

# LENZINGER BERICHTE

---

Folge 25

Mai 1968

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Aspekte künftiger Faserverbesserungen Professor Dr. Hermann Mark, New York . . . . .	5
Grundlagen, Forderungen und Leistungen der Bekleidungsphysiologie Dr. Joseph Nüsslein, Frankfurt am Main . . . . .	16
Schädigungen von Zellulosetextilien durch Altern und Licht Dr. Theodor N. Kleinert, Montreal . . . . .	33
Die „Sprödigkeit“ textiler Faserstoffe Professor Dipl.Ing. Wilhelm Herzog, Wien . . . . .	42
Herstellung und Eigenschaften von Bikomponentenfäden Dr. Gerhard Hofinger, Lenzing . . . . .	52
Entwicklungstendenzen des Zellglases und der synthetischen Folien W. George Bowen, Welland/Ontario . . . . .	58
Untersuchungen des Superfaserprozesses: Faktoren, welche die Herauslösung des Modifikators aus der Viskose bestimmen Dr. Frans Kolosh und Ing. Willy Söderberg, Göteborg . . . . .	65
Farbenwahrnehmung (II. Teil) Dipl.Ing. Kurt Eugen Rössel, Lenzing . . . . .	74
Von der österreichischen Kleidung zum „Austrian Look“ - Ein Beitrag Österreichs zur Weltmode Lucie Hampel, Wien . . . . .	81
Grundzüge eines modernen Führungsstils Universitätsprofessor Dr. Friedrich Fürstenberg, Linz . . . . .	97
Inserentenverzeichnis . . . . .	104

## Aspekte künftiger Faserverbesserungen

Professor Dr. Hermann Mark  
Polymer Research Institute of Brooklyn, New York

Die Chemiefaserforschung richtet heute ihr Augenmerk weniger auf die Synthese völlig neuer Systeme als auf die chemische Modifikation einer gegebenen Fasertypen. Am Beispiel der Polyamide, Polyester und Polyacrylverbindungen werden verschiedene chemische Methoden, wie Veränderung der Kettenabstände und -enden, Substitution, Pfropfung, Vernetzung und Copolymerisation diskutiert.

Als neue Beispiele des „Faserengineering“ werden die Änderung des Schmelzverhaltens und des Steifheitsmoduls sowie die Ergebnisse der Pfropfcopolymerisation angeführt. Abschließend legt der Autor die Grundzüge der Spinnverfahren aus Emulsion und Suspension dar.

Today, man-made fiber research is not so much directed at the synthesis of entirely new systems as at the chemical modification of existing fibers. Various chemical methods, such as variation of chain distances and terminals, substitution, grafting, cross-linkage and copolymerization, are discussed, using polyamide, polyester and polyacryl compounds as examples.

The changes in the melting behaviour and the modulus of stiffness thus produced, along with the results obtained by graft copolymerization, are mentioned as new methods of fiber engineering. In concluding, the author describes the fundamentals involved in spinning from emulsions and suspensions.

### I. Einleitung

Bis heute sind drei Arten von Makromolekülen in großem Ausmaß als faserbildende Materialien erfolgreich verwendet worden: Polyamid, Polyester und Copolymere aus Acryl- und Vinylmonomeren. Inwieweit Polyolefine und Polyäthylen, Polypropylen oder substituierte Polypentene in unmittelbarer Zukunft Anwendung finden werden, ist noch Gegenstand detaillierter systematischer Untersuchungen. Es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß andere, chemisch unterschiedliche Polymersysteme, wie zum Beispiel Polyäther, Polyacetale, Polyanhydride, Polyurethane, Polysiloxane u.a., mit dem gleichen technischen und kommerziellen Erfolg in Erscheinung treten werden wie die vorhin erwähnten. Natürlich erfordert die Nachfrage nach gewissen speziellen Produkten, wie Elastomeren oder gegen chemische und thermische Einflüsse sehr widerstandsfähigen Fasern, die Entwicklung neuer Monomere und Polymerer, die diese Ansprüche erfüllen können. Dennoch ist die Hauptanstrengung in Forschung und Entwicklung nicht so sehr auf die Synthese völ-

lig neuer Systeme gerichtet als auf die Ermittlung des einfachsten und praktischsten Weges, der bedeutende Verbesserungen an bereits existierenden Materialien erlaubt.

Zweck dieses kurzen Berichtes ist es daher, die chemischen und physikalischen Methoden zu diskutieren, die die Modifikation einer gegebenen Fasertypen (z.B. Polyamid) ermöglichen. Bei Auswahl und Anwendung dieser Methoden ist es geboten, sich auf die allgemeinen Prinzipien der Polymerchemie zu besinnen, die heutzutage bereits gut bekannt sind und dem Industriechemiker eine Vielzahl von Möglichkeiten der Modifikation bieten. Es wird daher von Vorteil sein, diese zuerst im Detail zu besprechen.

### II. Chemische Modifikationen zur Beeinflussung der Fasereigenschaften

#### A. Polyamide

Beginnend mit der ältesten und wichtigsten Gruppe, gibt es viele Wege, das mechanische, thermische und textiltechnologische Verhalten dieses Materials in definierter, quantitativ regelbarer Richtung zu beeinflussen.

a) Zuerst wäre dies der **Abstand** der Amidgruppen (-CO-NH-) entlang der makromolekularen Kette in linearen aliphatischen Polyamiden, wie Nylon 6, 11, 66 oder 610. Diese Gruppe bewirkt durch die Wasserstoffbrücken die zwischenmolekulare Anziehung der benachbarten Ketten. Ein kurzer Abstand zwischen ihnen führt zu hochschmelzenden, schwer löslichen Produkten, ein längerer zu niedriger schmelzenden und leichter löslichen Polymeren. Die räumliche Trennung der polaren Amidgruppen entlang der linearen Polyamidkette beeinflusst auch die Feuchtigkeitsaufnahme, denn die dazwischenliegenden paraffinischen Polymethylensegmente sind hydrophob. Daher ist die Gleichgewichtsfeuchtigkeit bei Nylon 3, 4 oder 22 ziemlich hoch (5 %), dagegen nur 3,5 % bei Nylon 6 und 66, und weniger als 1,5 % bei Nylon 11 oder 610 unter normalen Bedingungen.

Eine andere wichtige Folge der kurzen Abstände zwischen aufeinanderfolgenden CO-NH-Gruppen ist ein hoher Young-Modul der verstreckten Fasern und eine gute Erholung bei geringer Dehnung (2 bis 3 %) wegen der verstärkten zwischenmolekularen Kohäsion.

