankfurt am Main

*Der Begriff Permanent-Press begann 1964 in Amerika ins Gespräch zu kommen und hat heute dort große Bedeutung erlangt. Es handelt sich hierbei um eine Weiterentwicklung und Verbesserung der Non iron- oder Wash and wear-Bekleidung. Ob dieser Begriff in Europa unter anderen Marktverhältnissen die gleiche Bedeutung erlangen wird, mag dahingestellt bleiben. Nach den bisherigen Erfahrungen haben solche Neuheiten aber immer eine Wirkung auf unsere Textilindustrie gehabt, sodaß es sich nach unserer Meinung lohnt, sich mit den gebräuchlichsten Techniken zu befassen.*

*Unter dem Oberbegriff Permanent-Press-Bekleidung gibt es verschiedene Namen für die Endprodukte verschiedener Firmen. Die Endprodukte können nach technisch unterschiedlichen Arbeitsprozessen hergestellt sein. Ursprünglich sind die Verfahren für Gewebe aus Zellulosefasern entwickelt worden. Diese Fasern werden hierbei jedoch in der Reiß- und vor allen Dingen in der Scheuerfestigkeit um 50% und mehr geschädigt. Wegen zu geringer Haltbarkeit erschienen deshalb hieraus hergestellte Kleidungsstücke gar nicht auf dem Markt.*

*Gewebe aus Polyester/Baumwolle 67/33 und Polyester/Zellwolle 70/30 erhalten allein schon durch den Polyesteranteil Wash and wear-Eigenschaften. Durch die thermische Verformung des Polyesteranteils beim Einpressen einer Falte wird diese waschbeständig fixiert. Wird nun der Anteil an Zellulosefasern in einem solchen Mischgewebe zusätzlich noch nach einem Permanent-Press-Verfahren behandelt, erhält man Bekleidungsstücke, welche bei sachgerechter Konfektionierung im Aussehen, im Gebrauchswert und in den Pflegeeigenschaften auch hohe europäische Ansprüche befriedigen können.*

*The concept of permanent press commenced to enter discussions in the United States in 1964, and has now gained major importance in that country. The term covers an advance development and improvement of non-iron or wash-and-wear clothing. It remains to be seen whether or not the concept will attain equal significance in Europe, in view of the different market conditions obtaining here. Past experience has shown, however, that novelties of this kind have always been reflected in our own textile industry, and it would thus appear worthwhile, in our opinion, to look into the most commonly used techniques.*

*The general concept of permanent-press clothing covers various names of finished products offered by a number of different makers. The finished products concerned may be made by technically differing working methods. The processes in question were originally developed for use on fabrics made of cellulose. These fibers, however, were found to lose 50% and more of their tenacity and, in particular, their abrasion resistance. On account of their poor durability, the garments made of these fabrics did not even appear on the market.*

*Wash-and-wear properties are imparted to fabrics made of polyester-cotton blends (67/33%) and polyester-rayon staple blends (70/30%) by the mere presence of the polyesters. Pleats pressed into these fabrics are set with complete washing resistance by thermal deformation of the polyester fibers. Additional treatment of the cellulosic component of such blended fabric by a permanent press process will lead to garments — provided appropriate methods of making-up have been employed — which will satisfy even exacting European requirements as regards appearance, utility value, and easycare properties.*

### Begriffsbestimmung und technische Möglichkeiten

Wie manche andere Neuerung in der Textilindustrie kamen auch die Permanent-Press-Verfahren aus den Vereinigten Staaten zu uns. Bevor wir uns mit der Entwicklung und der Technik befassen, halte ich es für zweckmäßig, die in Amerika gebräuchlichen Oberbegriffe (nicht Handelsmarken) näher zu bestimmen und ihnen so etwas den Charakter von Schlagworten zu nehmen.

Die Bezeichnungen „Permanent-Press“, „Durable-Press“, „Permanent-Crease“ versprechen bei einem Kleidungsstück, beispielsweise einer Hose, eine waschmaschinenbeständige Falte.

„Permanent-Shape“ und „Ever-Shape“ versprechen eine gute Gewebeglätte, frei von ungewollten Knitern, nach einer Maschinenwäsche. Dabei wird praktisch bei Permanent-Press und Durable-Press neben der Faltenbeständigkeit die Stoffglätte und Glätte von Nähten als Selbstverständlichkeit vorausgesetzt. Für diese Begriffe ein kurzes, treffendes und werbewirk-

sames deutsches Wort finden zu müssen, kann einen in Verlegenheit bringen. Wissen Sie ein anderes als „bügelfrei“ und „pflegeleicht“? Für heute wollen wir bei Permanent-Press bleiben.

Mit dem Flacherwerden der Non iron- und Wash and wear-Welle erkannte man in den USA, daß dem Textilverbraucher in der Werbung zuviel versprochen worden war und man suchte nach technischen Möglichkeiten, die Versprechen einzulösen. 1957 begannen im Forschungslaboratorium des amerikanischen Landwirtschaftsministeriums Arbeiten mit dem Ziel, Kleidungsstücken aus Baumwolle permanente Bügelfalten zu verleihen.

Im Laufe der Zeit fanden die unterschiedlichsten Ideen, auch von anderen Seiten, in Patenten ihren Niederschlag. Da es sich um Baumwollgewebe handelte, und nur mit diesen wollen wir uns im Augenblick befassen, war eine Ausrüstung mit Kunstharzen unerlässlich. Es kam nun darauf an, wann und wo die Vorkondensate aufgebracht wurden und wann und wo konden-

sirt wurde. Im Williamson-Dickie-Prozeß zum Beispiel sollen die fertigen Kleidungsstücke mit der Lösung eines Harzvorkondensates mit Latex, Säurespender und Weichmacher getränkt und zentrifugiert werden. Hierauf wird auf einer Bügelpresse gepreßt und getrocknet und anschließend in einem Ofen kondensiert. Es ist nicht anzunehmen, daß dieses Verfahren eine nennenswerte Bedeutung erlangt hat oder erlangen wird.

Bevor ich Ihnen im Schema den Arbeitsablauf der wichtigsten Verfahren zeige, möchte ich noch kurz einige Ausdrücke, welche in der amerikanischen Literatur immer wiederkehren, nennen und erklären.

precuring = Kondensieren im Ausrüstungsbetrieb auf der Gewebbahn.

postcuring, deferred oder delayed-curing = Kondensieren am fertigen Kleidungsstück.

hot-head-press = Hochtemperaturpresse, meist auch mit höherem Preßdruck.

### I. Konventionelle Non iron-Methode

Gewebe-Ausrüstung	Konfektion
Imprägnieren — Trocknen — Kondensieren	Zuschneiden — Nähen — Pressen

### II. Permanent-Press mit Frühkondensation und HT-Presse

Gewebe-Ausrüstung	Konfektion
Imprägnieren — Trocknen — Kondensieren	Zuschneiden — Nähen — Pressen auf HT-Pressen

### III. Permanent-Press mit Spätkondensation

#### a) Ofen-Kondensation (Koratron®)

Gewebe-Ausrüstung	Konfektion
Imprägnieren — Trocknen	Zuschneiden — Nähen — Pressen — Kondensieren

#### b) Kondensation auf HT-Pressen

Gewebe-Ausrüstung	Konfektion
Imprägnieren — Trocknen	Zuschneiden — Nähen — Pressen (dabei kondensieren)

Das unter I. skizzierte Verfahren ist hinlänglich bekannt und bedarf keiner Erläuterung. Bei zweckentsprechender Ausrüstung kann man eine gute Gewebeglätte erwarten, jedoch keine permanente Bügelfalte.

Bei Verfahren II erwartet man durch den hohen Pressendruck und die Temperatur, ohne Befeuchten mit einer Chemikalienlösung, das Aufbrechen der Bindungen zwischen Harz- und Zellulosemolekül und Wiederherstellung der Bindung in der neuen Gewebeform nach dem Abkühlen. Inwieweit diese Annahme zutrifft und ob damit brauchbare Ergebnisse erzielt werden, muß abgewartet werden. Beide Verfahren haben den Vorteil, daß die Kunstharzausrüstung der verwendeten Gewebe von Anfang bis zu Ende im Ausrüstungsbetrieb stattfindet, unter Aufsicht von Personal, welches die entsprechende Erfahrung besitzt. Die Gewebe sind bis zur Konfektionierung unbegrenzt lagerfähig.

In der Konfektion sind keine Arbeiten notwendig (Kondensieren), die diesem Gewerbegebiet bisher fremd sind.

Es ist keine Geruchsbelästigung zu erwarten.

Die Anschaffung eines Kondensierofens entfällt.

Bei Verfahren II sind jedoch Spezialpressen erforderlich.

Das unter III a) skizzierte Verfahren ist in den USA unter dem Namen Koratron® bekannt. Es ist wohl das Verfahren, welches die breiteste Anwendung findet. Auch Firmen, welche eigene Verfahren entwickelt haben, führen Artikel, die nach dem Koratron-Verfahren verarbeitet werden. Im Gegensatz zum Williamson-Dickie-Prozeß wird das Harzvorkondensat mit Säurespender im Ausrüstungsbetrieb auf das Gewebe aufgebracht, nicht auf das fertige Kleidungsstück. Nach einem in den USA gebräuchlichen Ausdruck wird das Gewebe sensibilisiert. Die später dem Kleidungsstück zugeordnete endgültige Form wird durch das Kondensieren der Kunstharzappretur fixiert.

Bei der vor ca. 12 bis 14 Jahren praktizierten Everglaze®-Ausrüstung galt das gleiche Prinzip. Sie wurde jedoch nicht am fertigen Kleidungsstück durchgeführt. Dieser Weg der Spätkondensation ist außer der Zweiphasenkondensation der zur Zeit einzig mögliche, um Kleidungsstücke aus Baumwolle mit permanenten Falten zu versehen.

Wenn ich jetzt auf einige Schwierigkeiten bei diesen Verfahren zu sprechen komme, geschieht das nicht, um das Verfahren abzuwerten, sondern es soll technisch interessierten Zuhörern einige Hinweise geben und sie zur Diskussion anregen. Völlig neu ist, daß in den Betrieben, welche bisher mit Chemie nichts zu tun hatten, chemische Reaktionen durchgeführt werden müssen. Zu diesem Zweck müssen Kondensieröfen angeschafft werden und Personal muß für diese sehr verantwortungsvolle und für den Erfolg letztlich entscheidende Arbeit ausgebildet werden. Geruchsbelästigung durch Formaldehyd ist zumindest an den Pressen zu erwarten. Die Anschaffung von Pressen mit hohen Drücken ist nicht unbedingt erforderlich, kann jedoch wünschenswert sein, da die Faltenschärfe, wie sie unmittelbar nach dem Pressen ist, im Kondensierofen etwas nachläßt. Daher kann es oft zweckmäßig sein, von einer hohen Faltenschärfe auszugehen. Wegen der langen Kondensationszeiten (12 bis 18 Minuten bei ca. 160° C) muß eine gründliche Farbstoffauswahl getroffen werden. Teile verschiedener Farben, wenn auch gleicher Farbtiefe, sollten beim Kondensieren keinen Kontakt haben. Für Artikel mit einem hohen Weißgrad ist das Verfahren noch nicht befriedigend. Beim Zuschnitt muß ein Gewebeschrumpf, welcher beim Kondensieren eintritt, berücksichtigt werden. Ein Lohnkondensieren für mehrere kleine Konfektionäre, welche kein Kapital für den Ofen investieren können oder wollen, ist nicht leicht durchzuführen. Da jede Falte, auch jede ungewollte, nach dem Kondensieren permanent fixiert ist, müssen die Pressen räumlich nahe beim Kondensierofen sein, oder die Kleidungsstücke müssen mit sehr großer Sorgfalt transportiert werden. Dies ist aufwendig und teuer.

Das unter III b) skizzierte Verfahren erfordert keinen Kondensierofen, dafür aber Spezialpressen, die mit hohen Temperaturen und Preßdrücken arbeiten. Die Schärfe der eingepreßten Falten ist sehr gut. Man muß darauf achten, daß sie nicht zu scharf werden. Eine Geruchsbelästigung beim Pressen ist zu erwarten und muß durch Absaugen der von den Pressen aufsteigenden Dämpfe vermindert werden. Um eine volle Auskondensation zu erreichen, sind längere Preßzeiten erforderlich, als der Konfektionär für das einfache Schlußpres-

sen eines normalen Kleidungsstückes benötigt. Man wird bei gleicher Kapazität mindestens die doppelte Pressenzahl installieren müssen.

Die verschiedenen Spezialpressen, beispielsweise Beinpresse und Bundpresse, müssen in der Temperaturkonstanz und in der Wärmeübertragung auf das Kleidungsstück gut aufeinander abgestimmt sein, damit eine für alle Partien des Kleidungsstückes gleiche Kondensation erreicht wird. Die neuen Pressen haben Programmsteuerung. Hiedurch wird sichergestellt, daß die Preßzeiten gleichmäßig sind. Die herkömmlichen Bügelpressen werden durch Dampf von 3 bis 6 atü beheizt und haben einen mechanischen Preßdruck von etwa 300 g/cm<sup>2</sup>. Moderne Hochtemperaturpressen werden von unten in üblicher Weise mit Dampf beheizt, die Oberplatte ist durch elektrische oder Ölheizung auf Temperaturen bis zu ca. 220° C heizbar. Der mechanische Preßdruck geht bis zu 1000 g/cm<sup>2</sup>. Dieser Druck wird nicht immer benötigt.

Die Preßzeiten betragen je nach Artikel und Warengewicht 20 bis 50 Sekunden. Man kann die Preßzeit nicht willkürlich durch Wahl einer höheren Temperatur verkürzen. Im gesamten Kleidungsstück muß eine gewisse Mindesttemperatur erreicht werden. Die Temperaturdifferenz von der wärmeabgebenden Oberplatte durch zwei Stofflagen bis zur Unterplatte kann 30° C und mehr betragen. Wichtig für einen guten Preßeffect ist ein gründliches Absaugen der Hitze bei geöffneter Presse. Das Kleidungsstück darf nicht heiß von der Presse abgenommen werden. Bei den hohen Preßdrücken kann es leicht zu Glanzbildung, Moiré und Durchdrücken von Nähten, Taschen und Knopfleisten kommen. Die Wahl eines geeigneten Pressenbezuges ist deshalb wichtig. Bei empfindlichen Artikeln wird man auch die blanke metallene Oberplatte mit einem Bezug versehen.

Einen Blick müssen wir nun den Harzen zuwenden, welche für Permanent-Press Verwendung finden. Welche Forderungen müssen sie erfüllen? Bei Verfahren, die mit Normalkondensation (precurig) arbeiten, sollen die Harze den Geweben ausreichende Formstabilität beim Tragen und Waschen verleihen. Sie sollen waschbeständig sein. Sie sollen Färbungen in den Echtheiten nicht ungünstig beeinflussen und später im Gebrauch bei den Trägern keine Hautreizungen verursachen.

Zusätzlich zu diesen Forderungen müssen beim Arbeiten mit Spätkondensation (delayed curing) noch folgende erfüllt werden:

Genügend lange Lagerbeständigkeit der auf das Gewebe aufgetragenen Appreturmittelkombination, ohne daß eine ungewollte An- oder gar Auskondensation eintritt. In den USA erwartet man heute 120 Tage Lagerfähigkeit vom Verlassen der Ausrüstungsanstalt bis zur Fertigstellung des Kleidungsstückes.

Ferner soll in der Konfektion möglichst kein Geruch auftreten. Auf jeden Fall muß das fertigkonfektionierte und kondensierte Kleidungsstück geruchsfrei sein, da ja nicht nachgewaschen wird.

In der Hauptsache werden Reaktantharze, möglicherweise auch in Kombination mit Melaminharzen eingesetzt. Die in den USA noch nicht stark verbreiteten Vinylsulfone und Carbamate sind hier noch nicht eingeführt.

Folgende Rezeptur mag Ihnen als Anhalt dienen:

150 — 200 g/l Cassurit RI<sup>®</sup>  
oder Fixappret CPN<sup>®</sup>  
oder Knittex LE<sup>®</sup>  
oder ähnliche Harze.  
17 — 22 g/l Magnesiumchlorid  
5 — 8 g/l Priment VS<sup>®</sup>  
5 — 8 g/l Velustrol PA<sup>®</sup>

Während bei der herkömmlichen Wash and wear-Ausrüstung Trockenaufgaben der Harzvorkondensate von 3,5 bis 4,5 % üblich sind, benötigt man für Permanent-Press Auflagen von 5,5 bis 6,5 %. Diese Mengen bewirken bei der Baumwolle Festigkeitsverluste von ca. 50 %. Diese Festigkeitsverluste mögen bei Damenkleidern und -blusen unter Umständen noch hingenommen werden, aber für das Hauptgeschäft in Permanent-Press, für Hosen, sind sie nicht akzeptabel.

Wenn man sich vor Augen hält, wie groß dieser Markt in den Staaten ist — 1963 wurden 370 Millionen Stück Slacks, Jeans und Overalls für Männer und Knaben produziert — dann kann man die Anstrengungen der Baumwollproduzenten verstehen, diesen Markt zu halten. So wurde der Vorschlag gemacht, die Gewebe mit den Harzvorkondensaten nicht wie bisher am Foulard ganz zu durchtränken, sondern einseitig zu rakeln oder zu pfatschen. Hiedurch soll erreicht werden, daß die eine Gewebeseite Trägerin der Permanent-Press-Eigenschaften, die andere Seite Trägerin der Festigkeit ist. Solch ein Prozeß dürfte industriell nicht leicht zu steuern sein. In der jüngsten Zeit sind in Amerika Permanent-Press-Artikel aus 100 % Baumwolle angekündigt worden, Kleider, Blusen, Bettwäsche, welche nach dem Mikro-Stretch-Verfahren behandelt wurden. Über die Bewährung im Gebrauch ist noch nichts bekannt.

Hiemit kommen wir zum nächsten zu betrachtenden Punkt, zu den Fasermischungen. Neben Mischungen mit geringem Marktanteil aus Polyacrylnitrilfasern und Polyester, Polyester/Zellwolle und Acetat, Polyacrylnitril/Zellwolle und Acetat, 15 bis 18 % Nylon und 85 oder 82 % Baumwolle, haben wesentliche Bedeutung die Mischungen 50 % Polyester und 50 % Baumwolle, und 65 % Polyester und 35 % Baumwolle. Es gibt auch Parallelmischungen, in denen die Baumwolle durch Zellwolle oder Modalfasern ersetzt wird.