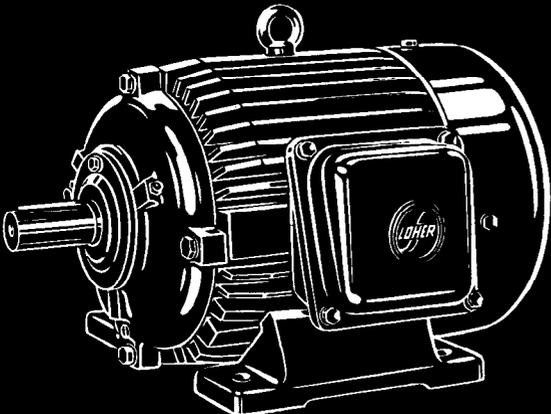
b) Weiters ist der **chemische Charakter** der Kettensegmente zwischen den Amidgruppen wichtig. Normale Paraffinketten  $-(CH_2)_n-$  sind leicht einzuführen. Diese ergeben kristalline Bereiche, die die Makromoleküle in einer ebenen Zickzackanordnung enthalten und eine relativ hohe Schmelzentropie besitzen. Wenn die offenen Polymethylensegmente durch gesättigte (Cyclohexandicarbonsäure, Piperazin) oder aromatische Ringe (Terephthalsäure, p-Phenylendiamin) ersetzt werden, nimmt die Steifheit der Ketten zu, die Schmelzentropie wird reduziert und daher steigen Schmelzpunkt und Elastizitätsmodul. Die Möglichkeiten zur Feuchtigkeits- und Farbstoffaufnahme werden dementsprechend verringert. Weniger radikal als der Einbau von Ringverbindungen, aber doch sehr inter-

essant ist die Verwendung methylsubstituierter Dicarbonsäuren, wie  $\text{HOOC-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-COOH}$  oder  $\text{HOOC-C}(\text{CH}_3)_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-C}(\text{CH}_3)_2\text{-COOH}$  und entsprechend methylensubstituierter Diamine. Von mehreren Fällen (Polypropylen, Polyisobutylen, Polymethylmethacrylat) ist bekannt, daß Methylgruppen aus räumlichen Gründen eine schraubenförmige Konformation verlangen. Das ergibt wertvolle mechanische Eigenschaften, wie gute Erholung bei mäßiger Beanspruchung. Die Anwesenheit der Methylgruppen führt auch zu größerer Empfindlichkeit gegenüber Lösungsmitteln und vermindert die Kristallisierbarkeit. Es ist also einleuchtend, daß schon sehr kleine chemische Veränderungen im Charakter der Ketten bedeutende Konsequenzen für die mechanischen und thermischen Eigenschaften nach sich ziehen. Daher muß jede Änderung sorgfältig überlegt werden, um die gewünschten textilen Eigenschaften auch wirklich zu erhalten.

c) Neben den feinen Details im architektonischen Aufbau der Ketten darf man den Einfluß der **Kettenenden** nicht vernachlässigen, obwohl bei einem Polymerisationsgrad von etwa 200 diese nur bis zu einem Anteil von 0,1 bis 0,2 Prozent vorhanden sind. Beide Endgruppen des Polyamid,  $\text{-COOH}$  und  $\text{-NH}_2$  sind polar und hydrophil. Sie steigern die Feuchtigkeits- und Farbstoffaufnahme, sind aber auch die Angriffspunkte für Veränderungen des Materials durch Licht, Hitze, Oxydation, Säure und Alkali und das Auftreten von Verfärbung und Sprödigkeit. Letztere kann nicht nur durch Abnahme des Polymerisationsgrades, sondern auch durch Vernetzung verursacht werden. Um diese unerwünschten Erscheinungen zu vermeiden, werden die Endgruppen stabilisiert: Man läßt sie mit einer einwertigen Säure oder Base reagieren, wodurch ein neutrales, nichtreagierendes Kettenende entsteht.

d) Die Wasserstoffatome der Amidgruppen sind relativ labil. Man nützt dies für eine Behandlung mit Formaldehyd, welches eine Methylolgruppe in jede reagierende Amidgruppe  $\text{-CO-N}(\text{CH}_2\text{OH})\text{-}$  einführt. Da diese primären Hydroxylgruppen ein hydrophiles Verhalten bedingen, kann man durch entsprechend weit geführte Substitution sogar wasserlösliche Polyamide erzeugen. Diese haben natürlich als Faserbildner keinerlei Bedeutung, finden aber in anderen Gebieten Verwendung, wie zum Beispiel für Filme, Schutzüberzüge etc. Wenn man die freien Hydroxylgruppen methyliert, äthyliert oder azetyliert, so wird zwar der hydrophobe Charakter der Polymeren wieder hergestellt, der intermolekulare Zusammenhalt nimmt aber wegen der Entfernung der Wasserstoffbrückenbindungen ab und die modifizierten Produkte sind daher leicht löslich und nieder schmelzend. Sie werden für die Produktion von Fasern mit niedrigem Elastizitätsmodul, hoher Bruchdehnung und hervorragender elastischer Erholung verwendet. Dies zeigt also, daß ein und dasselbe Polyamid als Ausgangsmaterial für Fasern mit einem weiten Anwendungsbereich dienen kann.

e) Neben dieser normalen chemischen Substitution kann man auch Seitenketten auf lineare Polyamide aufpfropfen. Das **Pfropfen** von Polyäthylenoxyd auf die aktiven Wasserstoffatome der Amidketten entspricht einer Äthylolisierung. Die Feuchtigkeits- und Farbstoffaufnahme wird erheblich verbessert. Die Hauptschwierigkeit liegt - wie bei vielen Pfropfreaktionen - darin, daß anstelle von mehreren, ziemlich kurzen Verzweigungen auf jeder gegebenen Polyamidkette ein oder zwei sehr lange Nebenäste auf wenigen ausgewählten Ketten erhalten werden. Es war bereits möglich, ansehnliche Mengen von Acrylsäure und -amid, Vinylpyrrolidon und -pyridin, sowie andere hydrophile Monomere mit chemischen Mitteln oder durch ionisierende Strahlung auf Polyamide zu



**Seit 40 Jahren**



**LOHER - MOTOREN**  
für Industrie, Gewerbe,  
Landwirtschaft  
Spezial- und Hochspannungs-  
motoren mit Leistungen  
bis 2000 kW

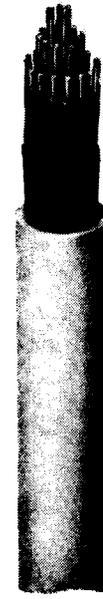
**LOHER & SOHNE GMBH · ELEKTROMOTORENWERKE**  
8399 RUHSTORF/ROTT · RUF POCKING 08531/222 · TELEX 57864

# EICHMANN KG

WIEN IX, BERGGASSE 31 — TELEFON 343580  
TELEX 07 4786



Kabel und Kabelgarnituren  
Starkstrom-Papierbleikabel  
Fernmelde-Erdkabel  
Steuer- und Sicherungskabel  
Kunststoffisolierte Erdkabel  
Muffen und Endverschlüsse für Erdkabel  
Überwachung von Kabelverlegungen und  
Durchführung von Kabelmontagen



pfropfen, um die gewünschten Fasereigenschaften zu erzielen.

- f) Eine weitere Möglichkeit für die Veränderung eines gegebenen Polyamids in eine gewünschte Richtung ist die **Vernetzung** der Ketten, wobei man einen höheren Young-Modul und eine bessere Erholung nach mäßiger Dehnung erhält. Das kann mit Formaldehyd, Äthylenoxyd oder mit anderen bifunktionellen Reagenzien (wie Diisocyanat) vorgenommen werden. Durch Variation des Ausmaßes und der Dauer der Vernetzung kann eine unterschiedliche Reihe von Eigenschaften für spezielle Anwendungszwecke erreicht werden. Wie erwartet, nimmt die Kristallisierbarkeit des Polyamid durch die Vernetzung ab, was aber die Diffusion und die Zugänglichkeit einzelner Gruppen nur günstig beeinflusst.

## B. Polyester

Die Möglichkeiten zur systematischen Verbesserung der Polyesterfaser sind ähnlich. Anstelle der Wasserstoffbrückenbindungen (-CO-NH-) liegen allerdings bei der -COO-Gruppe keine reaktiven Wasserstoffatome vor. Wiederum kann eine systematische und kontinuierliche Veränderung der Schmelzpunkte und Löslichkeiten durch den Abstand zwischen den Estergruppen entlang der makromolekularen Kette bewirkt werden. Der 1-Polyester, das polymere Anhydrid der Koh-

lensäure -COO-COO-COO-, konnte noch nicht dargestellt werden. Jedoch **Carothers'** grundlegende Veröffentlichungen haben gezeigt, daß der 2-Polyester -CH<sub>2</sub>-COO-CH<sub>2</sub>-COO- sich schlechter löst und über 200°C schmilzt. Auch die Carbonate und Oxalate der niedrigen Glykole sind weniger löslich und schmelzen zwischen 150°C und 200°C, während die Adipate und Sebazate der meisten Glykole leichter gelöst werden können und unter 100°C erweichen. Ebenso wie bei den Polyamiden bewirkt die Einführung von Ringverbindungen höher schmelzende und schwerer lösliche Produkte. Dieser Effekt wurde erstmals von Carothers bei Polyestern aus p-Xylylenglykol und Oxalsäure entdeckt. Späterhin wurde er von **R. Whinfield** bei der Herstellung von Polyglykolterephthalat mit großem Erfolg technisch genutzt.

Derzeit ist eine Reihe von Polyesterfasern mit alizyklischen und aromatischen Komponenten noch in Entwicklung oder bereits auf dem Markt. Im allgemeinen haben diese die wertvollen Eigenschaften einer homopolymeren Faser, zusätzlich aber auch noch einige andere interessante Fähigkeiten, die das Anwendungsgebiet in der gewünschten Weise erweitern. Man konnte vorhersagen und auch experimentell beweisen, daß die Einführung längerer beweglicher Ketten zwischen den steifen zyklischen Einheiten erhöhte Löslichkeit und niedrigeren Erweichungspunkt bewirkt. Daher

schmelzen Polyester aus Terephthalsäure und Tetra- oder Pentamethylenoxyd zwischen 150 und 200°C. Da die meisten faserbildenden Polyester hauptsächlich Hydroxylendgruppen haben, zeigen sie weder sauren noch basischen Charakter und sind wegen der Steifheit der Molekülketten und dem kristallinen Charakter des Materials chemisch nur schwer angreifbar. Infolgedessen fand man bei verstreckten Fäden aus Polyäthylenterephthalat nur einen Feuchtigkeitsgehalt von 0,5 Prozent, das ist viel weniger als bei mechanisch und thermisch ähnlichen Polyamiden (Nylon 6 und 66). Die chemische Substitution in den Monomeren hat sehr interessante und weitreichende Folgen. Die Methylgruppen in den aliphatischen Polyestern behindern die freie Rotation der Kettenglieder und führen zu niedriger Löslichkeit und hohem Erweichungsbereich. Im speziellen Fall der Polyhydroxypivalinsäure  $-C(CH_3)_2-COO-CH_2-C(CH_3)_2-COO-$  verursachen sie ein Bevorzugen der schraubenförmigen Anordnung und dadurch im Bereich niedriger Dehnung (3 bis 5 %) eine verbesserte elastische Erholung.

### C. Vinyl- und Acrylpolymerer

Die dritte Familie bekannter synthetischer Faserbildner besteht aus Additionspolymeren der Vinyl- und Acrylverbindungen, von denen Acrylnitril von größter Bedeutung ist. Sie alle können aus billig erhältlichen Monomeren mit Hilfe von ziemlich einfachen und nicht aufwendigen Copolymerisationsprozessen in Emulsion oder Suspension hergestellt und über eine weite Palette von Zusammensetzungen und Eigenschaften variiert werden. Bei den kommerziell günstigsten Systemen werden 20 bis 30 %ige Lösungen nach dem Naß- oder Trockenspinnverfahren versponnen; danach werden sie heißverstreckt. Die verwendeten Lösungsmittel sind etwas ungewöhnlich und können nicht auf einfache Weise zurückgewonnen werden, was zum Teil den Vorteil der niedrigen Polymerkosten (verglichen mit jenen von Polyamid und Polyester) aufhebt. Das ist der Grund, daß die derzeitigen Verkaufspreise von Fasern dieser Familie letzten Endes nicht viel unter jenen der Kondensationspolymeren liegen.

Zahlreiche chemische Verfahren sind vorhanden, wenn man mit dem Problem konfrontiert wird, eine Polyacrylnitrilfaser in der gewünschten Richtung zu modifizieren. Diese unterscheiden sich von der Kondensationspolymerisation durch den Additionsmechanismus. Man kann die chemische Zusammensetzung mit größter Leichtigkeit und Freiheit durch Einführung neuer Monomere ändern. Im Falle der Polyamide und Polyester erhält man stets eine Molekulargewichtsverteilung nach dem Flory-Typus, während bei Additionspolymeren die Polymolekularität sehr stark durch die Wahl des Reaktionssystems (Suspension, Emulsion oder Lösung), des Katalysators, des Beschleunigers, des Kettenübertragers und der Temperatur beeinflusst werden kann. Dadurch ist es möglich, jeweils eine breitere oder schmalere Verteilungskurve zu erzeugen. Man kann sogar Polymere erhalten, die zwei oder mehrere Maxima in der Molekulargewichtsverteilung aufweisen. Das ist interessant, weil bei Verwendung solcher Polymerer auch günstige Kombinationen von Spinnviskosität, Verstreckbarkeit, Modul, Erholungs-

vermögen, Schrumpfung und Anfärbbarkeit gefunden werden können. Ein anderer Faktor, der die Additionspolymeren anziehend macht, ist die größere Freiheit in der Wahl der Endgruppen, wobei der chemische Charakter in weitem Ausmaß durch die Verwendung passender Telomerer verändert werden kann.

Da die Vernetzung und Verzweigung bei den Additionspolymeren bis zu einem bestimmten Ausmaß kontrolliert erfolgt, kann man Fasern aus Makromolekülen mit mehr als zwei Endgruppen herstellen. Einige davon haben einen günstigen Einfluß auf die Anfärbbarkeit und den Feuchtigkeitsgehalt, andere auf die Stabilisierung der Faser gegenüber Entfärbung durch Hitze oder bestimmte Chemikalien.

Aber die wertvollste Freiheit auf dem Gebiet der Additionspolymeren ist die Möglichkeit, deren chemische Zusammensetzung durch Copolymerisation zu ändern. Während mit dieser Methode bei den Polyamiden und Polyestern nur kleine Verbesserungen erzielt werden können, beruht die ganze Technologie der Vinyl- und Acrylfasern auf dem systematischen Gebrauch der Copolymerisation mit Acrylnitril als Hauptbestandteil aller Fasern. Das Homopolymer selbst löst sich nur schwer. Sogar Lösungen in Dimethylformamid, Dimethylazetamid, Butyrolacton, Äthylencarbonat oder Dimethylsulfoxid neigen sehr zu Gelbildung und Verfärbung, und das Spinnen sowie das Verstrecken wird schwierig. Daher wird ein Comonomer eingeführt, welches die Löslichkeit verbessert, ohne allzu viele Nachteile hinsichtlich anderer Eigenschaften, wie Erweichungstemperatur, Steifheit, Widerstandsfähigkeit gegenüber Heißwasser und Trockenreinigungsmitteln, zu bringen. Monomere dieser Art sind: Vinylazetat, Methyl- und Cyclohexylacrylat.