Die Beimischung von 15 oder 18 % Nylon bringt eine Verbesserung der Scheuerfestigkeit, doch reicht diese für Strapazierartikel nicht aus, und DuPont empfiehlt eine Zumischung von 25 % Nylon 420. Bisher scheint man dieser Empfehlung nicht zu folgen. Alle amerikanischen Polyesterfaserproduzenten außer DuPont lizenzieren bei Polyester/Baumwolle das Mischungsverhältnis 50/50. Dabei vertritt die Celanese die Meinung, daß bei Garnnummern ab Nm 60/1 und feiner das Verhältnis 65/35 sein sollte. DuPont besteht bei Dacron<sup>®</sup> in Mischung mit Baumwolle auf dem Mischungsverhältnis 65/35.

Wenn wir auf europäische Verhältnisse übertragen, die Vorteile und Nachteile der einen oder anderen Polyester/Baumwolle-Mischung prüfen und den Qualitätsbegriff nicht außer acht lassen, spricht nach meiner Meinung mehr für das Verhältnis 65/35. Bei diesem Mischungsverhältnis sind die Reiß- und Scheuerfestigkeit sehr gut und sie fallen auch durch die Permanent-Press-Ausrüstung nicht oder nur gering ab. Sie liegen immer, auch bei leichteren Gewebekonstruktionen

nen, in einem Sicherheitsbereich, der auch harte Gebrauchsbeanspruchungen zuläßt. Man kann in dieser Mischung eine Permanent-Press-Verarbeitung sowohl nach einem Verfahren mit Normalkondensation als auch mit Spätkondensation durchführen. Da die Faltenpermanenz durch die Verformung des Polyesteranteils gegeben ist, ist eine Spätkondensation nicht nötig.

Bei dem Mischungsverhältnis Polyester/Baumwolle 50/50 ist die Scheuerfestigkeit auch ausreichend. Die Reißfestigkeit der nicht veredelten Gewebe liegt etwa bei der von Baumwolle und verliert durch die Permanent-Press-Ausrüstung ca. 20 bis 25 %. Wenn die verbleibende Reißfestigkeit bei schwereren Stoffen auch in vielen Fällen ausreichen mag, kommt man bei Strapazierartikeln, besonders bezüglich der Berstdruckfestigkeit, schnell in gefährliche Bereiche. Diese Gefahr ist bei leichteren Geweben noch eher gegeben.

Eine zufriedenstellende Permanent-Press-Ausrüstung bei Hosen und Faltenröcken kann man bei diesem Mischungsverhältnis nur nach einem Verfahren mit Spätkondensation oder eventuell Zweiphasenkondensation erreichen. Das Argument, durch die Verringerung des Polyesteranteils werde die Knitteranfälligkeit bei Kochwäschen verringert, scheint zwar rechnerisch logisch, ist aber nicht realistisch. Für einen Kochartikel sind auch 50 % Polyester noch zu viel. Sollte die geringe Preiserniedrigung durch die Verringerung des Polyesteranteils wirklich so wichtig sein, daß man sich mit der Haltbarkeit von Qualitätsartikeln in Gefahrenbereiche begibt und zu umständlicheren Verfahren gezwungen ist?

Die letzte, aber wichtigste Station im Produktionsprozeß für Permanent-Press-Artikel ist der Konfektionär. Die Gewebe, welche ihm angeliefert werden, können technisch noch so gut und perfekt sein; wenn in der Konfektion nicht sachgerecht und mit größter Gewissenhaftigkeit gearbeitet wird, wird das Endprodukt immer ungenügend sein. Die gute Konfektion beginnt schon mit der Auswahl der für den Verwendungszweck geeigneten Zutaten. Gurtband, Stoßband, Taschenfutter und Reißverschlüsse dürfen keinen höheren Waschrumpfung aufweisen als die Oberstoffe. Die Nähte müssen mit geeignetem Garn genäht und mit niedriger Spannung gearbeitet sein. Sie dürfen weder bei eventueller Ofenkondensation noch in der Wäsche schrumpfen. Durch gutes Pressen tritt eine gewisse Stabilisierung gegen ein Kräuseln ein; zu große Spannungen können jedoch auch hiedurch nicht unwirksam gemacht werden.

In Amerika gibt es Kreise, die ein gutes mercerisiertes Baumwollnähgarn für ausreichend halten. In der Mehrzahl werden jedoch reine Polyestergarne oder mit Baumwolle umspinnene Polyesterfäden empfohlen. Es wird in der Konfektion nicht möglich sein, bei Bändern, die auf Normalproduktion laufen, je nach Bedarf Bekleidungsstücke für Permanent-Press einzuschieben. Für eine brauchbare Endqualität muß ein Spezialband mit großer Sorgfalt eingerichtet sein. Wer das nicht tun will oder kann, sollte mit Permanent-Press besser erst gar nicht beginnen.

#### Für welche Artikel ist Permanent-Press angebracht?

Wenn man den Begriff, wie ich im Anfang meines Vortrages darlegte, weit faßt und nicht nur Kleidungsstücke mit permanenten Falten meint, ist Permanent-

Press für alle Waschartikel geeignet. In den Vereinigten Staaten begann man mit Hosen und in diesem Sektor steht das Verfahren. Dann dehnte man auf farbige Sporthemden aus und auch hier setzt sich die Neuerung durch. Regenmäntel, Anzüge, Autojacken sind angekündigt, aber noch nicht auf dem Markt. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß ein amerikanischer Regenmantelproduzent den Preis für die Zutaten eines Permanent-Press-Regenmantels mit ca. 10 Dollar angab. Seit einiger Zeit sind auch weiße Herrenhemden in Permanent-Press-Ausführung auf dem Markt. Soweit man aus verschiedenen Angaben kombinieren kann, werden sie nicht im Wege der Spätkondensation produziert.

Es stellt sich nun die Frage: Wird „Permanent-Press“ in Europa eine ähnliche Bedeutung erlangen wie in den USA?

Es ist ein undankbares Geschäft, Prophet zu spielen. Trotzdem möchte ich sagen, ich glaube nicht an eine ähnlich schnelle Entwicklung, wenngleich das Verfahren ohne Zweifel Marktbedeutung erlangen wird. Mit Hosen und Hemden ist der Anfang schon gemacht. Den Grund für meine Behauptung sehe ich in folgender Tatsache: In den USA begann man mit der Permanent-Press-Welle sich erstmals ernsthaft in breitem Umfang um die Arbeitsweise der Konfektion zu kümmern und sie zu kontrollieren. Die neue Art, die Gewebe mit größeren Harzmengen auszurüsten, und die Einführung der Spätkondensation sind in diesem Zusammenhang nicht bedeutungslos. Sie wären es aber gewesen ohne eine gut arbeitende Konfektion. Erst durch dieses Zusammenwirken wurden in den USA Kleidungsstücke produziert, die in ihrer Erscheinung nach der Wäsche weit über dem standen, was man bis dahin gewöhnt war.

In Europa ist das anders. In Europa hat die Konfektion einen wesentlich höheren Qualitätsstandard als in den USA. Deshalb werden Verbesserungen des Standards durch Permanent-Press-Ausstattung nicht so hoch sein und nicht so auffallend ins Auge springen wie in den Staaten. In jedem Fall jedoch werden die amerikanischen Erfahrungen eine wertvolle Anregung für uns in Europa sein.

Man kann einen Vortrag über waschbare, pflegeleichte Bekleidung nicht abschließen, ohne auf die Waschbedingungen eingegangen zu sein. In bezug auf gutes Aussehen nach dem Waschen und Trocknen ist folgende Arbeitsweise und Maschinenfolge zur Zeit die günstigste:

Waschen in der Bottichwaschmaschine,  
leichtes Abschleudern,  
Trocknen im Tumbler.

Nasses Aufhängen nach dem Waschprozeß bringt auch zufriedenstellende Resultate, ohne an die Tumbler-Trocknung heranzureichen. In den Vereinigten Staaten kann weitgehend in dieser Art gewaschen und getrocknet werden. Sie wird dort auch empfohlen.

In Europa, wenigstens in Österreich, der Schweiz und in Deutschland sind mehr die Haushaltswaschautomaten nach dem Trommelprinzip verbreitet. Trockentumbler sind noch nicht in nennenswerter Anzahl vorhanden. Die modernen Waschmaschinen sind praktisch alle in ihrem Waschprogramm so variabel, daß in den Temperaturbereichen um 40° C, 60° C und 90 bis 98° C gewaschen werden kann. Viele Typen haben noch einen Schongang für Synthetik-Wäsche. Der letzte

Schleudergang kann bei Bedarf ausgeschaltet werden. Das liest sich in den Prospekten sehr gut und hört sich gut an. Aber welche Unterschiede im Aussehen von pflegeleichter Kleidung können Sie bei scheinbar gleicher Programmsteuerung in verschiedenen Maschinenfabrikaten und Typen erleben! Die gleiche Charge, die aus der einen Maschine sehr gut herauskam, ist nach dem Waschen in einer anderen Maschine nicht als pflegeleicht anzusprechen und ohne ein Überbügeln nicht zu tragen.

Eigene Versuche ergaben, daß es für die Glätte von bügelfreien Kleidungsstücken ziemlich unerheblich ist, ob zum Schluß des Waschprogramms die Charge in der Trommelwaschmaschine abgeschleudert wird oder nicht. Die Zentrifugalkraft dieser Waschmaschinentrommeln ist ja nicht so stark wie die der speziellen Wäscheschleudern. Viel wichtiger ist die laufende gute Faltenverlegung des Waschgutes während des gesamten Waschprozesses, das heißt, Trommelkonstrukti-

onen, Drehrhythmus und Flottenverhältnis müssen so aufeinander abgestimmt sein, daß die Wäsche dauernd, auch in sich, nicht nur als Block, ihre Lage ändert.

Die Trommel sollte auch bei Flottenwechsel rotieren, damit nicht beim Wechsel von heißer zu kalter Flotte die Falten des ruhenden Wäscheblocks fixiert werden. Es sollte nicht jeder Flottenwechsel mit einem Abschleudern des Wäschegutes gekoppelt sein, da das Abschleudern heißer Flotte durch die damit verbundene Abkühlung auch Falten verursacht. Es ist unsere Aufgabe, dies den Waschmaschinenproduzenten immer wieder klarzumachen.

Ich wollte Ihnen aufzeigen, wie komplex das Gebiet Permanent-Press ist und wie notwendig die enge Zusammenarbeit und die Abstimmung zwischen allen Produktionsstufen vom Weber über den Ausrüster und Konfektionär ist, um zu einem guten Ergebnis zu kommen, und daß das beste Produkt bei unsachgemäßer Wäsche enttäuschen kann.

## Diskussion

**Dr. Kratzsch:** Wenn Sie gestatten, möchte ich zwei Dinge noch erwähnen. Vor vierzehn Tagen konnte ich hier in Dornbirn über die letzte Schöpfung im „curing“-System berichten, nämlich über das „no curing“. So werden Artikel, beispielsweise Hosen, die rein aus Polyester- und Polyacrylfasern bestehen, bezeichnet. Beim Nacharbeiten dieser neuesten Entwicklung auf dem Hosensektor konnten wir auch feststellen, daß es sich um ein sehr interessantes Verfahren handelt, weil die damit geschaffenen Bügelfalten zweifelsohne mit den ultrascharfen Falten, die beim Auskondensieren auf Hochdruckpressen erhalten werden, konkurrieren können, man aber keine Schwierigkeiten mit dem Aufbringen von Harzen hat. Der Konfektionär wird nicht unbedingt zum Chemiker umgeschult, und die Frage der Farbstoffauswahl ist auch nicht ganz so kritisch. In diesem Zusammenhang möchte ich auch auf die Wechselwirkung zwischen Katalysator und eingesetztem Farbstoff bei diesem Permanent Press-Verfahren, wenn Harze verwendet werden, hinweisen.

Der zweite Punkt wäre das Problem der Kochwäsche bei Polyesterartikeln, bei dem Sie erfreulicherweise auch die Wichtigkeit der Waschbedingungen erwähnt haben. Auch ich glaube, daß die Frage einer Kochwäsche von Polyesterstoffen entscheidend mit den Waschbedingungen in Zusammenhang steht. Bei klassischen Waschmaschinen, die nach dem Waschgang die Flotte ablassen, eventuell noch etwas abschleudern und nun auf dieses heißliegende Waschgut das kalte Spülwasser einströmen lassen, werden natürlich die Falten fixiert. In diesem Punkt haben Sie völlig recht. Ob der Polyesteranteil 50 oder 67% beträgt, ist egal – der Artikel ist nach einem solchen Waschgang auf jeden Fall verknittert. Läßt man jedoch die Waschflotte nicht auf einmal, sondern stufenweise aus der Maschine ab und dabei immer kaltes Wasser zuströmen, sodaß etwa über fünf Minuten ein Übergang geschaffen wird, dann können Sie auch ein Hemd aus Polyester/Baumwoll-Mischgewebe kochend waschen, wobei Sie nachher ein Monsanto-Bild von etwa vier bekommen. Wenn Sie parallel dazu ein Reinbaumwollhemd betrachten, das entsprechend hochveredelt ist – Sie sprachen ja die Prozentsätze an Festigkeitsverlust aus, die man hinnehmen muß, um nach der Kochwäsche ein Monsanto-Bild von fünf zu bekommen –, so glaube ich, daß es für die Synthesefasern doch ein sehr beachtlicher Fortschritt ist. Überraschend war dabei, als wir uns dann mit den Waschmaschinenherstellern berieten, daß die bedeutendsten deutschen Waschmaschinenfabrikanten, die etwa einen Marktanteil von 60 bis 65% repräsentieren, dieses stufenweise Abkühlen

schon seit eineinhalb Jahren in ihre Waschprogramme aufgenommen haben, zwar nicht aus Liebe zur Chemiefaser, sondern auf Grund der Feststellung, daß die Baumwolle bei der Maschinenwäsche immer härter wurde. Der Grund hierfür ist, daß mit dem Heißwasser zugleich auch die Weichmacher, die gegen die Härtebildner des Wassers vorhanden sind, nach dem Waschgang mitabgelassen werden, im Lumen der Baumwolle aber noch so viel Waschmittel ist, daß es dort von dem zufließenden kalten und harten Wasser niedergeschlagen wird. Das wurde vom Wäschereiforschungsinstitut festgestellt, und deshalb hat die Waschmaschinenindustrie den neuen Weg beschritten, der für die Chemiefaserproduzenten ein nicht uninteressanter Fortschritt auf diesem Sektor ist.

**Text. Ing. Kausch:** Die Bügelfalten dieser Hosen aus Polyester und Polyacrylnitril nach dem „no curing“-Prozeß sind allein durch Pressen und thermische Verformung des Faseranteils herzustellen. Dabei ist einfach die nächste Konsequenz gezogen, indem man bei höheren Temperaturen und Drücken den Preßvorgang durchführt. Es fragt sich, wie diese Artikel am Markt ankommen werden.

Bei Ihren Ausführungen zum Thema „Waschen“ gebe ich Ihnen ohneweiters recht, Herr Dr. Kratzsch. Man kann Polyester/Baumwoll-Mischgewebe kochend waschen, wenn man die Wäsche unter den von Ihnen geschilderten Bedingungen durchführt. Allerdings stehen in den Haushalten noch zu viele Maschinen, mit denen solche Waschbedingungen nicht eingehalten werden können, und unsere Wascheempfehlungen müssen ja auch auf diese Maschinen Rücksicht nehmen. Außerdem kommt noch etwas hinzu: Wenn nämlich jemand anfängt, Synthetik-Mischhemden zu tragen, dann kauft er sich zuerst ein Hemd, und wenn ihm dieses gefällt, ein zweites nach. Er hat aber auch noch einige Reinbaumwollhemden, und es ist Ihnen sicher genauso bekannt wie mir, daß, wenn Sie eine Mischcharge aus etwa zwei Polyester/Baumwollhemden und vier Reinbaumwollhemden waschen, schon bei 60°, aber umso mehr beim Kochen, die stärker quellenden Baumwollhemden die Polyester/Baumwollhemden zusammendrücken und ihnen Knitter zufügen, welche bei raschem Abkühlen eben fixiert werden.

**Dr. Albrecht:** Dazu möchte ich folgendes bemerken. Schließlich sollten wir uns doch fragen, weshalb wir eigentlich bei der Weißwäsche mit dem Kochen begonnen haben. Das Kochen ist eigentlich nichts weiter als der Ersatz von Mechanik, die wir auf diesem Wege in den Waschgang hinein-

bringen. Es gibt ganze Völkerstämme, die an Flüssen waschen und mit einer Patsche auf das Waschgut einschlagen; das ist auch eine Form der Mechanik. Meines Erachtens könnte man alle Wäsche bei 60° waschen, wogegen kein Dermatologe etwas einwenden wird, wenn wir einen Teil der Mechanik durch Chemie ersetzen. Ich glaube, durch alkalische Wäsche mit geringem Hypochloritzusatz könnte man auch bei 60° eine große Wirkung erreichen. Das würde sowohl für die Chemiefasern, als auch für alle anderen von Vorteil sein. Das ist eine Sache, die bestimmt einer Durchleuchtung wert ist, insbesondere weil diese Mischtextilien nicht aus modischen Gründen, sondern aus wirklicher Notwendigkeit an Bedeutung gewinnen müssen. Ich denke, daß hier eine europäische Zusammenarbeit unbedingt erforderlich wäre. Das wollte ich nur als kleine Ergänzung anbringen.

**Kreidler:** Ich bin in bezug auf die Kochwäsche oder zumindest Heißwäsche etwas anderer Ansicht als Herr Dr. Albrecht. Wenn Sie einen Blick nach den Vereinigten Staaten werfen, so werden Sie sehen, daß die Herrenhemden, die zu Hause in der Bottichwaschmaschine bei 60° mit einem chlorhaltigen Waschmittel gewaschen werden, grau erscheinen, während solche, die immer beim Chinesen kochend gewaschen werden, sicherlich weiß sind. Bei einem Hemd aus Polyester/Baumwoll-Mischgewebe müssen wir von chlorhaltigen Waschmitteln überhaupt absehen, denn ich habe bisher noch bei allen Konfektionären feststellen müssen, daß als Kragen- und Manschetteneinlagen harzveredelte Baumwollgewebe verwendet werden. Wenn man nun ein solches Hemd mit chlorhaltigen Waschmitteln wäscht, werden Kragen und Manschetten ungewöhnlich gelb.