Das nächste Problem liegt darin, die Feuchtigkeitsaufnahme zu regeln und günstige Anfärbbarkeit zu erreichen. Dies gelingt durch Einführung saurer oder basischer Monomere, wie Vinyl- oder Styrolsulfonsäure, Vinylpyrrolidon- oder -pyridin und vieler anderer, die bereits mit beträchtlichem Erfolg eingesetzt wurden und noch zusätzliche Verbesserungen versprechen. Wenn man Fasern, deren Anfärbbarkeit bereits zufriedenstellend ist, mit noch weicherem Griff erhalten will, muß man mit Vinylstearat oder Stearylacrylat copolymerisieren. Schließlich kann man auch Glycidylacrylat oder Divinyläther als aktive Zentren für die Vernetzung einführen. Letztere erhöhen den Erweichungsbereich der Faser und beeinflussen die Elastizität günstig, vor allem im Hinblick auf Erholungsvermögen und Knitterfestigkeit. Ebenso wie man durch Copolymerisation Monomere mit der Eigenschaft zur Vernetzung erzielt, kann man auch Zentren für die Pfropfung einführen und dadurch noch eine weitere Methode zur chemischen Faserverbesserung finden. Alles weist darauf hin, daß in naher Zukunft die typischen Vertreter dieser Faserart sogar aus drei bzw. mehreren Monomeren bestehen werden.

### III. Neueste Beispiele des „Faserengineering“

Die zahlreichen industriellen Verwendungszwecke der Fasern erfordern eine extrem breite Palette an Grundmaterialien. Auf dem Gebiet der Naturfasern verwenden wir so un-

terschiedliche Substanzen wie Flachs, Jute, Baumwolle, Seide, Wolle, Haare, Kautschuk, Metalle und Asbest. Die Größenverhältnisse einer *einzig*en Eigenschaft, zum Beispiel der *Steifheit* dieser im Handel erhältlichen Fasern, zeigt Abbildung 1. Der Anstieg am Beginn der Kraft-Dehnungskurve überstreicht einen Bereich von 100 psi\*) bei Kautschuk bis zu 30 000 000 psi bei Stahl.

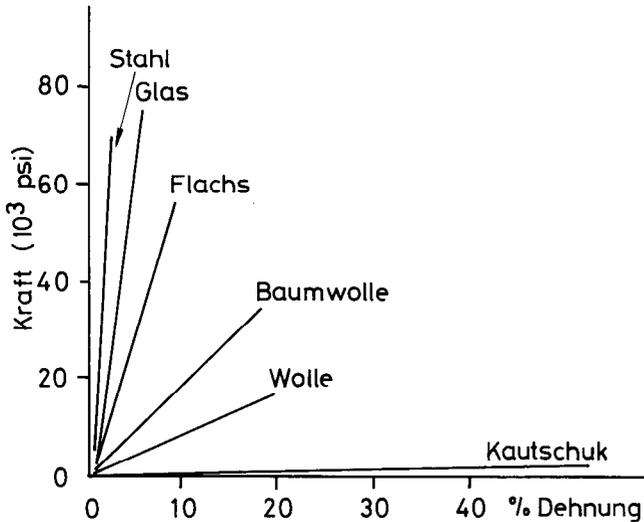


Abb. 1: Moduli von Fasern, die aus natürlich vorkommenden Materialien hergestellt wurden.

Die heutzutage verwendeten synthetischen Materialien liegen im Modulbereich des Kautschuks bis zu dem von hochkristallinen Zellulose- und Polyamidfasern, also zwischen 100 und 700 000 psi. Die untere Grenze wird durch die Familie der Elastomerefasern mit ausgesprochenen Kautschukeigenschaften gebildet, die obere durch hochorientierte Zellulosefasern wie Fortisan, oder durch aromatische Polyamide wie Nomex. Alle klassischen Chemiefasern, insbesondere Reyon, Zelluloseazetat und die konventionellen Nylon-, Polyester-, Vinyl-, Acryl- und Polyolefinfasern liegen zwischen diesen beiden Extremen.

Steifheit oder Modul sind nur einige der vielen Eigenschaften, die für eine erfolgreiche Verwendung der Fasern ausschlaggebend sind. Die Erfahrung hat gezeigt, daß viele Anpassungen und Änderungen der Fasereigenschaften durch die *Technologie* bewirkt werden können, das heißt durch geeignete *mechanische* und/oder *thermische Behandlung* während des Faserbildungsvorganges. Trotzdem führen diese physikalischen Prozesse nur bis zu gewissen Grenzen. Wenn man *wirklich grundlegende Änderungen* erreichen will, muß man zur *Chemie* zurückkehren und neue Monomere verwenden, oder zur *Polymerchemie* und neue Typen von Polymeren synthetisieren.

\*) 1 psi (pound-force/square inch) = 70,31 p/cm<sup>2</sup>

Tabelle 1: Die wichtigsten Fasereigenschaften, die durch die Polymerzusammensetzung bestimmt werden:

1. Schmelzpunkt
2. Modul
3. Elastizität und Erholung nach Beanspruchung
4. Reißfestigkeit
5. Feuchtigkeitsaufnahme, Anfärbbarkeit, Tragverhalten

Tabelle 1 zeigt einige besonders wichtige Fasereigenschaften, wie Schmelzpunkt, Modul, Erholungsvermögen, Reißfestigkeit, Feuchtigkeitsaufnahme und Anfärbbarkeit. Diese sollen nun kurz diskutiert werden, um zu zeigen, wie allgemeingültige Prinzipien unmittelbar für eine praktische Anwendung nutzbar gemacht werden können.

### 1. Schmelzverhalten

Bei Betrachtung des *Schmelzpunktes* muß daran erinnert werden, daß alle Schmelzpunkte - sowohl der Polymeren als auch der niedermolekularen Stoffe - vom Verhältnis der Schmelzwärme  $\Delta H$  zur Schmelzentropie  $\Delta S$  abhängen.

$$T_m = \frac{\Delta H}{\Delta S}$$

Im speziellen zeigt Abbildung 2, daß die Schmelzpunkte der Polymeren mit der Stärke und Regelmäßigkeit der Angriffspunkte für die *zwischenmolekularen Anziehungskräfte* in Beziehung stehen. Diese beeinflussen die Schmelzwärme und die Steifheit der Ketten, die ihrerseits auf die Schmelzentropie

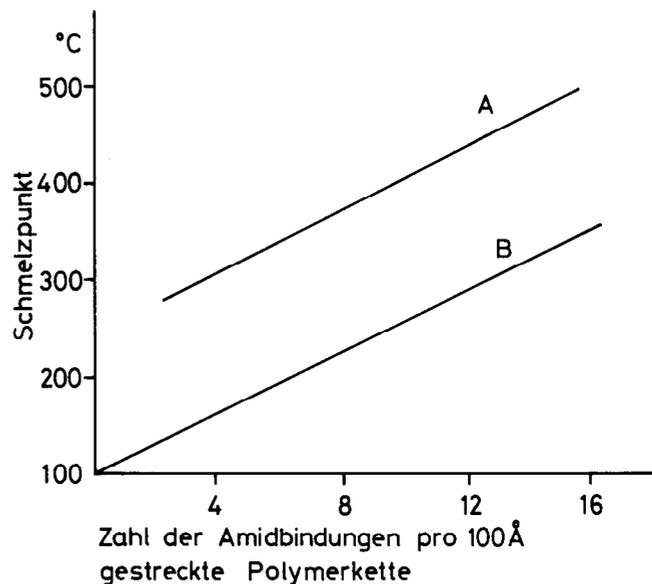


Abb. 2: Schmelzpunkte der Polyamide als Funktion der Anzahl CO-NH-Gruppen in der Polymerkette.

- A) Polyamide der Terephthalsäure und aliphatische Diamine
- B) Copolyamide desselben Systems mit N,N'-Dimethylhexamethyldiamin

pie einwirkt. Der Effekt der durch die Wasserstoffbrücken bedingten zwischenmolekularen Kräfte tritt deutlich hervor, wenn man die Schmelzpunkte gegen die Zahl der Amidgruppen pro 100 Å ausgestreckte Kettenlänge aufträgt. Man sieht auf den ersten Blick, daß die Schmelzpunkte im wesentlichen eine lineare Funktion der Amidgruppenkonzentration sind, weil die Schmelzwärme proportional der Häufigkeit an Wasserstoffbindungen (die von der Vermehrung der Amidgruppen stammen) zunimmt. Man müßte eigentlich die Schmelzpunkte bis zu dem von linearem Polyäthylen bei einer Amidkonzentration von Null extrapolieren können, weil in diesem Fall nur die ziemlich schwachen van der Waals'schen Kräfte die Schmelzwärme dieses Polymeren bestimmen. In Wirklichkeit liegt der extrapolierte Schmelzpunkt etwas tiefer, was wahrscheinlich auf die Polymolekularität und andere Unregelmäßigkeiten der zur Schmelzpunktbestimmung ausgewählten Proben zurückzuführen ist.

Der Einfluß der *Kettensteifheit* ist im Fall des Terylene oder Dacron gut bekannt, welche ja Polyester der Terephthalsäure sind, durch die der p-Phenylring in die Hauptkette eingeführt wird. Da sich Makromoleküle dieser Type dann nicht mehr so flexibel zusammenrollen wie im amorphen Zustand, haben sie eine niedrigere Schmelzentropie und infolgedessen einen höheren Schmelzpunkt, obwohl die zwischenmolekularen Kräfte ( $\Delta H$ ) nicht sehr stark sind.

Die Schmelzpunkte der Polymeren werden auch merkbar durch die Abnahme der Regelmäßigkeit in der Verteilung der monomeren Gruppen entlang der Hauptkette beeinflusst, wie sie bei der statistischen Copolymerisation auftritt. Dies wird in Abbildung 3 gezeigt, wo die Schmelzpunkte von regellosen Copolymeren aus Nylon 6/10 und 6/6 gegen die

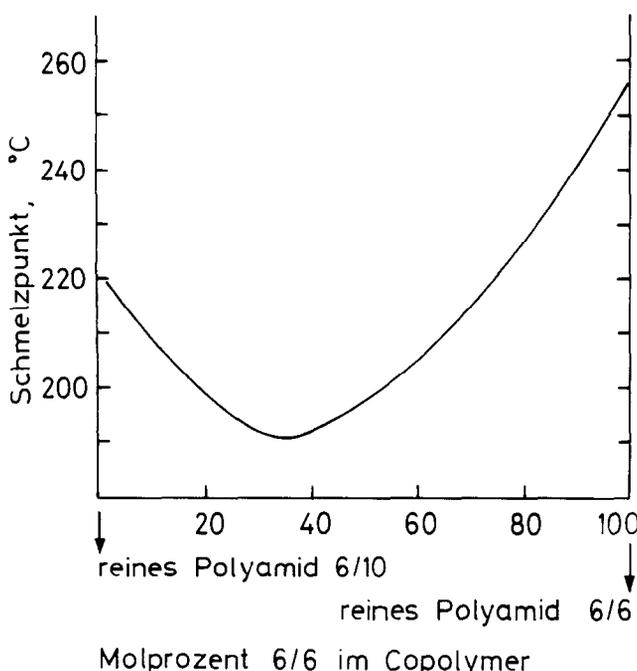


Abb. 3: Einfluß der statistischen Copolymerisation auf die Schmelzpunkte der Polyamide

## WIR PLANEN, LIEFERN UND MONTIEREN

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

### G. RUMPEL Aktiengesellschaft

**1010 WIEN I, SEILERSTÄTTE 16**

Telephon 521574, 521575, 521576 und 526498

Fernschreiber Nr. 01-1429

**4600 WELS, OÖ., DIESELSTRASSE 2**

Telephon 5371 und 5372

Fernschreiber Nr. 025-512

Molprozent aufgetragen sind. Der niedrigste Schmelzpunkt (190°C) wird etwa bei der Zusammensetzung 70 : 30 gefunden. Eine Störung in der Regelmäßigkeit der Amidgruppenabstände verringert die Wirksamkeit der Wasserstoffbrücken, reduziert  $\Delta H$  in der Grundgleichung und senkt daher auch die Schmelztemperatur.

Steifheit und Regelmäßigkeit des Monomeren sind ebenfalls von starkem Einfluß auf die Schmelzpunkte der Polyester-Verbindungen aus Äthylenglykol und Sebazinsäure sind amorph und erweichen bei 70°C, während solche aus Äthylenglykol und Terephthalsäure kristallin sind und erst bei 250°C schmelzen. Diese Erhöhung des Schmelzpunktes um 180°C wird durch die Steifheit des p-Phenylringes in der Hauptkette verursacht. Ein Schmelzpunktdiagramm für statistische Copolymere aus diesen zwei Materialien zeigt sehr klar die fortschreitende Erweichung, wenn man den Gehalt an steifen Segmenten und die Regelmäßigkeit erniedrigt.

#### 2. Steifheitsmodul

Alle Faktoren, die den Schmelzpunkt beeinflussen, wirken aus denselben Gründen auch auf den Modul. Außerdem tragen dazu auch noch andere strukturelle Merkmale bei, wie zum Beispiel die Orientierung und der Kristallinitätsgrad. Der Steifheitsmodul eines vollkommenen Nylon 66- oder Polyäthylenterephthalatkristalls wird auf ungefähr

20 000 000 psi geschätzt. Aber die Dichte des kommerziellen Nylons und Polyesters beweist, daß sie nur zu etwa 50 Prozent aus kristallinen Bereichen mit ungefalteten Ketten bestehen. Das ist der Grund, warum die beobachteten Moduli nur einen kleinen Bruchteil der theoretischen Werte betragen, denn bei kleinen Deformationen sind es die regelmäßig oder unregelmäßig gefalteten Ketten, die unter der Last nachgeben und die Dehnung ermöglichen. Für einen hohen Fasermolul braucht man daher kristallisierbare Gruppen in regelmäßigen Abständen entlang der Ketten mit hoher Orientierung parallel zur Faserachse.