**Dr. Albrecht:** Für den zweiten Beitrag danke ich Ihnen ganz besonders, denn das unterstreicht meine vorherige Bemerkung, daß uns erst eine Zusammenarbeit zum Ziel bringen wird. So einfach ist es nicht. Zum ersten möchte ich Ihnen sagen, daß wir mit Chlorchemikalien absolut weiß waschen können, und zwar bei 60°, braucht meines Erachtens unseren Ausrüstern nicht mehr bewiesen zu werden, das ist chemisch heute wohl endgültig geklärt.

**Dipl.-Ing. Meckel:** Als erstes hätte ich Herrn Ing. Kausch gerne gefragt, ob er etwas über den Preis der Koratronöfen sagen könne.

Das zweite betrifft die Auskondensation durch Pressen. Jeder, der Temperaturmessungen an Pressen durchgeführt hat, speziell wenn Kleidungsstücke mit Falten und Nähten vorliegen, weiß, welche Temperaturunterschiede auftreten, auch wenn die Heizplatten der Pressen an sich relativ gleichmäßige Temperatur haben. Sie hatten aber betont, daß die gleichmäßige Auskondensation schon wegen der späteren Waschbeständigkeit und des Schrumpfes von großer Wichtigkeit ist. Welche Erfahrungen liegen auf diesem Gebiet in den USA vor?

**Text.-Ing. Kausch:** Der Preis von Ofen differiert stark, je nachdem welche Art und welche Größe von Ofen Sie einsetzen wollen. Beispielsweise hat die Firma Haas in ihrem Lieferprogramm diskontinuierlich arbeitende Ofen, gestaffelt nach Inhalt für zehn, zwanzig, vierzig, und sechzig Hosen. Dann gibt es kontinuierlich arbeitende Ofen mit einem Inhalt von 330 Hosen, was bei einer Behandlungszeit von 15 Minuten einer Stundenleistung von 1320 Hosen entspricht. Diese diskontinuierlichen Kondensieröfen für zehn oder zwanzig Hosen sind nicht so teuer. Die Preise hierfür dürften in der Größenordnung von 15 000 bis 20 000 Mark liegen, während ein großer kontinuierlicher Ofen auf ca. 100 000 Mark kommen wird.

Bezüglich Ihrer zweiten Frage über Pressentemperatur und Einhalten der Gleichmäßigkeit pflichte ich Ihnen vollkommen bei, daß es sehr schwierig ist, die Temperatur einigermaßen gleichmäßig über die gesamte Preßfläche zu halten. Deshalb sagte ich auch, daß ich das Auskondensieren auf Hochtempera-

turpressen nur theoretisch für möglich halte. Ich möchte nicht gezwungen sein, das in der Praxis laufend durchzuführen. Deshalb sind ja in den USA diese Kondensieröfen in größerem Umfang eingesetzt.

**Dr. Ing. Siegl:** Die Baumwolle wird bei allen diesen Veredlungen stark beansprucht, und zwar besonders in bezug auf Scheuerfestigkeit und Einreißfestigkeit. Bei der Einreißfestigkeit, das ist verhältnismäßig klar, wird es auf die höchste Festigkeit des Garnes ankommen. Wie liegen diese Dinge bei der Scheuerfestigkeit? Welche Baumwolle soll der Spinner einsetzen, damit er optimale Werte erzielt, das heißt, kommt es auf eine lange, feine Faser oder auf eine grobe an? Auf den Micronaire- oder den Pressley-Wert? Soll man Zwirn oder Einfachgarn einsetzen? Sind diese Faktoren schon einmal labormäßig genau ermittelt und festgelegt worden?

**Text.-Ing. Kausch:** Das letzte, nämlich ob Zwirn oder Einfachgarn eingesetzt werden soll, kann ich Ihnen beantworten, allerdings nicht in Zusammenhang mit der Scheuerbeständigkeit. Für die Permanenz von Falten speziell bei Hosen hat es sich gezeigt, daß Zwirnartikel eine bessere Permanenz zeigen als Artikel aus Einfachgarn und daß leinwandbindige Gewebe sich besser eignen als Köpergewebe. Welche Baumwolle in der Scheuerfestigkeit durch die Ausrüstung am wenigsten abnimmt, haben wir bei Mischgeweben nicht geprüft, da wir bei Polyester/Baumwoll-Mischgespinsten doch Baumwollen empfehlen, die sich mit der Polyesterfaser am günstigsten verarbeiten lassen, wie gekämmte Peru- oder Karnak-Baumwolle. Man sollte sich vielleicht in diesem Zusammenhang die Erfahrung der Baumwollspinner und -ausrüster zunutze machen, die seit langem hochveredelte Reinbaumwollgewebe herstellen. Ich habe auf diesem Gebiet nicht so große Erfahrung. Vielleicht könnte Herr Direktor Ing. Cypionka etwas dazu sagen?

**Dr. Albrecht:** Ich möchte wieder eine ketzerische Anmerkung dazu machen. Die Fortschritte auf dem Gebiet der Hochveredlung von Reinbaumwolle haben meines Erachtens nicht die Kunstharzausrüster, sondern die Spinner durch Auswahl der richtigen Baumwolle und der entsprechenden Garnnummer erzielt. Bei der Permanent Press-Ausrüstung bin ich überzeugt, daß die zellulosefaser eine sehr untergeordnete Rolle spielt, weil nämlich diese Verfahren so aggressiv auf die Zellulosefasern, das heißt auf Baumwolle oder Regeneratzellulosefasern wirken, daß es ziemlich ohne Bedeutung sein wird, welche man einsetzt. Ich glaube nicht, daß Sie von dieser Seite bei Permanent Press durch die Qualität der Baumwolle etwas Entscheidendes erreichen können. Also insofern ist es doch etwas anders als bei den normalen Kunstharzausrüstungen, bei denen die Auswahl der richtigen Baumwolle eine ganz entscheidende Rolle gespielt hat. Wie sind Ihre Erfahrungen, Herr Dr. Siegl?

**Dr. Ing. Siegl:** Es kam mir vor allem darauf an, festzustellen, daß scheinbar zwischen der Einreiß- und der Scheuerfestigkeit keine klaren Zusammenhänge beim Baumwolleinsatz bestehen. Da der Baumwollanteil in den Permanent Press-Artikeln doch etwa 50% betragen wird, meine ich, ist doch entscheidend, wie sich die Baumwolle verhält, denn wenn die 50% Baumwolle herausgescheuert werden, dann helfen die restlichen 50% Polyester auch nicht mehr, überhaupt bei Kreuzfärbungen, wo man eine Glatzenbildung bekommt. Es wäre vielleicht doch interessant, einmal labormäßig eindeutig zu klären, ob sich die diversen Baumwollen hier nicht unterschiedlich verhalten.

**Dr. Albrecht:** Diese Versuche, davon bin ich überzeugt, werden sicherlich durchgeführt werden, aber ich persönlich verspreche mir davon nicht sehr viel.

**Dr. Studt:** Ich möchte dazu betonen, derartige Untersuchungen sind bei den Farbwerken Hoechst und bei Glanzstoff sozusagen gemeinsam, oder doch in einem ständigen Erfah-

rungsaustausch durchgeführt worden. Dabei konnte festgestellt werden, daß die Festigkeiten wie Scheuerfestigkeit, Einreißfestigkeit und Längsfestigkeit einzig und allein von der Synthefaser, in diesem Fall von der Polyesterfaser bestimmt werden. Der zellulose Anteil ist völlig ohne Bedeutung, und man muß als Mischungskomponente nicht unbedingt Baumwolle verwenden, man kann genausogut mit Zellwolle mischen; es ist keine Spezialzellwolle dazu erforderlich. Das ist für uns als Chemiefaserhersteller nicht so sehr erfreulich, denn wir würden lieber eine Spezialfaser verkaufen als eine normale Zellwolle. Wenn man aber technisch ganz ehrlich ist, so muß man sagen, daß weder eine hochfeste Zellwolle, noch eine polynosische Faser notwendig ist, sondern man mit einer normalen Zellwolle auskommt, weil eben die Festigkeit von der Synthefaser bestimmt wird.

**Dr. Albrecht:** Diese Ergänzung ist sehr wichtig und man sollte sie sich bei der Herstellung solcher Artikel überlegen. Deswegen ist es natürlich auch sehr bedeutend, wenn so klar ausgesprochen wird, daß der zellulose Anteil nur ein Füllmaterial ist und das Tragende eben doch die Synthefaser ist, sodaß man nun bestimmte Grenzen an Synthefaseranteilen nicht unterschreiten darf. Wir werden hier also eine Grenze, die sich sehr exakt feststellen lassen wird, haben, wobei sich dann noch die Frage, ob Polyester, Polyamid, beziehungsweise welches Polyamid, erhebt. Das dürfte bei der Durchforschung dieses Gebietes unter Umständen interessanter sein als die Frage des zellulose Anteils, denn der ist ziemlich weitgehend geklärt.

**Dr. Heim:** Das Permanent Press-Verfahren wurde ja ursprünglich für Baumwolle als Maßnahme gegen die Konkurrenz der Synthefasern entwickelt. Ich glaube, daß vor einhalb Jahren die Chancen für Polyesterfasern etwas schlecht standen. Man vertrat in den Vereinigten Staaten die Meinung, daß ein Zusatz von etwa 25 % Synthefasern, beispielsweise Nylonfasern, ausreicht, um den Verlust an Scheuerfestigkeit, der bei der Ausrüstung der Baumwolle eintritt, auszugleichen. Jetzt sieht es so aus, als ob die Zellulosefaserzumischung lediglich eine Art der Hochveredlung der Polyesterfaser sei, um Geweben, die überwiegend aus Polyesterfasern bestehen, eine Knitter- und Formbeständigkeit zu geben. Meine Frage ist nun, ob dies tatsächlich technisch notwendig ist. Würde es nicht ausreichen, mit Polyester- oder Nylonfasern die Festigkeitsverluste auszugleichen oder ist der Grund dafür die Rührigkeit der Polyesterfaserhersteller?

**Text.-Ing. Kausch:** Wir müssen zwischen Scheuer- und Reißfestigkeit unterscheiden und in diesem Zusammenhang bei der Reißfestigkeit auch die Berstdruckfestigkeit berücksichtigen. Zur Verbesserung der Scheuerfestigkeit genügen geringere Polyester- oder Polyamidfaserzusätze als 50 %, aber schon bei der Weiterreiß- und Berstdruckfestigkeit ist in einem Polyester/Baumwoll-Mischgewebe ein Polyesterfaseranteil von 50 % nach meiner Auffassung recht niedrig. Bei leichteren Geweben kann man rasch in Gefahrenbereiche kommen, wenn die Ausrüstungsbedingungen hier einmal nicht exakt eingehalten werden, denn hier trägt die Baumwolle dann schon die Festigkeit mit und ist in diesem Falle nicht mehr Füllfaser, wie es bei der Mischung 67/33 der Fall ist.

**Dr. Albrecht:** Darf ich noch eine kleine Ergänzung dazu anbringen? Es ist im Vortrag gesagt worden, daß doch bevorzugt die Mischungen 67/33 oder 65/35 eingesetzt werden sollten und daß es in Amerika Firmen gibt, die für Garne gröber als Nm 60 auch Mischungen 50/50 zugestehen. Ich glaube, das ist eine sachliche Erklärung der Frage von Herrn Dr. Heim. Wenn ich also ein gröberes Garn mit höherer absoluter Festigkeit habe, dann komme ich bereits mit 50 % Synthefaseranteil aus, während ich bei einem feineren auf 65 % hinaufgehen muß.

**Dr. Studt:** Wenn ich Herrn Dr. Heim kurz antworten darf, dann muß ich dazu betonen, daß die Deutsche Rhodioceta AG. auch ein Polyesterfaserhersteller ist. Ich möchte nämlich doch die Polyesterhersteller hier etwas verteidigen. Man muß nicht nur auf die Reiß- und Scheuerfestigkeit sehen, sondern der Artikel hat auch noch anderen Anforderungen zu genügen. Beim Hemd kommt es beispielsweise auf ein gutes Monsanto-Bild und das Nichtvergrauen an. Das Mischungsverhältnis ist ein Kompromiß. Je höher der Polyesteranteil ist, desto höher werden die Festigkeiten; je höher der Baumwollanteil ist, desto besser wird das Monsanto-Bild und desto geringer das Vergrauen. Man strebt also ein Hemd an, das pflegeleicht ist und auch nach fünfzig Wäschen noch gut aussieht. Das war auch der Grund, und darin unterscheiden wir uns von den Farbwerken Hoechst AG., weswegen wir speziell für Hemdenstoffe die klassische Mischung 67/33 verlassen haben und auf ein Mischungsverhältnis 50/50 übergegangen sind. Für Hosen, das möchte ich betonen, bei denen die Scheuerfestigkeit eine wesentlich größere Rolle als bei Hemden spielt, da sind wir bei dem alten Mischungsverhältnis geblieben.

**Text.-Ing. Kausch:** Zu den Ausführungen von Herrn Dr. Studt möchte ich noch folgendes ergänzen. Bei sämtlichen amerikanischen Hemden, bei denen es sich um Permanent-Press-ausgerüstete Mischgewebe 50/50 handelte und die wir prüften, waren wir imstande, die Gewebe mit der Daumenberstprobe zu zerstören. Bei den „Diolen-Star“-Hemden ist uns das bisher nicht gelungen. Im Maiheft von „Consumer's Report“, einer Zeitschrift, die für seriöse fachliche Beurteilung bekannt ist und von der man annehmen kann, daß sie einen für den Markt repräsentativen Querschnitt genommen hat, wurde das Prüfergebnis von fünf Permanent-Press-ausgerüsteten Hemden aus Polyester/Baumwoll-Mischgeweben 65/35 veröffentlicht. Bei vier Hemden war der Polyesterfaseranteil Dacron, bei einem Kodel. Daraus könnte man schließen, daß vielleicht auch in den Vereinigten Staaten der Trend zur Mischung 50/50 für Hemdenstoffe rückläufig ist.

**Direktor Dr. Harms:** Zum Thema des Zelluloseanteils in den Geweben als Ballast, als Füllstoff, schon fast als überflüssiger Füllstoff möchte ich doch noch einiges sagen. Zunächst müssen wir doch feststellen, das Hemd aus 100 % Polyester ist beispielsweise unverkäuflich und existiert deswegen auch nicht. Wenn man nun Zellulosefasern zumischt, dann hat dieser Zellulosefaseranteil nicht nur in einer Hinsicht wesentliche Aufgaben zu erfüllen.

Zum Thema Festigkeitsverlust nach der Ausrüstung möchte ich bemerken, unsere Ergebnisse gehen nicht parallel zu dem, was hier festgestellt worden ist. Ich muß allerdings einschränken, daß wir unsere Untersuchungen nicht an Geweben mit Permanent-Press, sondern Non Iron- und Wash and Wear-Ausrüstung gemacht haben. Das ist vielleicht ein kleiner Unterschied, aber der ist nicht so groß. Wir konnten immer feststellen, daß bei Regeneratzellulosefasern der Festigkeitsabfall gering ist und es keinesweges so ist, daß nach der Ausrüstung die Polyesterfaser allein die ganze Festigkeitsbeanspruchung aufzunehmen hat. Ich stimme darin auch ganz mit Herrn Dr. Heim überein. Bei Permanent-Press mag das vielleicht noch etwas anders sein. Wir sollten uns jedoch hüten, hier vielleicht aus Überlegungen das Experiment vorweg zu nehmen. Ich möchte Herrn Ing. Kausch nochmals fragen, ob vergleichende Untersuchungen an Mischgeweben, beziehungsweise Reingeweben aus Baumwolle, normaler Zellwolle, polynosischen Fasern, Modalfasern, vor und nach der Permanent-Press-Ausrüstung in bezug auf Festigkeits- und Scheuerfestigkeitsabfall vorliegen, sodaß man wirklich zahlenmäßige Aussagen über das, was hier festgestellt wurde, machen kann.

**Text.-Ing. Kausch:** Solche Versuche mit allen Fasern durchzuführen, würde das uns zugemessene Aufgabengebiet übersteigen. Wir betreiben Anwendungstechnik für Polyesterfa-

sern. Wenn wir solch eine Aufgabe angehen, schaffen wir uns vergleichbare Gewebe, ausgehend von 100 % Baumwolle mit steigenden Polyesterfaserzusätzen bis zu einem Mischungsverhältnis Polyester/Baumwolle von 67/33. Diese Gewebe werden unter völlig gleichen Bedingungen ausgerüstet und geprüft. Bei der Ausrüstung achten wir bei einer Versuchsserie auf weitgehende Schonung der Zellulosefaser, bei der anderen auf größtmöglichen Glätteeffekt nach dem Waschen. Dabei zeigt es sich, daß mit kleineren Harzmengen, die eine Baumwollschädigung verringern würden, nicht der Glätteeffekt erreicht wird, den wir mit der Ausrüstung erzielen wollen. Er liegt dann nicht wesentlich über dem Wert, der ohne jede Ausrüstung des Zellulosefaseranteils schon vorliegt.

**Dr. Albrecht:** Zwei Antworten auf Ihre konkreten Fragen, Herr Direktor Dr. Harms. Die Bezeichnung Füllstoff für den Zellulosefaseranteil bezieht sich auf die physikalischen Eigenschaften, nicht auf die physiologischen. Zweitens, die Untersuchungsreihen liegen vor, und wir müssen bedauerlicherweise das, was Herr Dr. Studt gesagt hat, unterstreichen. Das hat bei uns zu gründlichen Überlegungen dieses Themas geführt. Wir könnten, wenn genug Zeit wäre, die Ergebnisse dieser Versuchsreihen in den Werten präsentieren.

**Dr. Heim:** Ich möchte bemerken, daß meine Feststellungen und meine Frage gar nicht pro zellulosische Fasern oder pro Polyester oder Nylon gemeint waren. Die ganze Entwicklung des Permanent Press ist jedoch vom Cotton Council in den USA ausgelöst worden, und zunächst war man sogar der Meinung, daß überhaupt nur Baumwolle und nicht einmal zellulosische Chemiefasern nach diesem Verfahren ausgerüstet werden können. Nun ist es so, daß man mehr als die Hälfte Synthefasern verwendet und außerdem feststellt, daß man noch viel bessere Ergebnisse erhält, wenn man die Baumwolle durch zellulosische Chemiefasern ersetzt. Meine Frage ist nun, ob sich das auch in den USA in dieser Richtung weiterentwickeln wird. Vielleicht könnte Herr Dr. Tippetts dazu etwas sagen.

**Dr. Tippetts:** In der Diskussion wurde bisher nur über Mischungen mit Polyesterfasern gesprochen und das Nylon 420 nicht erwähnt. Zwischen den Eigenschaften der beiden Polymeren besteht aber ein grundlegender Unterschied. Wenn man die Abriebresistenz gegen das jeweilige Molekulargewicht der Polymeren aufträgt, so erhält man für Nylon eine steilere Kurve, das heißt, daß Nylonfasern bei gleichem Molekulargewicht eine höhere Scheuerfestigkeit besitzen als Polyesterfasern. Dazu kommt noch, daß Polyester wegen ihrer höheren Schmelzviskosität bei niedrigeren Molekulargewichten versponnen werden, sodaß von den kommerziellen Stapelfasern die Nylonfasern eine wesentlich höhere Abriebfestigkeit besitzen. Deshalb ist bei Nylonfasern auch nur ein Anteil von 25 % für die Mischung zur Baumwolle notwendig, um den Anforderungen der Praxis an die Dauerhaftigkeit gerecht zu werden, wogegen bei Polyesterfasern höhere Anteile zugesetzt werden müssen. Darin ist auch der Grund für das große Interesse an Nylonfasern als Mischungskomponente mit Zellulosefasern für Permanent Press-Artikel zu suchen. Nylon 420 ist speziell für die Mischung mit Baumwolle entwickelt worden und ist im Modul soweit angeglichen, daß im gesponnenen Garn ein Maximum an Festigkeit erreicht wird. Die meisten Mischungen werden mit Baumwolle durchgeführt, obwohl auch Regeneratzellulosefasern möglich wären, aber ich denke, das ist durch die amerikanischen Marktverhältnisse bedingt. Wir konnten feststellen, daß in letzter Zeit die Nachfrage nach Nylon 420 stark anstieg und Permanent Press das Interesse an Nylonstapelfasern wesentlich aktiviert hat.

**Generaldirektor K. R. Seidl:** Ich glaube, das Thema ist jetzt nahezu ein bißchen verwirrt geworden, besonders für die anwesenden Herren der Textilindustrie. Wir sind aber leider mit der Zeit soweit fortgeschritten, daß es meines Erachtens

nicht mehr möglich ist, auch noch diese wirklich etwas wirren Fragen zu klären, und ich wäre der Meinung, daß wir, vorausgesetzt, daß die Frage „Permanent Press“ – die Welt ist ja im Augenblick etwas kurzlebig – nächstes Jahr noch dieselbe Bedeutung hat, dieses Thema in dem Sinne, wie Sie es sagten, Herr Dr. Albrecht, fortsetzen. Es ist nämlich schon erstaunlich, daß zum Beispiel die Textilindustrie sich selbst scheinbar nicht im klaren ist, ob eine sehr feintitrigere oder eine sehr grobtitrigere Zellwolle besser geeignet ist, nach einer Permanent Press-Ausrüstung die Scheuerfestigkeit etwas zu erhöhen. Ich war ebenfalls einigermaßen erstaunt, daß auch von Herrn Dr. Albrecht gesagt wurde, daß Baumwolle, normale Zellwolle und Modalfasern in diesem Zusammenhang das gleiche seien, was nach unseren Erfahrungen bestimmt nicht der Fall ist, sondern die Baumwolle ist dabei mit Abstand der schlechteste Faktor. Daher war es vielleicht wirklich eine Fehlpropaganda, die Baumwolle dort in den Vordergrund zu stellen. Die Zellwolle ist schon wesentlich besser, und daß die Modalfasern wiederum besser sind, ist auch keine Frage. Meines Erachtens sollten wir die Erörterung dieses Problems für das nächste Jahr vorbereiten. Abschließend möchte ich noch böswärtigerweise sagen, ich war doch einigermaßen glücklich, daß die Herren Techniker und Chemiker, die hier diskutierten und die im Laufe dieser Tagung schon einige Male über die Kaufleute hergefallen sind, fast den Eindruck hätten erwecken können, eine unfaire kaufmännische Diskussion zu führen, wenn ich nicht wüßte, daß an der Konzernspitze alle Zellwolle und Polyesterfasern gleich gern verkaufen. Meine Herren, das ist also ein Problem für nächstes Jahr, denn ich möchte auch hier der Textilindustrie sagen, daß wir gerne bereit sind, gleichfalls an dem Problem mitzuarbeiten, welche Faser auf dem Baumwollsektor als Beimischung für eine Permanent Press-Ausrüstung die geeignetste ist. Zum Abschluß hätte ich noch gerne an Herrn Ing. Kausch eine kurze Frage gerichtet, nämlich ob es überhaupt noch sinnvoll ist, wenn ich 65 oder 67 % Polyesterfasern nehme und eine geeignete Baumwolle oder Zellwolle dazumische, daß ich eine Permanent Press-Ausrüstung durchführe.

**Text.-Ing. Kausch:** Es ist sinnvoll. Wir haben jahrelang die Meinung vertreten, bei dem Mischungsverhältnis 67/33 sei eine zusätzliche Harzausrüstung des Zelluloseanteils nicht erforderlich. Es war sogar eine Zeit lang ausgesprochen verpönt. Aber wenn ich auf diese Glätte nach dem Waschen, wie die Kollegen aus den Vereinigten Staaten uns das an diesen Mischungen zeigten, Wert lege, dann ist eine zusätzliche Harzausrüstung nicht zu umgehen, und es sind sogar die genannten, sehr hohen Harzmengen notwendig, um dieses Bild zu erreichen.

**Dr. Albrecht:** Zur Antwort von Herrn Ing. Kausch möchte ich noch ergänzen, daß man auch auf dem Weißwäschesektor, wie Bett- und Tischwäsche, mit kardiertem Material nach der Permanent Press-Ausrüstung einen Damastcharakter erzielen kann, der sich über eine große Anzahl von Wäschen hält. Diese Wäsche ist auch bügelfrei und nach dem Waschen schön glatt. Ich glaube die Diskussion hat ganz treffend gezeigt, daß wir wieder einmal ins Schwarze getroffen haben, insofern, als wir ein heißes Eisen anfaßten. Ich denke, wir in Europa haben allein schon im Zuge der Entwicklung und der Aufstellung dieser Ofen sowie Sammeln von Erfahrungen noch ein Jahr lang Zeit, uns damit auseinanderzusetzen, aber dann dürfte es der letzte Termin sein. Im nächsten Jahr können wir alle sicherlich entsprechend mehr über unsere eigenen Erfahrungen berichten als heute, aber einige Grundlagen, das konnten Sie merken, sind auch bereits in Deutschland erarbeitet. Es bleibt dann festzustellen, wie die Entwicklung weitergeht, das heißt also, was Herr Generaldirektor Seidl schon anführte, ob es eine Mode oder eine ernstzunehmende Entwicklung ist. Meines Erachtens kann man schon heute sagen, daß letzteres der Fall ist und nur noch die Frage offenbleibt, für welche Artikel es sich garantiert durchsetzen wird, und diese sollte man dann ganz besonders unter die Lupe nehmen.

## Aktuelle wirtschafts- und handelspolitische Probleme der Textilindustrie

Dr. Hans Werner Staratzke, Frankfurt a. M.

Die Textilindustrie befindet sich infolge der Fortschritte der Produktionstechnik und der Fasertechnologie in einem tiefgreifenden Wandlungsprozeß. Die Einflüsse der Mode auf die Textilproduktion schaffen zugleich neue Impulse, aber auch neue Probleme für die Textilunternehmen. Es bedarf deshalb eines verstärkten Zusammenwirkens der Unternehmen mit ihren Vorlieferanten einerseits und den Kunden andererseits, aber auch größeren Verständnisses von seiten der Wirtschaftspolitik, der die Aufgabe zukommt, das unternehmerische Risiko zu vermindern.

Für die europäische Textilindustrie heißt Wirtschaftspolitik vor allem Handels- und Steuerpolitik. In den Beratungen der Genfer Welthandelskonferenz ist es sehr deutlich geworden, daß die Handelspolitik der Industrieländer die notwendige Gemeinsamkeit vermissen läßt. Die nationalen Unterschiede in der Steuerpolitik führen zu erheblichen Unzuträglichkeiten im grenzüberschreitenden Warenverkehr. Wenn der Außenhandel wohlstandsfördernd wirken soll, dann müssen die Märkte der freien Welt zunehmend „gemeinsame“ Märkte werden.

Diesem Grundgedanken entspricht zum Beispiel das Genfer Baumwollwaren-Abkommen. Ihm entspricht auch die Abkehr von der überholten Auffassung, daß die Textilbetriebe möglichst in die Entwicklungsländer „verlagert“ werden sollen. Die Textilindustrie hat nach heutiger Auffassung ihren Standort zweckmäßig in den Industrieländern und wird diesen Standort mit Erfolg verteidigen können, wenn ein Mindestmaß an Fairness im internationalen Handel sichergestellt werden kann.

*The textile industry — as a result of current advances affecting both production techniques and fiber technology — is at present undergoing a deep-reaching evolutionary process. Fashion trends influencing textile production, while generating new impulses, also confront textile enterprises with additional problems. Increased cooperation on the part of textile enterprises with their suppliers, on the one hand, and with their customers, on the other, has thus become imperative, and this necessity is coupled with the need for more thoughtful consideration from those engaged in economic policy and responsible for cutting down the risk incurred by private enterprise.*

*Economic policy, to the European textile industry, primarily spells trade and tax policies. The discussions held at the Geneva World Trade Conference have made it quite obvious that the commercial policy observed in industrialized countries lacks the required uniformity. National variations in tax policy give rise to considerable inconvenience in shipping goods across national boundaries. If foreign trade is to increase prosperity, the markets of the Free World must progressively integrate to form „common“ markets.*

*The Geneva Cotton Goods Treaty is one development showing perfect concurrence with this fundamental idea. The abandonment of the outdated conception that textile plants, wherever possible, should relocate in underdeveloped countries is another. According to present-day understanding, the textile industry is located to best advantage in the industrialized part of the world, and will be able successfully to defend its location provided a minimum amount of fairness can be ensured in international trade.*

### Meine sehr verehrten Damen und Herren!

Ich bin Ihnen sehr dankbar, daß Sie mir Gelegenheit geben, vor Ihnen über die Fragen zu sprechen, vor die die Textilindustrie nicht nur in Europa, sondern mit mehr oder weniger großen Unterschieden in der gesamten industrialisierten Welt gestellt ist. Es gehört zu den populären Erkenntnissen der letzten Jahrzehnte, daß die Textilindustrie eine sogenannte „alte“ Industrie ist, die völlig anderen Gesetzen und Bedingungen unterliegt als die sogenannten jungen Wachstumsindustrien. An dieser Aussage ist genau soviel richtig wie falsch. Tatsächlich sind die Textilindustrien der industrialisierten Länder — gemessen an der Dauer ihrer Existenz — alte und traditionsreiche Industrien. Aus der Wirtschaftsgeschichte ist hinlänglich bekannt, daß der Industrialisierungsprozeß mit der textilen Produktionstechnik eingeleitet worden ist. Die ersten mechanischen Webstühle sind die ersten industriellen Anlagen überhaupt gewesen. Diese historische Tatsache hat vielfach zu der völlig unzutreffenden Auffassung geführt, daß die technische Entwicklung in der Textilindustrie längst zum Abschluß gekommen sei.

Ich will nicht bestreiten, daß es in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts — zumindest für den Außenstehenden — so ausgesehen haben mag. Der technische Fortschritt war in diesen Jahren — vielleicht sogar noch bis vor einem Jahrzehnt — in der Textilindustrie keineswegs spektakulär. Die Entwicklung ging langsam und oft nur zögernd weiter. Dies hat sich spätestens seit der Mitte der fünfziger Jahre radikal geändert. Der technische Fortschritt in der Textilindustrie hat ein Tempo angenommen und Auswirkungen auf Produktion, Absatz und Struktur unserer Industrie gehabt, deren Umfang weithin noch nicht erkannt ist; und es muß hinzugefügt werden: Die Dynamik des letzten Jahrzehnts ist bis heute keineswegs gedämpft worden, sondern hat sich eher noch verstärkt. Aller Voraussicht nach wird sich diese zweite technische Revolution in der Textilindustrie noch auf absehbare Zeit und möglicherweise in erhöhtem Ausmaß fortsetzen.

Bereits an dieser Stelle möchte ich betonen, daß die Entwicklung von Chemiefasern und -endlosfäden hierbei entscheidende Impulse gegeben hat und weiterhin geben wird. Die Dynamik des technischen Fort-

schritts in der Textilindustrie hat — wie mir scheint —, zwei hervorragende Bestimmungsgründe, zwischen denen überdies ein enger Zusammenhang besteht. Dies sind: Die immer rationeller gewordene Maschinenteknik einschließlich der hochverfeinerten Regeltechnik auf der einen Seite und auf der anderen Seite die Methoden der chemischen Faserherstellung, die es erlauben, immer effizientere technische Anlagen zur Herstellung von Garnen und Geweben einzusetzen. Eines ist ohne das andere in der modernen Textilindustrie undenkbar.

Technik und technischer Fortschritt sollen und dürfen nicht Selbstzweck sein, sondern Mittel zur Hebung des allgemeinen Wohlstandes und damit letztlich zur Verbesserung der wirtschaftlichen Verhältnisse. Daher kann man die Ergebnisse der zunehmenden Produktivitätssteigerung nur hinreichend beurteilen, wenn man zugleich ihre wirtschaftlichen und wirtschaftspolitischen Folgen in die Betrachtung einbezieht. Wirtschaftlich hat die vom technischen Fortschritt ausgehende Produktionssteigerung zunächst bewirkt, daß die Unternehmen dem immer stärker werdenden Druck der Arbeitskosten ausweichen können. So hat zum Beispiel die westdeutsche Textilindustrie während der letzten fünf Jahre rund 70 000 Arbeitskräfte freigesetzt, indem sie ihre Produktivität im Jahresdurchschnitt um mehr als 10 Prozent erhöht hat. Von den rund 620 000 Menschen, die im Jahre 1960 in der deutschen Textilindustrie beschäftigt wurden, sind heute nur noch knapp 550 000 beschäftigt. Sie erzeugen aber ein um über 30 Prozent höheres Produktions- und Umsatzvolumen. Je Arbeiterstunde beträgt die Steigerung sogar genau nahezu das Doppelte, also fast 60 Prozent.

Zu unserem Kummer hat sich diese Entwicklung allerdings nicht in einer Verbesserung der Ertragslage der Unternehmen ausgewirkt. Die deutsche Textilindustrie wurde durch die rasch steigenden Stundenlöhne gezwungen, die Arbeitskostensparnisse in Form höherer Stundenlöhne weiterzugeben. Zugleich war der technische Fortschritt in den Unternehmen keine risikolose, sondern eine recht kostspielige Angelegenheit. Die deutschen Unternehmen haben beispielsweise in den letzten fünf Jahren mehr als 5 Milliarden DM investieren müssen, um den Produktivitätseffekt zu erzielen, den ich Ihnen geschildert habe.

Zweifelloos ist es für die Textilunternehmen enttäuschend, wenn sie bei diesen Erfolgen auf produktions-technischer Seite keine Verbesserung ihrer Ertragsbilanzen erkennen können. Auf der anderen Seite ist die Produktivitätsentwicklung einer Industrie nicht nur im Hinblick auf die Ertragslage der Unternehmen wichtig, sondern auch im Hinblick auf die volkswirtschaftlichen Bestimmungsgrößen des Wirtschaftswachstums. Die meisten Industrieländer, in denen seit Jahren Vollbeschäftigung herrscht, müssen damit rechnen, daß ihr künftiges wirtschaftliches Wachstum nahezu ausschließlich von der Produktivitätsentwicklung in ihrer Industrie abhängt. Daher ist es unter langfristigen Wachstumsgesichtspunkten notwendig, denjenigen Industrien wirtschaftspolitisch besondere Aufmerksamkeit zu schenken, deren Produktivitätswachstum überdurchschnittlich ist und deren absehbares künftiges Produktivitätswachstum stärker ist als im Durchschnitt der gesamten Industrie. Dazu gehört vornehmlich die Textilindustrie. Auch hiezu ein Zahlenbeispiel

aus den Verhältnissen in der Bundesrepublik Deutschland:

Seit 1958 stieg der Index der Produktivität in der deutschen Textilindustrie von 100 auf 186, während die sogenannte volkswirtschaftliche Produktivität, also das Bruttoinlandprodukt je Arbeiterstunde, im gleichen Zeitraum von 100 auf 146 stieg. Vergleicht man diese beiden Zahlen, so wird deutlich, in welchem Ausmaß die Produktivitätssteigerung in der Textilindustrie das Produktivitätswachstum in der gesamten Volkswirtschaft beeinflußt. Da, wie ich zu Anfang ausführte, der technische Fortschritt in der Textilindustrie noch längst nicht zum Abschluß gekommen ist, darf erwartet werden, daß dieser positive, von der Textilindustrie ausgehende Einfluß noch auf sehr lange Zeit hin anhalten wird. Hieraus sollte — so meine ich — die Wirtschaftspolitik und insbesondere derjenige Zweig der Wirtschaftspolitik, der sich mit Fragen des Strukturwandels befaßt, konstruktive Schlüsse ziehen.

Die Verwirklichung des technischen Fortschritts ist immer mit Risiken beladen. Je mehr das Tempo dieses Wandels in den Produktionsverfahren sich beschleunigt, je größer der notwendige Kapitaleinsatz ist und je stärker die Marktschwankungen sind, umso größer ist auch das Investitionsrisiko. Wenn erwartet wird, daß eine Industrie, deren Struktur durch das Vorherrschen mittlerer Betriebsgrößen gekennzeichnet ist, dem technischen Fortschritt mit dem notwendigen Tempo folgen soll, muß die Wirtschaftspolitik alles vermeiden, was die erwähnten Risiken weiter erhöht. Dazu gehört unter anderem, daß die Kapitalkraft der Unternehmen nicht durch eine unvernünftige Steuerpolitik oder durch eine schädliche Handelspolitik untergraben wird. Es wäre sicherlich unvernünftig und mit den staatsbürgerlichen Tugenden nicht zu vereinbaren, wenn eine Industrie für sich Vorteile beanspruchen wollte, etwa der Art, von Steuern, die andere zahlen müssen, befreit zu werden, Subventionen zu erhalten oder einen protektionistischen Schutz gegenüber der normalen Konkurrenz zu genießen. Aus den Erfahrungen, die wir gemacht haben, können wir den Schluß ziehen, daß diese Praktiken der künstlichen Besserstellung im Wettbewerb sinnlos und auf die Dauer schädlich sind. Ich glaube, dies muß einer möglichen Kritik der Wirtschafts-, Handels- und Steuerpolitik vorangestellt werden, wenn man Mißverständnisse vermeiden will.