Da die Fasern manchmal Temperaturen unter und über Zimmertemperatur (-30 bis +100°C) ausgesetzt sind, soll die Änderung des Steifheitsmoduls in Abhängigkeit von diesem Parameter betrachtet werden.

Abbildung 4 zeigt das charakteristische Temperaturverhalten, das im wesentlichen für alle Polymeren gilt. Da der Anfangsmodul hauptsächlich eine Eigenschaft der durch die regelmäßig oder regellos gefalteten Ketten gebildeten Bereiche ist, liegt sein Wert bei tiefen Temperaturen ziemlich hoch und bleibt nahezu konstant. In dieser Region sind die amorphen Bereiche des Polymeren im *Glaszustand*. Bei relativ geringer Deformation (bis zu 5 Prozent Beanspruchung) stammen die Rückstellkräfte von der Energiezunahme der verformten Bindung. Auch bei hohen Temperaturen ist der Modul wieder ziemlich temperaturunabhängig, obwohl er beträchtlich reduziert ist. In diesem niedrigen Modulbereich sind die amorphen oder gefalteten Anteile der Faser weich und leicht deformierbar. Die Rückstellkräfte nach einer Dehnung resultieren aus der Entropieabnahme, wenn die gefalteten oder gekräuselten Ketten in weniger wahrscheinlichen Konformationen angeordnet werden. Bei diesem Teil der Kurve ist die Größe der Rückstellkräfte und des Moduls proportional der Konzentration an Vernetzungsstellen zwischen den Polymerketten, sowie dem Anteil von an sich

nicht verformbaren kristallinen Regionen. Diese Verknüpfungen können entweder einzelne kovalente Bindungen, Wasserstoffbrücken oder kristalline Gebiete sein. Bei zyklischer Belastung der Faser zeigt sich in beiden Bereichen geringe Hysterese, aber die Erholung ist bei beiden gut. Trotzdem besteht im mittleren Bereich, der als *Glas-* oder *Übergangszustand* zweiter Ordnung bekannt und durch den Beginn einer langsamen Bewegung eines zähen Fließens in den teilweise geschmolzenen amorphen Regionen gekennzeichnet ist, ein beachtlicher Energieverlust durch dieses viskose Fließen und die dadurch bewirkte minimale Erholung. Die Temperatur des maximalen Arbeitsverlustes liegt sehr nahe der Glasübergangstemperatur  $T_g$ .

Wenn der Kristallinitätsgrad einer Faser erniedrigt wird, nimmt auch der Modul ab, und wenn die Glasübergangstemperatur unter Raumtemperatur absinkt, erreicht der Modul Werte unter 1000 psi. Wenn unter diesen Bedingungen die Vernetzungswirkung der Kristallite, der kovalenten wie der Wasserstoffbindungen ausreichend ist, resultiert daraus ein Elastomer, das schnell auf jede Verformung anspricht und sich ebenso rasch wieder gut erholt. Man sollte so zugempfindliche Bindungen wie die Wasserstoffbrücken vermeiden, da sie leicht brechen und sich hierauf in neuen Konformationen anordnen können, welche in der Folge die schlechte Erholung bewirken. Ohne jegliche Vernetzung würde sich die Faser wie eine sehr viskose Flüssigkeit ohne jede Dehnungserholung verhalten.

Es ist verständlich, daß dieselben strukturellen Merkmale, die den Fasermolul beeinflussen, auch die Glasübergangstemperatur bestimmen. Daraus folgt, daß diese im Idealfall bei einem guten Faserbildner nicht zu nahe bei der normalen Endverbrauchstemperatur liegen soll.

Tabelle 2: Abnahme der Regelmäßigkeit und der Wasserstoffbrücken erniedrigt den Modul und die Übergangstemperatur und erhöht die Dehnbarkeit der Polyamide.

Eigenschaften bei 25°C:

Chemische Zusammensetzung des faserbildenden Polymeren	Modul in $10^3$ psi	Bruchdehnung in %	$T_g$ in °C
Nylon 610	280	25	+50
Nylon 610/N-alkyliertes 610 50:50	6	400	0
Äthylenglykolterephthalat/Äthylenglykolebazat 40:60	7	300	-20

Tabelle 2 illustriert den Effekt der Veränderung struktureller Besonderheiten des Polymeren, wie zum Beispiel die Reduktion der Kristallisierbarkeit durch Unterbrechen der Kettenregelmäßigkeit und die Verminderung der Wasserstoffbrückenbindungen. Wenn man gewöhnliches Nylon 610 zu 50 Prozent durch N-alkyliertes Nylon 610, oder Äthylenglykolterephthalat zu 60 Prozent durch Äthylenglykolebazat ersetzt, so wird der Fasermolul wie auch die Glasübergangstemperatur um 20°C reduziert. Polyester und Polyamid ergaben daher typisch elastomere Fasern.

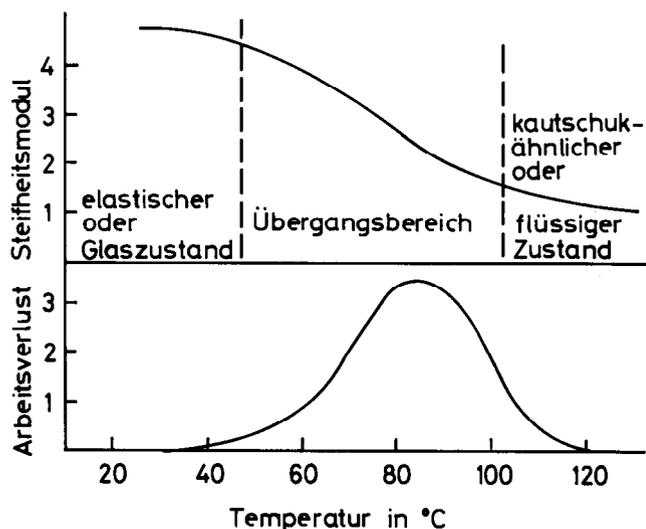


Abb. 4: Dynamischer Modul und Arbeitsverlust der Polymeren in Abhängigkeit von der Temperatur.

Ebenso kann man die elastischen Fasereigenschaften verbessern oder modifizieren, wenn man nicht mit einem statistischen Copolymeren arbeitet, sondern die Schmelzen zweier Homopolymerer miteinander vermischt (z.B. Polyäthylenterephthalat und Polyäthylensebazat in bestimmtem Verhältnis), wobei man eine gewisse Umesterung zuläßt. Auf diese Weise resultiert ein Blockcopolymer (Tabelle 3), das auch elastomere Eigenschaften und einen um 50°C höheren Schmelzpunkt als die regellosen Copolymeren (170°C gegenüber 110°C) aufweist.

**Tabelle 3:** Vergleich der Eigenschaften eines statistischen Copolymeren mit jenen eines Blockcopolymeren derselben chemischen Zusammensetzung.