Es fragt sich daher, welche konkreten wirtschaftspolitischen Maßnahmen, die nicht unter die oben zitierten Kategorien fallen, in Betracht gezogen werden sollten, um die Wettbewerbsstellung der Textilindustrie zu verbessern. Zunächst sollte als generelles Prinzip gelten, daß mögliche Gleichheit hinsichtlich der vom Staat gesetzten Wettbewerbsvoraussetzungen herrscht. Das gilt sowohl im Verhältnis zu den übrigen Industriezweigen einer Volkswirtschaft, als auch gegenüber den Textilindustrien anderer Volkswirtschaften. Denn nach beiden Richtungen herrscht Konkurrenz. Gegenüber den übrigen Industrien richtet sich diese Konkurrenz auf Substitutionsgüter und auf die eingesetzten Produktivitätsfaktoren Arbeit und Kapital. Gegenüber den Textilindustrien anderer Länder spielt sich die Konkurrenz unmittelbar auf den Textilmärkten ab. Diese Forderung gilt vor allem hinsichtlich der

internationalen Auswirkungen einer solchen Industriepolitik und natürlich in erster Linie in den Wirtschaftsräumen, die als gemeinsame Märkte bezeichnet werden. Der gemeinsame Markt der USA ist hierin aus Tradition und staatlicher Bindung sicherlich ein Vorbild für die westliche Welt. Hier herrscht zwar hinsichtlich der Steuerpolitik manche Ungereimtheit zwischen den einzelnen Bundesstaaten; hinsichtlich der Handelspolitik, die von der US-Bundesregierung praktiziert wird, herrscht jedoch Einheitlichkeit. Mit gewissen Einschränkungen ist hier also der Binnenmarkt mit allen Vorteilen, die die Gleichartigkeit seiner Bedingungen für die Industriestruktur hat, verwirklicht. Ganz anders liegen die Verhältnisse innerhalb der EWG. Von einem Binnenmarkt sind wir noch weit entfernt und binnenmarktähnliche Verhältnisse deuten sich erst in einigen wenigen Ansätzen an, so zum Beispiel in der Zollpolitik. Für die EFTA-Länder gilt mit dem einen oder anderen Abstrich wohl das gleiche.

Dennoch muß festgestellt werden, daß die wirtschaftlichen Voraussetzungen für die Prosperität einer modernen dynamischen Industrie innerhalb eines gemeinsamen Marktes erst gegeben sind, wenn die Gleichartigkeit der Wettbewerbsbedingungen zumindest annähernd verwirklicht ist. Lassen Sie mich hierzu einige Beispiele nennen, die dies — wie mir scheint — deutlich machen. Von allen Bekleidungseinfuhren der gesamten EWG aus der britischen Kronkolonie Hongkong nimmt die Bundesrepublik Deutschland 85 Prozent auf, Frankreich und Italien zusammen nicht einmal 2 Prozent. Von den restlichen 13 Prozent kommt mit größter Wahrscheinlichkeit der weitaus größte Betrag auf dem Umweg über die übrigen EWG-Länder ebenfalls auf den deutschen Markt. Dies liegt nicht daran, daß in der Bundesrepublik Deutschland eine besondere Präferenz für Hongkongtextilien gegeben ist, sondern einfach daran, daß es eine gemeinsame Handelspolitik der EWG-Staaten noch nicht gibt. Ein anderes Beispiel bezieht sich auf die ebenfalls entscheidend wichtige Frage der Steuerbelastung: Während allein die Belastung mit Vermögenssteuer und vermögensabhängigen Steuern in der Bundesrepublik die Textilunternehmen mit 4 bis 6 Prozent vom Umsatz trifft, existiert eine solche Steuer in anderen Ländern der EWG überhaupt nicht.

Zum Steuerausgleich an den EWG-Binnengrenzen wird nicht die gesamte Steuerlast, die auf den Erzeugnissen ruht, herangezogen, sondern nur die sogenannten indirekten Steuern, also Umsatz- bzw. Mehrwertsteuer. Der Anteil der indirekten Steuern ist aber in den EWG-Ländern äußerst unterschiedlich mit der Folge, daß damit die Länder mit hohem Anteil direkter Steuern durch den Grenzausgleich weniger entlastet werden als diejenigen Länder mit einem geringen Anteil direkter Steuern.

Ich erwähne dies nicht, um über die besondere Belastung, der die deutsche Textilindustrie im Konkurrenzverhältnis mit ihren EWG-Partnern ausgesetzt ist, zu klagen. Aber es scheint mir wichtig zu sein, durch diese Beispiele deutlich zu machen, wie weit wir noch von den im EWG-Vertrag geforderten binnenmarktähnlichen Verhältnissen entfernt sind. Es wird noch viele Jahre dauern, bis die beiden Grundvoraussetzungen jeder wirtschaftlichen Integration, gemeinsame

Handelspolitik und gleichartige Steuerbelastung, erfüllt sind.

In der Zwischenzeit treten jedoch Konsequenzen wirtschaftlicher und struktureller Art ein, die, wenn man zu einem echten gemeinsamen Markt kommen will, nicht hingenommen werden dürften. So hat sich zum Beispiel der Textil-Einfuhrüberschuß in der Bundesrepublik im Jahre 1965 auf rund 2,3 Milliarden DM erhöht; bei einem Gesamteinfuhrvolumen an textilen Halb- und Fertigwaren von rund 5,6 Milliarden DM. Diese gewaltige Einfuhrmenge absorbiert zur Zeit mehr als ein Sechstel des gesamten Textilverbrauchs in der Bundesrepublik. Der textile Verbrauchszuwachs in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1965 kam daher fast ausschließlich den Importen, das heißt dem Ausland zugute. Gleichzeitig gingen die Textilimporte in den übrigen EWG-Ländern zum Teil aus konjunkturellen Gründen, zum Teil wegen administrativer Hindernisse zurück.

Dies ist jedoch nur die vordere Seite der Medaille. Der erhebliche Importdruck auf die deutsche Textilindustrie hat überdies strukturelle Auswirkungen. In den letzten Jahren seit 1960 hat sich die Zahl der Unternehmen in der Bundesrepublik um knapp 500 auf zur Zeit rund 4000 vermindert. Ich bin sicher, daß ein großer Teil dieser Unternehmen unter den Wettbewerbsbedingungen, wie sie in anderen Teilen des gemeinsamen Marktes herrschen, durchaus erfolgreich existieren könnte.

Nun aber zurück zu den grundsätzlichen Betrachtungen. Eine Entwicklung, wie ich sie am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland schilderte, ist aber auch unter integrationspolitischen Gesichtspunkten bedauerlich. Die wirtschaftlichen Vorteile der Integration und damit des gemeinsamen Marktes bestehen ausschließlich darin, daß die Produktionsstruktur innerhalb dieses Marktes sich ihrem Optimum nähert. Jede strukturelle Entwicklung, die — wie die soeben geschilderte — von der optimalen Produktionsstruktur deswegen wegführt, weil sie Betriebe, die in einem Land unrentabel sind, im anderen Land hält und umgekehrt, führt nicht zu diesem Ziel hin, sondern von ihm weg. Wir müssen dies auch deshalb immer wieder betonen, weil die politischen Hoffnungen, die man in ein vereintes Europa setzt, wesentlich davon beeinflusst werden, ob sich dieses vereinte Europa auf wirtschaftlicher Basis bewährt. Mit anderen Worten: Das Scheitern der EWG als wirtschaftliche Vereinigung der sechs europäischen Staaten würde das Zustandekommen einer politischen Einheit eines Großeuropas unmöglich machen. Auf der anderen Seite hat die gewiß noch nicht aufgegebene Idee der politischen Einheit Europas nur dann eine Chance, wenn der nationale Anteil an der gemeinsamen wirtschaftlichen Basis stärker ist, als die jedes einzelnen Landes für sich genommen.

Die divergierenden Tendenzen in der Strukturentwicklung der EWG-Textilindustrie allein entscheiden gewiß nicht über Erfolg oder Mißerfolg des gemeinsamen Marktes. Aber vieles spricht dafür, daß sie für alle die Industrien symptomatisch werden könnten, bei denen der Wettbewerb sich erheblich verstärkt. Denn dies ist der entscheidende Unterschied der Textilindustrie zu nahezu allen übrigen Industrien der industrialisierten Länder: Nirgends sonst ist der Wettbewerbs-

grad so hoch wie in der Textilindustrie, nirgends sonst wird daher der Kampf um die Märkte so heftig ausgetragen.

Nun ist der Wettbewerb in einer freiheitlichen Wirtschaft notwendig und produktiv, und es wäre kurzsichtig, würde der Staat sich für eine generelle Beschränkung des Wettbewerbs einsetzen. Denn damit würde er die produktiven Effekte, die der Wettbewerb hat, vernichten. Es kann daher immer nur darum gehen, diejenigen Formen des Wettbewerbs zu unterbinden, die unter dem Begriff „anomaler Wettbewerb“ etwas summarisch zusammengefaßt werden. Ohne hiebei auf die Details der damit angeschnittenen Fragen näher einzugehen, scheint es mir notwendig zu sein, einige Beispiele für anomalen Wettbewerb zu nennen:

Der Wettbewerb ist anomal, wenn ein Land, in dem Staatshandel herrscht, unkontrolliert auf den Märkten einer freiheitlichen Wirtschaftsordnung auftreten kann. Würde dies verlangt, so würde der Unternehmer in der freien Wirtschaftsordnung überfordert, und es läge in der Hand der Staatsfunktionäre, die jeweiligen Marktbedingungen in den freiheitlichen Ländern nach Belieben zu verändern. Es ist auch nicht vertretbar, daß in den internationalen Handelsverhandlungen zwischen freiheitlichen Ländern und Staatshandelsländern die Lieferung nur einer bestimmten Gruppe von Erzeugnissen, zum Beispiel Investitionsgütern, vereinbart wird und zur Bezahlung dieser Lieferungen Konsumgüter abgenommen werden müssen. Die politisch erwünschten Wirkungen gehen damit zu Lasten und auf Kosten der Konsumgüterhersteller, deren Konkurrenzgrad im Inland ohnehin viel höher ist als derjenige der Hersteller von Investitionsgütern.

Anomal ist eine Konkurrenz auch, wenn die sogenannten Niedrigpreisländer Ostasiens und manche Entwicklungsländer aus devisenpolitischen Gründen ihre Textilexporte, die ungefähr die Hälfte ihres gesamten Exportvolumens ausmachen, auf vielfältige Weise so subventionieren, daß echte Marktpreise nicht mehr zustandekommen. Dieses Verhalten ist überdies auch deswegen kurzsichtig, weil es in vielen nachgewiesenen Fällen dahin führt, daß die von den ärmeren Ländern erzielten Exportpreise die industriellen Produktionskosten einschließlich aller zusätzlichen Aufwendungen für den Export nicht decken. Diese Art Wirtschaftstätigkeit steht in krassem Widerspruch zu jeder rationalen wirtschaftlichen Überlegung. Es ist ein weitverbreiteter und offenbar nur sehr schwer ausrottbarer Irrglaube, man könne dadurch reich werden, daß man einen Teil seiner industriellen Wertschöpfung durch gewaltsame Exporte verschenkt. Das Gegenteil ist der Fall. Alle Entwicklungsländer, die für ihre Exporte höhere volkswirtschaftliche Kosten aufwenden müssen, als ihnen an Erträgen zufließt, schädigen sich durch dieses Verfahren selbst. Sie werden dadurch nicht reicher, sondern ärmer.

Zu den negativen Wirkungen dieser Politik kommt, daß in den industrialisierten Ländern bei Fortsetzung dieser Praxis Kapitalverluste entstehen, die bei rationalem wirtschaftlichen Verhalten vermieden werden könnten, das heißt, sie sind prinzipiell überflüssig.

Ich möchte aber gerade in diesem Punkt nicht mißverstanden werden, denn es liegt mir fern, den Entwicklungsländern ihre Industrialisierung zu mißgön-

nen. Im Gegenteil. Ich möchte nur davor warnen, daß sie ihre Industrialisierung mit der Herstellung derjenigen Erzeugnisse beginnen, die ihnen die relativ geringsten Ertragsaussichten versprechen. Anders sieht es selbstverständlich mit Industrialisierungsvorhaben im Bereich der Textilindustrie aus, die zur Deckung des Inlandbedarfs dienen oder die sich aus der Bildung größerer Märkte zwischen mehreren Entwicklungsländern als wirtschaftlich berechtigt erweisen. Aber es ist in jedem Falle eine Illusion zu glauben, man könne erfolgreich Entwicklungspolitik betreiben, ohne dabei die wirtschaftlichen Grundtatsachen im Auge zu behalten. Ohne Berücksichtigung der wirtschaftlichen Verhältnisse wird jedes noch so ehrgeizige Entwicklungsprojekt auf die Dauer zu Fehlinvestitionen und damit zum Verlustgeschäft führen.

Dies sind nur einige Probleme, die im Zusammenhang mit der sogenannten anomalen Konkurrenz auftreten. Man wird sie, trotz zunehmender Einsicht der daraus entstehenden Folgen, wohl in absehbarer Zeit nicht befriedigend lösen können oder wollen. Auf der anderen Seite kann nicht übersehen werden, daß es möglich ist, auf der Basis weltweiter handelspolitischer Vereinbarungen wenigstens einen Schritt weiterzukommen. Einer der erfolgreichsten Versuche in dieser Richtung ist das Genfer Baumwollwarenabkommen, das im nächsten Jahr auslaufen wird und dessen Fortsetzung noch nicht sicher ist. Dieses Abkommen hat immerhin zu erreichen vermocht, daß die Länder der nichtindustrialisierten Welt ihre Baumwollwarenxporte in einem begrenzten Umfang ausdehnen konnten, und zugleich bot das Abkommen den industrialisierten Ländern die Möglichkeit, bei tiefgreifenden Marktstörungen begrenzte und befristete Hilfsmaßnahmen einzuleiten. Nach unseren bisherigen Erfahrungen ist es jedoch eine Schwäche dieses Abkommens, daß die tatsächliche Anwendung in den einzelnen Ländern außerordentlich unterschiedlich geschieht. So haben zum Beispiel die USA in einer großen Anzahl von Fällen Marktstörungen im Sinne des Abkommens festgestellt und bekämpft, während andere Länder bei sicherlich gleicher, wenn nicht größerer Marktstörung auf die Anrufung des Baumwollwarenabkommens verzichtet haben. Es sollte möglich sein, unter den Ländern der industrialisierten Welt ein höheres Maß an Gemeinsamkeit in der Anwendung dieses Vertrages zu erreichen. Denn nur dann wird er auf die Dauer auch den nichtindustrialisierten Ländern als ein wirksames Instrument ihrer stetigen Entwicklung erscheinen. Hier stehen wir Ende dieses Jahres und während des nächsten Jahres vor Verhandlungen, die sich in ihrem Schwierigkeitsgrad, wenn auch nicht in ihrer allgemeinen Bedeutung, nicht wesentlich von den Verhandlungen über die Kennedy-Runde unterscheiden.

Das Stichwort „Kennedy-Runde“ bietet ebenfalls Anlaß, die speziellen textilwirtschaftlichen Aspekte, die in diesem Zusammenhang auftreten, kurz zu beleuchten. Die Kennedy-Runde, deren weltweite integrierende Wirkung von uns anerkannt und begrüßt wird, schafft für die einzelnen Industriezweige der industrialisierten Welt ganz unterschiedliche Bedingungen. In vielen Fällen wird die Erhöhung des Konkurrenzgrades durch Senkung der Zölle positive und produktivitätsfördernde Wirkungen haben. Aber auch hier macht die Textilindustrie, ob das nun der großen

Wirtschaftspolitik gefällt oder nicht, eine entscheidende Ausnahme. Die Erhöhung des Konkurrenzgrades kann volkswirtschaftlich kaum noch positive Wirkungen haben, wenn bereits das Optimum in dieser Richtung überschritten ist. Zum anderen beteiligen sich die am Textilexport in die Industrieländer besonders interessierten Länder an der Kennedy-Runde nicht. Die Zollsenkung würde also zu einer Einbahnstraße des Textilimports in die Industrieländer werden. Das ist bei der Konzentration der an der Kennedy-Runde nichtbeteiligten Länder für den Textilexport eine für die Textilindustrien der industrialisierten Welt unerträgliche Konsequenz.

Auch im Innenverhältnis zwischen den Industrieländern, speziell gegenüber den USA, würden die gegenseitigen Zollsenkungen völlig unterschiedliche Voraussetzungen schaffen. Dort, wo die Zölle nach ihrer 50%igen Verminderung immer noch prohibitiv auf den Textilimport wirken, würde die Kennedy-Runde keine multilaterale Ausweitung des Handels bewirken. Umgekehrt nähme der Importdruck in den Ländern besonders stark zu, die ihre Handelsschranken bereits so sehr abgebaut haben, daß sie nicht mehr prohibitiv wirken. Mit anderen Worten: Gerade diejenigen Länder, die bisher am meisten zur Ausweitung des Welthandels beigetragen haben, müßten zusätzliche Importe aufnehmen, ohne gleichzeitig mehr Erzeugnisse exportieren zu können. Von allen Industrien, die dabei potentiell berührt werden, wäre wiederum die Textilindustrie die zunächst und nachhaltig davon betroffene.

Trotz dieser Kritik an der Kennedy-Runde soll und darf nicht übersehen werden, daß sie einen Teil der desintegrierenden Wirkungen ausgleichen könnte, die sich durch die Spaltung Europas in zwei Wirtschaftsblöcke eingestellt haben. Wie die Kennedy-Runde aus der Sicht der europäischen Textilindustrie zu beurteilen ist, wird daher nicht nur eine Frage des Kompromisses mit den Niedrigpreisländern und Entwicklungsländern auf der einen Seite und den USA auf der anderen Seite sein, sondern auch die reintegrierende Wirkung im Verhältnis EWG/EFTA gehört dazu. Besonders für die deutsche Textilindustrie hat die Spaltung Europas in zwei Wirtschaftsblöcke manche Beeinträchtigungen mit sich gebracht.