Regelloses Copolymer aus 40 % Äthylenglykolterephthalat und 60 % Äthylenglykolebazat:

Schmelzpunkt . . . . .	120°C
Bruchdehnung . . . . .	300 %
Modul . . . . .	7000 psi

Blockcopolymer aus denselben Komponenten in derselben Zusammensetzung:

Schmelzpunkt . . . . .	170°C
Bruchdehnung . . . . .	200 %
Modul . . . . .	1000 psi

Weitere Verbesserungen der Eigenschaften elastomerer Fasern konnte man im Gerüst der Blockcopolymeren dadurch erreichen, daß man ziemlich lange Ketten (Molekulargewicht = 4000) von Polyäthylenglykol mit Polyäthylenterephthalat ins Gleichgewicht setzte. Wegen der chemischen Beständigkeit der Ätherbindungen im Hinblick auf Austauschreaktion erhält man eine *Gewichtsprozentmodifikation* mit einer ziemlich geringen *Molprozentänderung* und *Schmelzpunkterniedrigung*. Bei der Modifikation mit 60 Prozent Polyäthylenglykol ist das Verhältnis Schmelzpunkt zu Elastizität noch besser als für ein teilweise umgeestertes Blockcopolymer.

**Tabelle 4:** Schmelzpunkt, Dehnbarkeit und Kraftabfall verschiedener Copolyester

Polymer	Schmelzpunkt in °C	Bruchdehnung in %	kurzzeitiger Kraftabfall in %
A	120	300	20
B	170	200	13
C	200	350	8

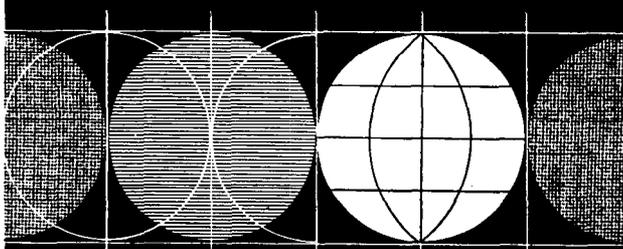
A = Statistischer Copolyester aus Polyäthylenglykolterephthalat und -sebazat (40:60)

B = Blockcopolyester derselben Zusammensetzung (40:60)

C = Blockcopolyester aus Polyäthylenglykolterephthalat und Polyäthylenoxyd (40:60)

Dies ersieht man aus Tabelle 4, wo die vorhin genannte Verbindung mit den Eigenschaften zweier anderer Polyester verglichen wird. Man erkennt (bezogen auf statistische Co-

# STOCKHAUSEN



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

Wählen Sie als Ihren Berater:  
**STOCKHAUSEN**

---

ein Begriff  
für die Qualität  
bewährter  
**TEXTIL-HILFSMITTEL**  
moderner Prägung

---



Wir beraten Sie gerne

---

CHEMISCHE FABRIK STOCKHAUSEN S. C. H.  
FREIHEID - GERMANY

polymere) für die Blockcopolymeren eine sehr wesentliche Verbesserung im Arbeitsverlust. Längere, unterscheidbare Blöcke des Terephthalsäurepolymeren sind in der Kette erforderlich, um kristalline Bereiche zu erzeugen, die wie Netzungen wirken und ein Kriechen unter andauerndem Zug vermindern sollen.

Indem wir die strukturellen Bedingungen diskutierten, die den Schmelzpunkt und die Steifheit beeinflussen, haben wir natürlich auch Faktoren betrachtet, die die Elastizität und die Erholung nach der Dehnung beherrschen. Für eine Type elastomerer Fasern mit völliger Erholung nach hoher Dehnung (wie z.B. Lycra) brauchen wir bestimmte Segmente mit *niedrigem* Modul und einer Glasumwandlungstemperatur ( $T_g$ ) unter der Verwendungstemperatur. Andererseits sind alle wichtigen natürlich und synthetisch vorkommenden Fasern durch das Gleichgewicht zwischen dem strukturellen Aufbau (um hohe Moduli zu erhalten) und der Übergangstemperatur *oberhalb* der normalen Endverbrauchstemperatur charakterisiert.

Wenn wir uns nun jenen Faktoren zuwenden, die die Faserreißfestigkeit bedingen, so wissen wir bereits, daß das Molekulargewicht von größter Wichtigkeit ist. Die meisten linearen Polymeren mit einer Glasumwandlungstemperatur  $T_g$  über Raumtemperatur weisen hohe Reißfestigkeit auf, wenn ihr Molekulargewicht über 15 000 liegt und die Ketten parallel zur Faserachse orientiert sind. Nylon 66 (mit einem Molekulargewicht von 18 000) kann Fasern mit einer Reißfestigkeit von über 100 000 psi liefern. Es gibt noch viele andere lineare Polymere mit ähnlichen Werten bei normaler Temperatur. Wenn man jedoch die Reißfestigkeit bei verschiedenen Temperaturen und Belastungen untersucht, dann tritt der Einfluß anderer Details der Polymerstruktur hervor.

### 3. Pffropfcopolymere

Bis hierher haben wir hauptsächlich das Verhalten von Homo-, statistischen und Blockpolymeren besprochen, um die Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaften aufzuzeigen. Bei den Block- und statistischen Copolymeren erfolgt die chemische Modifikation an der *Hauptkette*. Andere Arten von Copolymeren kann man durch Erzeugung von Radikalstellen entlang der Rumpfkette und nachfolgenden Start einer Vinylpolymerisation in Gegenwart des gewünschten Monomeren herstellen. Die Produkte eines solchen Verfahrens sind *Pffropfcopolymere*, bei welchen die Hauptkette unverändert bleibt und die chemische Modifikation in den Seitenketten erfolgt. Auch hochenergetische Strahlung, chemische Einführung von Radikalen und selbst mechanische Bewegung sowie Hitze können Pffropfprozesse einleiten. Die Pffropfungen auf vorgeformten Fasern können entweder gleichmäßig über den ganzen Querschnitt verteilt, oder auf die Oberfläche beschränkt sein, wenn man das Diffusions- und Löslichkeitsverhalten verschiedener Monomere in einem Substrat kennt.

Bei sorgfältiger Auswahl des modifizierenden Monomeren ist es möglich, Modul und elastische Eigenschaften zu er-

höhen oder zu erniedrigen, ja sogar der Faser ganz neue Eigenschaften, wie Haftungsvermögen, Wasseraufnahmefähigkeit und verbesserte Anfärbbarkeit, zu verleihen. Wenn man ein Monomer auf eine vorgeformte Faser pffropft, so bleibt die Kristallstruktur unangegriffen, wie das Beispiel der Acrylsäure auf Nylon 66-Fasern beweist.

Tabelle 5 zeigt, wie das Gleichgewicht der wichtigsten Faser-eigenschaften durch das Aufpffropfen von 20 Prozent Acrylsäure auf Nylon 66 geändert, und zwar speziell dann, wenn das Pffropfcopolymere in das Natrium- oder Calciumsalz der Polyacrylsäure umgewandelt wird. Seine Eigenschaften werden mit jenen eines statistischen Copolymeren aus Nylon 6 und 66 verglichen. Man kann leicht vorhersagen,

- a) daß durch hydrophile Pffropfung das Wasseraufnahmevermögen erheblich gesteigert werden kann,
- b) daß die Neigung zur statischen Aufladung (ausgedrückt durch den Logarithmus des elektrostatischen Widerstandes R) eines Fabrikats, das das Natriumsalz des gepffropften Polymers enthält, merklich reduziert ist,
- c) daß das Natriumsalz der gepffropften Verbindung wegen der hohen Quellung in Wasser verbesserte Naßknittererholung zeigt,
- d) daß die Absorptionsgeschwindigkeit für Farbstoffe in gepffropften Polymeren größer ist als in statistischen Copolymeren, sowie
- e) daß das zweiwertige Calcium ionische Verknüpfungen in der Faser bewirkt, welche die Verklebe- und Schmelztemperatur anheben.