Es wäre jedoch nicht korrekt, würde man die Probleme der Textilindustrie in den industrialisierten Ländern allein auf wirtschafts- und handelspolitische Aspekte reduzieren. In einer freien Wirtschaft kommt es in erster Linie auf die unternehmerischen Entscheidungen an. Sie wirken sich nicht nur in den Ertragsbilanzen, sondern auch auf die Produktionsstruktur aus. Die kräftigen Produktionssteigerungen der Textilindustrie besagen keinesfalls, daß die Produktionsstruktur bereits optimal ist. In Zukunft werden wir daher aller Voraussicht nach noch stärkere Konzentrationsvorgänge erleben als in der Vergangenheit. Und es dürfte unbestreitbar sein, daß die Textilindustrien der industrialisierten Länder im internationalen Wettbewerb umso besser bestehen können, je stärker sie sich produktionstechnisch und absatzmäßig zusammenschließen. Diese Erfahrungstatsache hat jedoch gelegentlich zu einer Art Konzentrationseuphorie geführt. Sie ist, wie jede Euphorie, ohne solide Grundlage. Wenn sich auch die Konzentrationsprozesse beschleunigen werden,

so doch sicher nicht mit der Vehemenz einer Katastrophe, sondern aller Voraussicht nach im Zuge eines kontrollierbaren Ablaufs. Denn es trifft nicht zu, daß die Leistungsfähigkeit eines Textilunternehmens in erster Linie oder gar ausschließlich von seiner Größe abhängt. In einer Industrie, die einer sich in Mode und Qualität ständig ändernden Nachfrage gegenübersteht, ist die Anpassungsfähigkeit an diese Wandlungen und das Gefühl dafür, wie sie rechtzeitig zu nutzen sind, von höchster Bedeutung. Diese Tatsache gibt den Textilunternehmen aller Größenklassen Chancen, im Wettbewerb zu bestehen. Zwar werden die mittleren und die kleinen Unternehmen kaum die Vorteile der Massenproduktion für sich in Anspruch nehmen können, aber nichts steht ihren Bestrebungen im Wege, die keinesfalls unbeträchtlichen Vorteile in der Serienproduktion zu suchen.

Es ist eine wichtige Aufgabe aller industriellen Organisationen, dafür zu sorgen, daß der Rahmen, in dem sich die zwischenbetriebliche Zusammenarbeit abspielen kann, von den staatlichen Stellen auf eine rationalisierungsfreundliche Weise gezogen wird. Verbundbestrebungen zwischen Textilbetrieben, und zwar nicht nur im nationalen Bereich, sondern über die Grenzen hinaus, sollten unterstützt werden, weil sie diesen Zwecken förderlich sind. Bei dem hohen Wettbewerbsgrad, der in allen Industrieländern für die Textilindustrie gegeben ist, dürften Zusammenschlüsse zwischen Textilunternehmen keinerlei negative wettbewerbspolitische Folgen haben.

Auch die häufig anzutreffende Meinung, mittlere und kleinere Textilunternehmen seien nicht imstande, den Anforderungen, die seitens der Forschung heute an unsere Industrie gestellt werden, zu entsprechen, ist nur bedingt richtig. Seit einigen Jahren wird zunehmend erkannt, daß die gemeinsam betriebene Forschung in den textiltechnischen und textilchemischen Forschungsinstituten eine durchaus diskutable Alternative für die Unternehmensforschung ist. Auch für die großen Unternehmen dürften die in den Forschungsinstituten erzielten Ergebnisse eine wichtige produktivitätsfördernde Ergänzung ihrer eigenen Forschung sein.

Diese Tatsachen hängen unmittelbar mit einem für die Zukunft unserer Industrie entscheidenden Problem zusammen. Wie jede traditionelle Industrie spürt die Textilindustrie die Konkurrenz der sogenannten Wachstumsindustrien besonders stark auf dem Arbeitsmarkt. Das gilt vor allem in den vollbeschäftigten Ländern, und das heißt heute in fast allen Industrieländern. Es ist daher auch aus diesem wichtigen Grund notwendig, daß die Textilindustrien in der Öffentlichkeit ihren hohen Leistungsgrad deutlich machen und zeigen, in welchem Ausmaß sie interessante und entwicklungsfähige Arbeitsplätze anzubieten haben. Wir müssen das überkommene Vorurteil überwinden, die Textilindustrie sei eine wenig aussichtsreiche, technisch zurückgebliebene Industrie.

Ich hoffe, meine sehr verehrten Damen und Herren, daß meine Ausführungen dazu beigetragen haben zu zeigen, daß diese Textilindustrie, die ja der Abnehmer der stetig wachsenden Chemiefaserproduktion ist, eine interessante, leistungsfähige und dynamische Industrie ist.

## Diskussion

**Generaldirektor K. R. Seidl:** Sehr geehrter Herr Doktor, wie nicht anders erwartet — Sie haben das an der Aufmerksamkeit des Auditoriums feststellen können — hat Ihr Vortrag jene Aufnahme gefunden, die ihm gebührt, und wir waren alle von den Darstellungen der Wirtschafts- und Handelspolitik, wie Sie sie partiell auch von der Bundesrepublik Deutschland aus sehen, außerordentlich beeindruckt. Ich darf vielleicht zur Aufklärung noch sagen, wenn wir unsere Zusammenkunft auch eine Chemiefasertagung nennen, so setzt sich das Auditorium hier immer aus Vertretern von Chemiefaser- und Textilindustrie zusammen. Sie haben also hier nicht nur zur Chemiefaserindustrie gesprochen, sondern wahrscheinlich besteht das halbe Auditorium aus Herren, welche die Textilindustrie vertreten, und Sie haben daher auch den Direktinteressierten eine Orientierung gegeben, obwohl wir Chemiefaserleute uns ebenfalls als Textilleute fühlen, denn letzten Endes ist unser Schicksal so mit der Textilindustrie verbunden, daß eine Differenzierung der Interessen gar nicht möglich ist.

Herr Doktor, wenn ich nun noch als Österreicher herzlichen Dank sagen darf, so ist das wohl darauf zurückzuführen, daß die Parallelität der Probleme nahezu erschreckend ist, zumal wenn sie in einem Vortrag so schön und klar dargestellt werden wie von Ihnen heute. Auch Ihre Darstellung der Verhältnisse in der EWG ist uns als EWG-Anwärter nicht gerade sehr angenehm gewesen, aber Sie zeigen die Verhältnisse eben auf. Es ist uns ja nicht unbekannt, wie die Sache verläuft, und es ist sicherlich notwendig, daß in der EWG einmal wirklich der Weg zu einem gemeinsamen Markt beschritten wird. Da unsere Verhandlungen sicherlich noch längere Zeit in Anspruch nehmen werden, hoffe ich, daß sich in der Zwischenzeit diesbezüglich noch einiges bessert. Denn eine große und starke Wirtschaft, wie die der Bundesrepublik Deutschland, trägt solche Unebenheiten leichter als die eines kleinen und sicherlich wirtschaftlich nicht so starken Landes. Interessant waren auch Ihre Ausführungen über das Antidumpinggesetz. Auch wir in Wien brüten gerade über dieser Angelegenheit und haben mit dem vielleicht schlechtesten Antidumpinggesetz der Welt bisher so schlechte Erfahrungen gemacht, daß wir wissen, daß man das in eine neue Form bringen muß. Ihre Ausführungen waren deshalb für mich jetzt wieder sehr aufklärend, denn manchmal denken wir in Wien, ob nur wir so große Schwierigkeiten hätten, die richtige Formulierung zu finden. Es ist aber bei solch einem Antidumpinggesetz tatsächlich ein Problem, ihm die richtige Umschreibung zu geben, um es dann so anwenden zu können, daß es für die Wirtschaft vernünftig wirksam wird.

Ich habe mit großem Interesse die Betrachtung der Kennedy-Runde gehört. Herr Dr. Staratzke, im allgemeinen hört man in Europa nur ausschließlich Positives über die Kennedy-Runde, und ich habe mich sehr gefreut, daß heute auch einmal ein bißchen die Schatten, die in der Angelegenheit liegen, beleuchtet wurden. Ich bin auch der Meinung, daß die Lösung nicht darin liegt, die Differenzen, die zwischen EFTA und EWG bestehen, möglicherweise in Zukunft zu mildern. Manchmal ist es vielleicht auch gut, wenn Extreme immer extremer werden, denn dann werden sie letztlich unerträglich, und man muß die endgültige Lösung suchen. Ich als — sagen wir doch seit vielen Jahren und nicht erst, seit es zum Schlagwort geworden ist, begeisterter Europäer — muß sagen, ich sehe das mit gemischten Gefühlen. Denn alle Zwischenlösungen geben immer wieder jenen, die keine Europäer sind, Grund und Ursache zu sagen, jetzt wäre es doch nicht notwendig, jetzt sei es nicht dringend geworden! Je extremer und unerträglicher die Verhältnisse werden, desto größer sind die Chancen, die für die Bildung eines geeinten Europas tatsächlich bestehen.

Meine Damen und Herren, im Zeitalter der Raumfahrt, der Atomenergie und der Düsenflugzeuge kann sich eine Welt

und ein bedeutender Teil der Welt nur entwickeln, wenn ihm der große Raum zur Verfügung steht. Wir werden dann zur Kenntnis nehmen müssen, daß Europa eines Tages wirklich nicht mehr jene Bedeutung in der Welt haben wird, die ihm eigentlich auf Grund seiner historischen und seiner kulturellen Entwicklung zukommt. Denn es nützt alles nichts, täuschen wir uns nicht darüber hinweg, die Entwicklungen, die sich in den USA und auch in Rußland abzeichnen, sind den unsrigen hier in Europa auf gewissen zukunftsgerichteten Gebieten ganz gewaltig voraus. Wir können ihnen aber nicht folgen, weil wir einfach nicht zusammenfinden und nicht die geballte Kraft aufbringen können, die notwendig wäre, um diesen enormen Entwicklungen zu folgen.

Herr Dr. Staratzke, die Textilbilanz macht uns die gleichen Sorgen wie Ihnen. Wir wissen, daß die Bundesrepublik von dem Ballast, den die Niedrigpreis- und Entwicklungsländer abladen, einen sehr viel größeren und gewaltigeren Teil auf sich nimmt als wir, auch in der Relation von 7 Millionen zu 52 Millionen Einwohnern. Trotzdem muß ich sagen, das ist nicht die Lösung! Man soll nicht einerseits sagen, man müsse diese Entwicklungsländer aufbauen, was sicherlich richtig ist, und andererseits dort eine Wirtschaftspolitik zulassen, die den heimischen Standard nicht erhöht, sondern auf dem schlechten Niveau von früher beläßt, weil sie eben, wie Herr Doktor Staratzke heute so richtig sagte, einen Teil ihres Produktionsvolumens verschenken. Ich glaube, dort wäre es richtig, daß die hohe Politik der ganzen Welt — und das wären Probleme, die zu lösen sind — einmal neue, andere Wege findet, denn ich habe den Eindruck, daß wir zwar seit vielen Jahren wissen, daß die Wege, die wir dort gehen, schlecht sind, aber gar nicht nach wirklich neuen und konstruktiven Lösungen suchen.

Mit großem Interesse, Herr Dr. Staratzke, und als Österreicher mit etwas Neid bin ich Ihren Ausführungen über die Möglichkeit des Verbundes in der BRD und der Beseitigung der staatlichen Hemmnisse für einen Verbund gefolgt. Wir arbeiten auch an dieser Sache, und ich muß sagen, wir sind erst im Anfangsstadium. Ich sehe auf der politischen Ebene — wir sind uns wirtschaftlich darüber klar — die Lösung für Österreich nicht. Sicherlich ist es ein erfreuliches Beispiel, das uns zeigen wird, wie auch wir im kleinen Österreich dieses Problem lösen können.

Herr Dr. Staratzke, das war jetzt nur eine kleine Reflexion auf Ihren Vortrag, der mir so aus dem Herzen gesprochen war. Nochmals herzlichen Dank für die wirklich ausgezeichnete Darstellung der derzeitigen Verhältnisse, wirtschaftlich und, sagen wir, auch europaweit gesehen. Ich darf nun Herrn Dr. Albrecht bitten, die Diskussion zu übernehmen.

**Dr. Studt:** Herr Dr. Staratzke, Sie haben im letzten Teil Ihres Referats über die Verbundwirtschaft, die sich anbahnt und zum Teil von einigen Textilbetrieben in Deutschland auch schon praktiziert wird, gesprochen. Meinen Sie, daß diese Verbundwirtschaft schon eine endgültige Lösung ist? Wenn wir die deutsche Textilindustrie beispielsweise mit jener in den Vereinigten Staaten vergleichen, wo uns Unternehmen, die etwa 70 000 Leute beschäftigen und einen Umsatz von zwei Millionen Dollar haben, gegenüberstehen, glauben Sie, daß das dann schon ausreichend ist? Der Vorteil dieser Mammutunternehmen in den USA ist der, daß sie so groß sind, daß sie genügend Geld abzweigen können, um eine beträchtliche eigene Forschung zu unterhalten, und ich denke, daß der Fortschritt — egal in welcher Industrie — immer mehr an die Forschung gebunden ist.

**Dr. Albrecht:** In diesem Zusammenhang möchte ich eine kleine Zusatzfrage stellen, denn ich glaube, daß das ein sehr wichtiger Punkt ist. Die technische Entwicklung — ich möchte das wieder ganz hart formulieren — läuft ja darauf hinaus,

daß wir uns irgendwelche Messerrückenverfahren einfallen lassen. Diese Verfahren haben aber zwei Dinge an sich: einerseits bedürfen sie von der Entwicklung bis zur Durchführung eines großen Risikos und andererseits eines Artisten, der auf dem Messerrücken tanzen kann. Wir berühren mit dieser Frage, Herr Dr. Studt, gleichzeitig mehrere Dinge, die von der Forschung als Sammelbegriff umrissen werden. Deshalb glaube ich, daß man das sowohl unter dem Gesichtswinkel des Gesamtrisikos der Entwicklung als auch unter dem der Ausbildung der Menschen, welche nachher diese Verfahren durchzuführen haben, sehen sollte.

**Dr. Staratzke:** Wenn ich gleich auf Ihre Frage antworten darf, möchte ich sagen: Natürlich ist das keine Endlösung, sondern dieser Verbund kann nur eine Zwischenlösung oder sagen wir eine Erleichterung in einer Volkswirtschaft bedeuten, die strukturell so gelagert ist, wie es in der BRD, aber auch in den anderen europäischen Ländern der Fall ist, wo wir in der Textilindustrie vorherrschend Mittel- und Kleinbetriebe haben. Sie wissen selbst — oder doch manche von Ihnen —, wie schwer es natürlich ist, von einer solchen Struktur abzugehen. Das sind Familienunternehmen, Unternehmen, die, wenn sie in eine Fusion gehen und sich selbst aufgeben, auch große psychologische Probleme aufwerfen, und wir meinen, daß man, solange diese Struktur noch nicht umzuwälzen ist und solange man nicht die Konzentration wirklich fördert, diese Verbundwirtschaft auf dem Gebiet des Absatzes, der Forschung, der technischen Entwicklung und der Produktion als konstruktives Zwischenstadium betrachten sollte.

Nun nennen Sie begreiflicherweise die Vereinigten Staaten. Jeder, der einmal die Verhältnisse drüben studierte, und ich hatte sehr lange das Vergnügen, diese speziell in der Textilindustrie zu studieren, muß natürlich erkennen, daß in den USA die Frage der Größenordnung schon seit eh und je eine andere Rolle gespielt hat. Der gemeinsame Markt Amerikas besteht, unserer aber noch nicht, und der große Markt mit 170 Millionen Einwohnern hat andere Größenklassen erfordert. Dazu kommt noch die gewisse Uniformierung in Amerika, wo es den Frauen durchaus nichts ausmacht, wenn sie anderen mit dem gleichen Kleid auf der Straße begegnen, während das bei uns doch schon fast ein Verhängnis wäre. Das sind auch von der Mentalität her andere Gesichtspunkte, und dadurch ist natürlich das Thema Massenproduktion ganz anders angesprochen als bei uns.

Jetzt darf ich auch auf Ihre Frage eingehen. Selbstverständlich ist das eine Kernfrage unserer Entwicklung. So bitter das für uns ist — ich bin ein Mensch der Realitäten —, das wird auch in Europa so kommen, denn es ist einfach die Folge, und zwar nicht nur in Deutschland, sondern über die Grenzen hinweg. Ich kann Ihnen Beispiele in der Zusammenarbeit nennen, die sich sogar auf Drittländer erstrecken. In Westafrika werden zur Zeit zwei große Textilunternehmen aufgebaut, eines in Kamerun, das eben eingeweiht wurde, und eines in Tschad. Dabei handelt es sich um technisch hervorragend ausgestattete, dreistufige — Spinnerei, Weberei und Ausrüstung — Betriebe. Sie sind eine Gemeinschaftsgründung von vier Staaten, die vier Kapitalanteile deutsch, französisch, kamerun und tschad. Dasselbe wird sich auch in Europa über die Grenzen hinaus entwickeln. Je mehr man sich darauf einstellt, und je mehr man Brücken baut, desto besser ist es. Als eine solche Brücke empfinde ich das, was ich unter dem Schlagwort „Verbund“ als Zwischenlösung kurz aufgezeichnet habe.

**Zöller:** Ich glaube, daß sich die deutsche Textilindustrie vor allem darüber im klaren sein müßte, daß sie zum Schutz gegen den Druck der Importe aus den Niedrigpreisländern die Chancen, die die Chemiefaserindustrie ihr bietet, viel besser wahrnehmen muß. In erster Linie ist es, wenn ich einen Schutz etwa durch ein Antidumpinggesetz oder durch sonstige steuerpolitische Maßnahmen fordere, doch notwendig, daß ich selbst etwas unternehme, und hier wird durch die neuen Entwicklungen der Chemiefaserindustrie der Textilindustrie soviel Material in die Hand gegeben, daß sie dem Verbraucher

etwas besseres bieten kann als die billigen Baumwollgewebe. Der deutsche Weber kann mit einem Baumwollstoff, der aus den Niedrigpreisländern eingeführt wird, wahrscheinlich nicht konkurrieren, aber er kann die Chance, die sich ihm durch die Chemiefaserindustrie bietet, ergreifen. Ich glaube, es ist das Wichtigste, daß er zuerst selbst beginnt. Umgekehrt müßte auch die Chemiefaserindustrie in viel stärkerem Ausmaß Überlegungen anstellen, auf welchen Einsatzgebieten noch Bedarf besteht und wie man den Wünschen der Verbraucher noch besser entgegenkommen kann.

**Generaldirektor K. R. Seidl:** Herr Dr. Staratzke, ich hätte gerne Ihre Meinung zu einem Thema gehört, das sicherlich die hier anwesenden Vertreter sowohl der Chemiefaser- als auch der Textilindustrie interessiert. Durch diese Niedrigpreisimporte und durch die harte Konkurrenz, die teilweise daher kommt, daß sehr modern eingerichtete mit weniger fortschrittlich ausgestatteten Betrieben im Raume Europas in Wettbewerb treten müssen, entsteht ein Preisniveau, welches so tief liegt, daß die Textilindustrie im allgemeinen wahrscheinlich nicht in der Lage sein wird, die gigantischen Investitionen, die sie eigentlich durchführen sollte, um dem technischen Fortschritt einigermaßen zu folgen, auch zu machen. Sie erwähnten in Ihrem Vortrag, und ich kann Ihnen hier nur zustimmen, steuerliche Subventionen seien nicht vorgesehen, denn letzten Endes muß man für alle Gerechtigkeit schaffen. Schließlich liegt das Problem in jedem Staat vor. Ich glaube, hier besteht wirklich das Problem, daß in einer historisch gewachsenen Industrie, die eigentlich gesund ist und von der ich meine, daß sie durchaus Zukunftschancen besonders auf dem Gebiet der Qualität in Europa hat, weil wir immer höhere Ansprüche stellen werden, als dies in gewissen Überseegebieten der Fall ist, diese Chancen wahrscheinlich nicht zum Durchschlag kommen und nicht genutzt werden können, wenn man der Textilindustrie keine Möglichkeit gibt, dieser rasanten technischen Entwicklung, die sie wirklich zu einer rationalen und wirtschaftlichen Industrie mit einer sehr hohen Produktivitätssteigerung macht, zu folgen. Denn alle diese Anschaffungen kosten heute leider sehr viel Geld. Deshalb würde es mich sehr interessieren, wie Sie, Herr Doktor Staratzke, aus Ihrer Sicht und besonders jener der BRD die Lösung dieses immerhin sehr gravierenden Problems sehen.

**Dr. Staratzke:** Ich bin Ihnen sehr dankbar dafür, daß Sie dieses Problem nochmals angeschnitten haben, denn, wenn ich so sagen darf, war es auch in meinem Vortrag verpackt. Sie haben gesagt, daß diese Textilindustrie historisch gesund ist. Das habe ich Ihnen auch an der Produktivitätsziffer bewiesen und darüber herrscht kein Zweifel, denn die Produktivität ist höher als die aller verarbeitenden Industrien. Es ist auch viel investiert worden, wie das beispielsweise der Betrag von fünf Milliarden Mark in der BRD zeigt. Jetzt sagen Sie mit Recht, wie kann man durch die Wirtschaftspolitik, Legislative und Exekutive, die Stärkung einer Industrie, die volkswirtschaftlich in Ordnung ist, vornehmen? Hier möchte ich, um es plastischer zu machen, etwas erzählen. Wir haben in der Bundesrepublik gegenwärtig in Zusammenhang mit der Stabilität der Währung ein sogenanntes Gesetz zur Wahrung der Währungsstabilität, früher Konjunkturrahmengesetz, in Vorbereitung. Sehen Sie, in diesem Gesetz steht unter anderem genau das Gegenteil von dem, was Sie jetzt für die Stärkung einer Industrie mit Recht anschnitten und das unter dem Gesichtspunkt der allgemeinen Beeinflussung konjunktureller Gegebenheiten und nicht differenziert für diese oder jene Branche anzuwenden ist; das ist das Entscheidende. Ich kann das ruhig erwähnen, weil es ohnehin schon in einigen Zeitungen gestanden ist. In diesem Gesetz steht, daß die Bundesregierung, wenn es volkswirtschaftlich im Konjunkturverlauf, das heißt bei einem Steigen der Konjunktur, notwendig ist, die Abschreibungen generell verschlechtern kann. Was das im Zusammenhang mit den Investitionen bedeutet, brauche ich Ihnen nicht zu sagen, denn die Abschreibungen sind bekanntlich das Fundament aller Investitionen und die

billigste Finanzierungsart. Nun stellen Sie sich bitte vor, wir haben wohl in allen Industriestaaten einen großen technischen Fortschritt in der Textilindustrie und müssen ihn finanzieren; aber aus konjunkturpolitischen Gesichtspunkten, weil etwa in der Bauindustrie oder in anderen die Konjunktur zu hoch ist, wird nun etwas getan, was einer solchen volkswirtschaftlich bedeutsamen und aufstrebenden Industrie genau ins Gesicht schlägt, denn nichts anderes ist das. Wir haben heute eine Ermächtigung, die Verbesserungen auf dem Abschreibungsgebiet, wie z. B. Sonderabschreibungen, vornehmen kann, welche aber nicht angewandt wird. Wenn es aber jetzt darum geht, die Investitionsgüterkonjunktur zurückzudrängen, erhält die Bundesregierung, wenn das Parlament zustimmt, was ich noch nicht weiß, die Ermächtigung, daß die degressive Abschreibung von zur Zeit 20% für eine bestimmte Zeit in allen Branchen, darunter auch für die Textilindustrie, nicht anwendbar ist, sondern nur linear 10% pro Jahr abgeschrieben werden darf.

Ich will Ihnen noch etwas zweites, das noch viel schlimmer ist, sagen. In diesem Ermächtigungsgesetz steht auch — stellen Sie sich vor —, daß eine Pfandföndierung oder besser Kontingentierung der Kredite vorgenommen werden kann. Das heißt, daß die Bundesbank tatsächlich eine Ermächtigung erhält, die Kredite zu drosseln. Ja, wen trifft das denn? Alle diejenigen, die auf die Kredite angewiesen sind, weil sie investieren müssen, so unter anderem die Textilindustrie.

Ich wollte Ihnen an diesen beiden Beispielen nur einmal zeigen, wie schwierig es ist in einer Volkswirtschaft, welche Maßnahmen zur Stabilität der Währung — das ist das oberste Gesetz — ergreifen und daher mit solchen Ermächtigungen, die sich aber natürlich unterschiedlich und für die Textilindustrie im Zweifelsfalle genau negativ auswirken, arbeiten muß, hier eine befriedigende Lösung zu finden.

Nun will ich aber nicht bei diesen Dingen, die nur als Beispiel dienen sollten, bleiben, sondern möchte Ihre Frage noch intensiver beantworten. Ich möchte Ihnen sagen, daß natürlich bei aller Allgemeinheit in der wirtschaftspolitischen Steuerung — denn es ist schwer, für bestimmte Branchen differenzierter zu machen — doch Möglichkeiten bestehen, und diese zogen sich mit Absicht wie ein roter Faden durch mein Referat, weil im Grunde genommen alle wirtschaftspolitischen Taten und Ansatzpunkte, wenn sie richtig angewandt werden, diese Kraft der Textilindustrie zum Vorwärtsdrängen und zur Prosperität führen können. Hier gibt es einmal steuerpolitische Möglichkeiten, wie richtige Abschreibungen, richtige Nutzungsdauer der Maschinen, Kredite, erneutes Funktionieren des Kapitalmarktes oder noch zusätzliche Maßnahmen. So könnte ich mir zum Beispiel vorstellen, daß man den nicht entnommenen Gewinn steuerlich begünstigt, wenn auch nur bis zu einer bestimmten Höchstgrenze. Vor allem aber könnte man mit einer richtigen Handelspolitik viel erreichen. Schirmen Sie doch einmal Ihre Industrie in Österreich oder unsere deutsche vor allen Anomalien ab und Sie sollen sehen, wie sich die Betriebe entwickeln werden! Es kommt ja nicht so sehr auf die Mengen im einzelnen an, das wissen wir doch alle, sondern ein Markt wird doch sofort deroutiert, wenn ein Einbruch im Preis auftritt. Arbeiten wir doch so wie andere Nationen, machen wir doch einmal Schluß mit allen Anomalien! Warum müssen eigentlich wir alle Hongkong-Waren abnehmen? Das sehe ich wirklich nicht ein. Machen Sie eine Gesetzgebung, wie Sie vorhin selbst gesagt haben, Herr Generaldirektor Seidl, die wirklich wirksam alle Anomalien abwendet, ob das nun Dumping, multiple Wechselkurse oder steuerliche Rückvergütungen sind! Wir haben doch in der EWG einen solchen Fall! Es gibt ein Land, das beim Export von Textilwaren das Doppelte der vorher bezahlten Steuern zurückerstattet. Wenn Sie das alles der Reihe nach summieren und abschaffen würden, so garantiere ich Ihnen, daß die Kapitalbasis stärker wird und vor allem der Investitions- und Zukunftswille gefördert werden.

**Professor Dr. Wegener:** Sie haben mir hinsichtlich der Verbundwirtschaft aus dem Herzen gesprochen. Gestatten Sie mir, daß ich vielleicht dieses Gebiet noch etwas weiter ausführe. Ich halte die Verbundwirtschaft für unsere Textilwirtschaft außerordentlich passend. Es ergeht immer wieder, sei es bei Vorträgen, sei es in Fachzeitschriften oder auch Tageszeitungen, an die Forscher und Naturwissenschaftler die Aufforderung, Neues zu finden und zu entwickeln. Das gleiche wird auch vom Betriebswirtschaftler verlangt, nämlich daß er den Prozeß der Fertigung möglichst noch rationeller gestalte. Alle diese Bemühungen sind schön und gut und sollen auch weitgehend verfolgt werden. Andererseits ist es aber so, daß von einer Verbundwirtschaft beispielsweise hinsichtlich der Spinnereien niemals die Rede ist. Diese Spinnereien haben oft ein sehr ausgedehntes Typenprogramm. Ist es da nicht höchste Zeit, daß sich gleichgelagerte Betriebe zusammenschließen, damit, wenn ein Kunde nun ein bestimmtes Garn wünscht, dieser Auftrag an eine Zentralstelle weitergeleitet werden kann, die nun kompetent ist, diesen Auftrag einer der in der Verbundwirtschaft arbeitenden Spinnereien zuleiten? So kann sich eine Spinnerei jeweils auf eine geringe Typenanzahl spezialisieren. Sehen Sie, der Vorteil der amerikanischen Spinnereien liegt darin, daß über lange Zeit nur eine Garnart gefertigt wird. Bei uns meint jeder einzelne Spinner, er müßte jeden Auftrag annehmen. Wenn Sie gestern aufmerksam die Entwicklung auf dem Gebiet der Teilautomatisierung verfolgt haben, dann haben Sie gesehen, welche Bestrebungen hier im Gange sind, aber von Verbundwirtschaft war nicht die Rede. Diese Entwicklung hat sich beispielsweise schon wieder so ausgewirkt, daß wir hinsichtlich der Teilautomatisierung zwei Gruppen unterscheiden können: die amerikanische und die europäische. Die Teilautomatisierung der Baumwollspinnerei in den Vereinigten Staaten ist fast nicht flexibel. Sie ist für eine Nummer eingerichtet, sodaß keine Umstellungen erforderlich sind. Hier in Europa hingegen geht die Teilautomatisierung den Weg einer großen Flexibilität. Sie sehen, daß sich aus diesen Überlegungen schon wieder zwei verschiedene Wege angebahnt haben.

**Dr. Staratzke:** Herr Professor, ich kann Ihnen nur das Kompliment zurückgeben, daß Sie auch mir aus dem Herzen gesprochen haben. Aus unserer kleinen Debatte hier würde ich Ihnen den Vorschlag machen, ob wir uns nicht im Rahmen unserer Gremien oder Forschungskuratorien in Deutschland einmal zusammensetzen und Sie die Institute bitten, diese Verbundsache von der technischen und der Forschungsseite her zu propagieren. Damit können wir eine gute Zusammenarbeit leisten.

**Dr. Wegerhoff:** Herr Dr. Staratzke, Sie nannten als Prinzipien der Wirtschaftspolitik unter anderem die Gleichartigkeit der Wettbewerbsbedingungen, und zwar Gleichheit einerseits von Land zu Land — das interessiert uns ganz besonders —, andererseits von Branche zu Branche. Soweit stimme ich Ihnen vollkommen zu. Nun wissen wir aber auch, daß gerade die Textilindustrie eine sehr unterschiedliche Struktur von Zweig zu Zweig aufweist. Ich nehme als Beispiel, obwohl das vielleicht etwas sehr weit hergeholt erscheinen mag, auf der einen Seite die Juteindustrie und auf der anderen die Baumwoll- oder Chemiefaserindustrie. Ohne Sie als Vertreter eines Gesamtverbandes, der Sie unter anderem auch sind, in Schwierigkeiten bringen zu wollen, erlauben Sie mir die Frage, welche Möglichkeit Sie sehen, um innerhalb der Textilindustrie, ohne in Gefahr zu geraten, unter dem Schlagwort „Gleichartigkeit der Wettbewerbsbedingungen“ eine gewisse Ungleichartigkeit gerade wegen dieser Struktur zu erzielen, konkrete wirtschaftspolitische Maßnahmen zu treffen, die eine Verbesserung der Struktur bewirken können.

**Dr. Staratzke:** Ich hoffe, daß ich Sie richtig verstanden habe. Zunächst darf ich meine Freude darüber ausdrücken, daß jemand von der EWG-Kommission hier ist. Ich möchte Ihre

Frage von mir aus wiederholen. Sie stimmen mir also darin zu, was ich über die Gleichartigkeit der Wettbewerbsbedingungen generell über die Grenzen hinweg, das heißt von Staat zu Staat, in der EWG gesagt habe. Sie meinen, es wäre auch noch eine Unterschiedlichkeit der Wettbewerbsbedingungen durch strukturelle Verhältnisse vorhanden. Es gibt hier nun zwei Begriffe. Meinen Sie regionale oder sektorale Struktur? Sie meinen also sektorale Struktur, das heißt die Konkurrenz der verschiedenen Sparten untereinander. Dazu würde ich Ihnen folgendes sagen: Diese letztere Unterschiedlichkeit in den Wettbewerbsbedingungen würde ich nicht für gravierend und auch nicht für steuerungsbedürftig halten, denn das ist ein gesunder Wettbewerb. Wenn beispielsweise einmal die Mode umschlägt und mehr Wollartikel benötigt werden oder die Wirkerzeugnisse einmal im Vordergrund stehen, dann sind das Marktgegebenheiten, die mit der Unterschiedlichkeit des verzerrten Wettbewerbs gar nichts zu tun haben. Vielleicht meinen Sie aber, daß sich innerhalb einer nationalen Volkswirtschaft in der Textilindustrie eine bestimmte Sparte ungünstiger als vielleicht eine andere entwickeln könne. Das gibt es natürlich. Zusammenfassend möchte ich sagen, daß eine Unterschiedlichkeit im Wettbewerb oder in den Wettbewerbsbedingungen der einzelnen Branchen immer sein muß und den gesunden privaten Wettbewerb nur fördern wird! Dafür wird schon die Mode oder der Verbraucher sorgen! Einen strukturellen Eingriff in bestimmte Branchen, die aus irgendwelchen Gründen notleidend geworden sind, würde ich nur unter den Aspekten sehen, die ich alle aufgezeigt habe, also nichts weiter als Gerechtigkeit, ein Wegbringen aller Faktoren und Kosten, die der Unternehmer nicht zu vertreten hat. Der Unternehmer zum Beispiel hat nicht zu vertreten, daß in Hongkong nur 10 bis 25 % der deutschen Löhne gezahlt werden, oder daß ein Land Vorderasiens oder Südamerikas multiple Wechselkurse anwendet und damit eine verfälschte Konkurrenz betreibt. Das ist alles Angelegenheit der Wirtschaftspolitik.

Nun komme ich auf das Entscheidende zu sprechen. Wenn diese gemeinsame Wirtschafts- und Handelspolitik endlich Bestandteil der EWG würde — vielleicht können Sie dazu beitragen —, dann wäre das erreicht, daß zumindest die Unterschiedlichkeit, die Belastung der einzelnen Märkte, die ich Ihnen vorhin geschildert habe, nicht mehr bestünde. Wir müssen mit den Steuern und auch in der Handelspolitik auf eine Harmonisierung kommen. Es darf gleichfalls nicht sein, daß heute in der Textilindustrie eines anderen Staates nicht nur höhere Abschreibungen gewährt werden — das gönnen wir ihnen noch —, sondern bei Investitionen auch noch 10 % der Steuern rückvergütet werden. Das ist bei einem gemeinsamen Markt nicht zulässig, denn dann gibt es immer wieder diese Verzerrungen, an denen der Unternehmer nichts ändern kann und bei denen er der Leidtragende ist.

**Dr. Albrecht:** Herr Dr. Staratzke, darf ich noch eine Frage stellen? Sie haben uns gezeigt, daß die Produktionssteigerung in der Textilindustrie 186 % und in der gesamten verarbeitenden Industrie 146 % beträgt. Kann man unter Umständen daraus schließen, daß das Klagen und die Not der Textilindustrie zu solchen Leistungen den Anstoß gegeben haben?

**Dr. Staratzke:** Ich halte nichts von Jammern und Klagen, denn damit kommt man nicht weiter. Ich habe neulich einmal gesagt — das ist sogar in einer großen Zeitung bei uns gebracht worden —, je mehr man jammert und klagt, desto schlechter wird man in der Wirtschaftspolitik behandelt. Ich meine, man kann nur mit guten Argumenten arbeiten, und die sind vorhanden. Eine Industrie wie die Textilindustrie hat die besten Argumente in der Hand, sie muß sie nur nutzen, und sie müssen von seiten der Legislative und Exekutive sowie der internationalen Behörden berücksichtigt werden. Ich habe die Argumente ja schon aufgezählt, nämlich: höchste Produktivität, Freisetzen von Arbeitskräften, das heißt eine bedeutende technische Rationalisierung, und die volkswirt-

schaftliche Bedeutung, die gegeben ist; denn der Verbrauch wird sich nicht ändern, sondern wahrscheinlich steigen. Die Einwände, daß man Massenware und Baumwollrohgewebe billiger in Indien machen kann, ist — das brauche ich Ihnen hier nicht zu sagen — schon deshalb Unsinn, weil die Technik eben neue Wege gegangen ist und wir heute in der Textilindustrie anlagenintensivste Industriebetriebe haben, wogegen die Inder Menschen beschäftigen wollen. Der zweite Grund ist, daß die Chemiefaser im Vormarsch ist und eine neue Technik entwickelt, die nun nicht mit der Rohstoffgebundenheit der Asiaten und Afrikaner an ihre Baumwolle verknüpft ist. Heute wird auch begrenzt darüber gesprochen, daß billige Massenware etwa nach Indien gehört, nämlich nur dann, wenn einige etwas für die Entwicklungspolitik aussagen wollen. Das ist nun keine Argumentation mehr, und wenn Sie sich heute eine Textilfabrik etwa in Kamerun ansehen, dann ist diese das Modernste vom Modernen, und es arbeiten dort Deutsche, Franzosen, während der Anteil an einheimischer Bevölkerung ganz gering ist. Das Bevölkerungs- bzw. Beschäftigungsproblem stimmt nicht mehr. Die Textilindustrie ist heute kapitalintensiver als die Maschinenindustrie.

**Henzler:** Die Zahlen, die Sie nannten, sind Vergleichszahlen für das Produktivitätswachstum. Wie sieht es nun in Deutschland mit der Produktivität, das heißt mit der Wertschöpfung pro Arbeitskraft in der Textilindustrie im Vergleich zum Durchschnitt der Gesamtindustrie aus? Ich meine die derzeitige effektive Wertschöpfung pro Arbeitskraft etwa in Mark.

**Dr. Staratzke:** Da bin ich überfragt. Ich glaube, das ist aber nicht maßgeblich. Wenn ich heute den Umsatz oder die Wertschöpfung pro Arbeitskraft zwischen beispielsweise einem Arbeiter in der Textilindustrie oder einem der Elektroindustrie vergleiche, so können Sie daraus nicht viel ableiten. Meines Erachtens ist das volkswirtschaftlich ohne Bedeutung. Wichtig ist ganz allein das, was ich unter Produktivitätssteigerung nationalökonomisch bezeichne und das auch zu deutsch nichts weiter heißt als Leistungssteigerung pro Arbeiter oder pro Arbeitsstunde. Ich kann Ihnen aber die gewünschten Zahlen gerne einmal zur Verfügung stellen, sie sind ja in jeder Branche verschieden und in einer modernen Spinnerei, wie etwa in der Spinnerei Lauffenmühle, wird wahrscheinlich auf den Arbeiter eine enorme Zahl kommen, während wir Durchschnittswerte nehmen müssen.

**Professor Dr. Köb:** Ich möchte an die Ausführungen von Kollegen Wegener anknüpfen und Herrn Dr. Staratzke eine Frage stellen. Eine ähnliche Zentralstelle, wie Kollege Wegener vorschlägt, gab es schon in Süddeutschland, nämlich den Spinner-Weber-Verband. Im Augenblick, als sich die Konjunkturverhältnisse verschlechterten, hat sich diese Institution allerdings aufgelöst. Verstehen Sie unter Verbundwirtschaft, sofern man an kleinere Familienbetriebe denkt, eine Zusammenarbeit in der Organisation, oder ist diese überhaupt nur möglich, wenn wirklich auch eine finanzielle Fusion stattfindet, das heißt, wenn auch die späteren Investitionen von der Zentralstelle pflichtgemäß gesteuert werden? Gibt es ein Beispiel, daß kleinere Betriebe organisatorisch zusammenarbeiten und das finanzielle Problem trotzdem lösen können? Das wäre wahrscheinlich Voraussetzung. Nur verteilen, das geht ja wohl nicht, wenn nicht die Gesamtfinanzierung und die Gesamtinvestition gemeinsam geplant werden. Es kann beispielsweise nicht so sein, daß erst die Spinnerei bei einer Firma des Verbundes modernisiert und die bei der anderen erst in zehn Jahren neu eingerichtet wird. Wie kann man sich das vorstellen? Wenn sich Großbetriebe fusionieren, wo jeder einen Block für sich haben kann, so sieht das anders aus.

**Dr. Staratzke:** Ich glaube, Herr Diskussionsleiter, wenn wir das Thema „Verbundwirtschaft“ zu Ende diskutieren wollen,

dann müssen wir hier noch ein abendfüllendes Programm anschließen. Ich hielt vor einiger Zeit in Zürich einen Spezialvortrag auf Wunsch der Schweizer Kollegen über dieses Gebiet und beleuchtete dabei alle Formen des Verbundes. Ich hörte gerade von Ihnen das Stichwort „Spinner-Weber-Verband“, der nichts weiter als eine Verkaufsgesellschaft war, die ja nicht die einzige Form, sondern nur ein Fall der möglichen Verbundsformen ist. Wir haben in Deutschland bei uns im Verband sogar ein Verbundkompendium aufliegen, in dem alle Verbundmöglichkeiten aufgezeichnet und mit Beispielen belegt sind. Dieses wird jeweils vervollständigt, so daß alle Unternehmen, die sich zusammengeschlossen haben, in diesem Verbundkompendium genannt werden. Das gilt auch für Verbundgesellschaften mit ausländischen Firmen.

Ich will nur auf Ihre Frage antworten: Verbund ist keine Fusion, sondern es ist im Grunde genommen ein Zusammenschluß unter Beibehaltung der Selbständigkeit der einzelnen Unternehmen, wobei ich ausdrücklich sagen möchte, daß es sich nicht nur um Klein- oder Mittelbetriebe, sondern auch um große Unternehmen handeln kann, die hier auf den verschiedensten Gebieten, wie Forschung, Absatz, Spezialisie-

rung, Werbung etc., zusammenarbeiten. Also, wie gesagt, der Verbund ist als ein Zwischenstadium zu betrachten, solange man noch nicht daran gehen will, sich endgültig zu fusionieren. Die Frage der Finanzierung dieser Sache ist ein Teilgebiet. Es wird sicher kein Verbund zwischen einem ganz armen und einem ganz reichen Unternehmen entstehen.

**Dr. Albrecht:** Dann können wir nun die Diskussion abschließen, und ich glaube, Herr Dr. Staratzke wird ebenso berührt gewesen sein wie das Auditorium, daß wir Techniker, denn das ist ja doch der wesentlichste Teil der Anwesenden, uns sehr lebhaft für solche Fragen interessieren, weil wir nämlich genau wissen, daß praktisch eben auch der technische Fortschritt, an dem wir mit allen Kräften arbeiten, ganz wesentlich von solchen Faktoren mitbestimmt wird, die Sie uns eben in ausgezeichneter Form vorgetragen und mit denen Sie uns vertraut gemacht haben. Ich glaube, ich darf Ihnen, Herr Dr. Staratzke, ganz besonders dafür danken, daß Sie sich auch in der Diskussion nochmals so liebenswürdig zur Verfügung gestellt haben, um diese Fragen und Bemerkungen erschöpfend zu beantworten.

## Ergebnisse der 5. Internationalen Chemiefasertagung

Generaldirektor K. R. Rudolf Hans Seidl, Präsident des Österreichischen Chemiefaser-Instituts, Wien

*Zum Abschluß der diesjährigen Tagung faßt der Präsident des Österreichischen Chemiefaser-Instituts die wesentlichsten Ergebnisse nochmals kurz zusammen.*

*The President of the Austrian Man-Made Fiber Institute, in closing the Fifth International Man-Made Fiber Congress, gives a brief summary of the essential conclusions arrived at.*

Meine Damen und Herren!

Die 5. Internationale Chemiefasertagung, die vom 14. bis 16. Juni wieder in Dornbirn stattfand, ist soeben zu Ende gegangen. Mit einem Besuch von nahezu 500 Teilnehmern aus 21 Staaten ist diesmal ein noch nie erreichter Höchststand zu verzeichnen gewesen, der für das weltweite Interesse kennzeichnend ist, das man dieser Veranstaltung entgegenbringt. Das Thema der Tagung „Neueste Entwicklungen auf dem Gebiete der Chemiefasern und der Technologie der Textilmaschinen“ war auch diesmal dazu angetan, die Vertreter der Textilindustrie mit den Erzeugern von Chemiefasern zusammenzubringen, um in gemeinsamer Aussprache die Probleme aller Seiten kennenzulernen und einer fruchtbringenden Lösung zuzuführen. Wie schon immer war auch diesmal die besondere Atmosphäre der Dornbirner Tagung dadurch gekennzeichnet, daß in lebhafter und freimütiger Diskussion die in den Vorträgen umrissenen Themen weiterbehandelt wurden, und ich muß sagen, es war ein Vergnügen, all diesen Diskussionen zuzuhören, denn sie bewegten sich immer auf einem Niveau, welches das Interesse wachhielt.

Als Abschluß unserer diesjährigen Tagung möchte ich wie bei den vorangegangenen in großen Zügen das mir am wesentlichsten Erscheinende kurz resümieren.

Als erster Vortragender berichtete der Forschungsdirektor der Nylon Technical Division von DuPont, Dr. E. A. Tippetts, USA, über die in den Vereinigten Staaten heute durchgeführten Methoden eines Faser-„Engineering“ zum Erreichen bestimmter Eigenschaften der Textilendprodukte. Die jeweiligen Einsatzgebiete der an sich bekannten Chemiefasertypen stellen zusätzliche Ansprüche und eröffnen aber auch neue Verbesserungsmöglichkeiten, wenn man die gestellten Anforderungen sorgfältig analysiert und hierfür besonders geeignete Fasertypen entwickelt. An Beispielen aus dem Nylon-Sektor wurde dies in überzeugender Weise dargestellt und von Herrn Professor Dr. H. Mark, New York, ergänzend erläutert.

Professor Dr. P. Schlack, Stuttgart, der Erfinder von Nylon 6, behandelte in seinem Vortrag den neuesten Stand der Polyamidchemie und stellte heraus, daß diese Rohstoffgruppe heute noch aus technologischen und wirtschaftlichen Gründen von größter Bedeutung ist. Während diese Ausführungen insbesondere für die Chemiker von Interesse waren, konnte das folgende Referat von Herrn Dr. H.-J. Studdt, Wuppertal, über das Texturieren von Chemiefasern den Vertretern der Textilindustrie eine Übersicht des gegenwärtigen Stan-

des dieser schnell an Bedeutung gewinnenden Technik vermitteln. Sie besteht darin, endlosen Chemiefäden durch eine thermische Nachbehandlung eine bauschige Struktur zu verleihen, welche die wärmehaltenden und elastischen Eigenschaften der daraus hergestellten Gewebe und Maschenwaren erheblich steigert. In der Diskussion wurden die verschiedenen Verfahren eingehend erörtert und insbesondere die Frage aufgeworfen, wie es eines Tages möglich sein werde, derartige Chemiefasern ohne überhöhte Kosten direkt beim Spinnprozeß zu erzielen.

In Fortsetzung einer Vortragsreihe, die bereits im letzten Jahr mit einer Darstellung des neuesten Standes der Viskosefasern begonnen worden war, berichtete Herr Dr. E. Heim, Freiburg, eingehend über die Lage auf dem Gebiet der Acetat- und Triacetatfasern, beginnend beim Rohstoffeinsatz über die Technik der Herstellung bis zur Veredlung und den gegenwärtigen Einsatzgebieten dieser Stoffe. Nicht uninteressant war hierzu die Feststellung, daß neben dem textilen Einsatz etwa ein Viertel der Weltproduktion an Acetatfasern jährlich als Viertel für Zigaretten verbraucht wird.

Die Copolyätheresterfasern stellen eine leichter färbare Abwandlung der bekannten Polyesterart dar, und Herr Direktor Dr. W. Griehl, Domat-Ems, stellte deren Chemie und Eigenschaften dar. Erstmals wurde dabei nachgewiesen, daß in das Makromolekül des Copolyätheresters die Paraoxybenzoesäure wirklich eingebaut ist.

Die Vorträge des zweiten Tages befaßten sich hauptsächlich mit dem Stand der Entwicklung in der Textilindustrie selbst. Am Beispiel der Automation in der Stapelfaserspinnerei zeigte Herr Direktor Dr. H. Keller, Winterthur, anhand vieler Bilder, wie schnell der Mangel an Arbeitskräften und die Notwendigkeit zu wirtschaftlicher Produktion den Maschinenpark der klassischen Spinnerei verändert haben. Von der Abnahme der Fasern bis zur Strecke ist heute ein vollautomatischer Prozeß bereits als betriebsreife Technik verfügbar, während die letzten Stufen des Flyerns und Ringspinnens sich ohne größeren Bedienungsaufwand noch nicht betreiben lassen. Es war sehr wertvoll, daß der Vortragende nicht nur die technischen Lösungen darstellte, sondern eingehend auch auf die damit verbundenen wirtschaftlichen Probleme zu sprechen kam. Der Entschluß, eine teurere, automatische Anlage zu betreiben, setzt voraus, daß auf lange Sicht eine einheitliche durchlaufende Produktion und deren entsprechender Absatz gewährleistet ist. Eine Automatisierung um jeden Preis ist keinesfalls vertretbar.

Herr Text.-Ing. H. K o x, Leverkusen, gab einen umfassenden Überblick der Wechselbeziehungen zwischen dem Wachsen der Chemiefasererzeugung und der fast revolutionär zu nennenden Entwicklung der Wirkerei und Strickerei.

Professor Dr. Ing. E. S c h e n k e l, Reutlingen, entwickelte in einem groß angelegten Vortrag von Grund auf die verschiedenen Technologien zur Herstellung textiler Flächegebilde, wobei insbesondere auch die ganz modernen Herstellungsverfahren des Nähwirkens und der Vliesstoffherstellung kritisch betrachtet wurden. Er gab sehr klar zum Ausdruck, welche Anforderungen die einzelnen Einsatzgebiete stellen und welche Herstellungsverfahren demnach jeweils am zweckmäßigsten anzuwenden sind.

Die in letzter Zeit viel diskutierte neue Ausrüstungsmöglichkeit von Textilien, welche insbesondere deren Pflegeleichtigkeit erhöht, wurde von Herrn Text.-Ing. W. K a u s c h, Frankfurt, in seinem Vortrag „Permanent Press — Begriffsbestimmung und technische Möglichkeiten“ eingehend erörtert.

Den Schlußvortrag der Tagung hielt das Präsidialmitglied des Gesamtverbandes der Deutschen Textilindustrie, Dr. H. W. S t a r a t z k e, Frankfurt, zum Thema „Aktuelle wirtschafts- und handelspolitische Probleme der Textilindustrie“. Er führte im besonderen aus, daß die Handelspolitik der Industrieländer immer noch die Gemeinsamkeit vermissen läßt, welche notwendig ist, wenn die Textilindustrie gegenüber der weltweiten Konkurrenz aus den Niedrigpreisländern bestehen will. Er vertrat die Auffassung, daß eine Verlagerung der europäischen Textilindustrie in diese Gebiete keineswegs eine Lösung darstellen könne und forderte daher eine Angleichung der Steuerpolitik, um modernen Produktionsmethoden in großen Wirtschaftsräumen den notwendigen Absatz zu erschließen.

Aus der ganzen Tagung und besonders aus der regen Diskussion haben sich wieder eine Reihe offener Fragen ergeben, die wir im nächsten Jahr bei der 6. Chemiefasertagung auf das Programm setzen wollen. Wir werden uns bemühen, neuerlich entsprechende Vortragende zu finden, die für diese Probleme wohl nicht die Lösung, aber immerhin eine Erörterung und Diskussion ermöglichen werden. Nach wie vor möchte ich sagen, wir bleiben in dem bisher bewährten Rahmen mit einer nicht zu großen Teilnehmerzahl und bei Deutsch als Konferenzsprache, vielleicht mit dem einen

oder anderen englischen Vortrag, denn ich würde mir sehr wünschen, auch im nächsten Jahr zu einigen Themen Beiträge aus der amerikanischen Sicht zu bekommen. Gerade weil wir wissen, daß uns die Vereinigten Staaten auf bestimmten Gebieten der Chemiefaser- und Textilindustrie schon auf Grund ihrer historischen Entwicklung und ihres großen Marktes etwas voraus sind, und ich hoffe, daß bald eine engere wirtschaftliche Zusammenarbeit auch in Europa den größeren Markt schaffen möge, welcher als Voraussetzung für eine rationale und damit wettbewerbsfähige Produktion der Textilindustrie sowie der äußerst kapitalintensiven Chemiefaserindustrie unerlässlich ist, ist es besonders interessant zu hören, wie in den USA die Entwicklung der Zukunft gesehen wird. Ebenso kann man sich aus den schon vorhandenen großen Märkten ein Bild dessen machen, was für uns erstrebenswert ist und was wir besser vermeiden. Daher glaube ich, daß die nähere Betrachtung der amerikanischen Entwicklung auf dem industriellen Sektor, Chemiefaser- plus Textilindustrie, sowie volkswirtschaftlich allgemein immer von Interesse sein wird und sicherlich sowohl im wirtschaftlichen als auch im technischen Teil unserer Referate in Zukunft ihren Platz haben soll.

Zum Abschluß möchte ich vor allem unseren Herren Vortragenden danken, welche sich in vorbildlicher Weise für diese Tagung zur Verfügung gestellt haben, waren ihre Referate doch die Grundlage dessen, daß diese Tagung wieder so interessant verlaufen ist. Darüber hinaus möchte ich aber auch unseren Diskussionsleitern, den Herren Professor Dr. H. Mark, Professor Dr. W. Wegener, Professor Dr. H. Köb und Dr. W. Albrecht und allen Diskussionsrednern recht herzlich dafür danken, daß ein so reges und interessantes Gespräch zustandekommen konnte, und ich hoffe, daß auch die Herren der Textilindustrie, welche diesmal sehr diskussionsfreudig waren, nächstes Jahr im gleichen Sinne mitarbeiten werden. Ich glaube, die Zukunftsaspekte sind für die Textilindustrie, wie sich gerade bei der diesjährigen Tagung abgezeichnet hat, interessant genug, um sie weiter zu erörtern und sich tiefer mit der Materie zu befassen, schon um sich vor Augen führen zu lassen, was noch alles auf uns zukommt.

Lassen Sie mich hiemit die Tagung beschließen und Ihnen allen herzlich für die Teilnahme und die Aufmerksamkeit, die Sie der 5. Chemiefasertagung 1966 gewidmet haben, Dank sagen.