Im Gegensatz hiezu liefert das regellose Copolymeren zwar eine Verbesserung hinsichtlich der Anfärbegeschwindigkeit, aber eine beachtliche Erniedrigung des Schmelzpunktes.

### IV. Grundzüge des Spinnens aus Emulsion und Suspension

Der Trend bei der Produktion neuer Fasern geht dahin, diesen hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Quellung und Auflösung sowie hohe Schmelzpunkte (bis zur Unschmelzbarkeit) zu verleihen. Fasern und Folien mit derartigen Eigenschaften können nicht nach der bereits gut bekannten Methode des Lösungs- und Schmelzspinnens hergestellt werden, sondern verlangen die Entwicklung neuer Prozesse.

Obwohl es bis heute noch keine allgemeingültige Technologie für das Verspinnen unlöslicher bzw. unschmelzbarer Polymerer gibt, konnte man doch bereits gewisse Erfolge bei der Herstellung dünner Fäden aus schwer zu behandelnden Polymeren durch das *Emulsionsspinnen* verzeichnen. Im Prinzip ist es keine völlig neue Methode, da Kautschukfäden schon seit langem durch Extrusion des Latex in ein Koagulationsbad erzeugt werden. Aber diese Fäden sind im allgemeinen ziemlich dick (Durchmesser 300  $\mu$  und mehr) und können wirklich nicht mit anderen Textilfasern, wie Wolle, Baumwolle, Reyon oder Nylon, verglichen werden. Außerdem ist das Kautschukpolymer weich, niedrigschmel-

**Tabelle 5: Vergleich der Eigenschaften gefropfter und ungefropfter Fasern gegenüber regellosen Copolymeren auf der Basis von Nylon 66.**

Faser	Feuchtigkeitsgehalt in % (50 % RH)	Neigung zu statischer Aufladung (log R)	Faser- verklebungs- temperatur in °C	Naßknitter- erholung in %	Anfärbe- geschwindigkeit
Nylon 66	2,5	13,3	240	70	normal
Nylon 66, mit 20 % Acrylsäure gefropft (Na-Salz)	7,5	8	380	94	schnell
Nylon 66, mit 20 % Acrylsäure gefropft (Ca-Salz)	5	13	420	70	normal
Copolymer aus Nylon 66 und 6 (80:20)	3,5	13	200	65	schnell

RH = relative Feuchtigkeit in %

R = elektrischer Widerstand in Ohm/cm

zend, klebrig und leicht koagulierend, während das gegenwärtige Problem darin besteht, dünne Fasern (Durchmesser 30  $\mu$  und weniger) aus Polymeren mit hoher Glasumwandlungstemperatur, Kristallinität, Härte und schwerer Koagulierbarkeit zu erzeugen.

Das grundlegende Verfahren wurde erstmals von J.W. Hill<sup>1)</sup> für die Herstellung dünner Folien aus Polytetrafluoräthylen (Teflon) beschrieben. Dieses Polymer besitzt einen charakteristischen Übergangspunkt bei 327°C. Oberhalb dieser Temperatur ist es in dünnen Schichten durchsichtig, merkbar weniger kristallin (wie man durch Röntgendiagramme bewies) und hat eine sehr niedrige Reißfestigkeit. Bei Abkühlung unter 327°C wird das Polymer durchscheinend oder opak, kristalliner und gewinnt seine Reißfestigkeit zurück. Über 327°C, und selbst bei Temperaturen bis zu 450°C, zeigt Teflon keine der gewöhnlichen Eigenschaften einer Flüssigkeit oder eines Gases.

Die Methode zur Erzeugung textiler Flächengebilde besteht darin, daß man feinverteiltes Polytetrafluoräthylen mit einem sich in der Hitze zersetzenden filmbildenden Material vermischt. Dann entfernt man den Filmbildner bei hoher Temperatur und erhitzt so lange weiter, bis das Polytetrafluoräthylen koaguliert. Auf diese Art erhält man durchsichtige, zusammenhängende, zähe, biegsame Folien mit einer durchschnittlichen Dicke von 0,005 inch<sup>\*)</sup>.

Das Verhältnis zwischen Teflon und dem zerstörbaren filmbildenden Trägermaterial hängt von den gewünschten Eigenschaften ab. Wenn man einen hohen Anteil des letzteren benutzt, erhält man im allgemeinen dünne Folien. Da aber das Trägermaterial während des Prozesses verloren geht, ist es natürlich vorteilhaft, davon so kleine Mengen wie möglich

zu verwenden, aber doch so viel, um noch genügend Steifheit zu erlangen, damit sich das vorgeformte Produkt gut handhaben läßt. Dauer und Temperatur des Anheizens hängen von der Zusammensetzung des Filmbildners und des Tetrafluoräthylenpolymeren ab. Mischungen mit Teflon können von 350°C bis 500°C erwärmt werden.

Eine fortgeschrittene Methode zur Herstellung dünner und dennoch starker Fasern aus schwer zu behandelnden Polymeren wurde von L.A. Burrows und W.E. Jordan<sup>2)</sup> entdeckt, als sie Zellulosexanthogenat als Trägermaterial verwendeten. Bei diesem Prozeß wird eine Mischung aus Viskose und wässriger Dispersion eines fluorierten Äthylenpolymeren durch eine Öffnung extrudiert, wobei das Polymer in die zellulosische Matrix eingebettet ist. Diese Struktur wird dann gereinigt, das zellulosische Material in dem nun endgültig geformten Artikel zersetzt und das suspendierte Polymer koaguliert oder geschmolzen.

Nach diesem Verfahren hergestellte Teflongarne werden um das Siebenfache verstreckt. Sie enthalten Fäden von insgesamt 375 den und haben eine Festigkeit von 1,4 g/den. Durch Änderung der Temperatur, der Wärmebehandlung und des Verstreckverhältnisses war es möglich, die Reißfestigkeit auf mehr als 2 g/den zu erhöhen und den Durchmesser des Einzelfadens auf weniger als 2 den zu reduzieren.

*(Übersetzung aus dem Englischen von Dr. I. Seebauer)*

**Literatur:**

1) J.W. Hill; US.P. 2,413.498 - 31.12.1946

2) L.A. Burrows und W.E. Jordan; US.P. 2,772.444 - 4.12.1957

\*) 1 inch = 25,4 mm

## Grundlagen, Forderungen und Leistungen der Bekleidungsphysiologie

### Versuch einer Gesamtschau

Dr. Joseph Nüsslein, Frankfurt am Main

Durch die Fortschritte der Chemie wurden in diesem Jahrhundert die synthetischen Fasern entwickelt. Aber weder das physiologische Verhalten der Naturfasern noch das der Synthefasern ist bereits hinreichend erforscht.

Der Autor gibt zuerst einen Rückblick auf die Entstehung der Kleidung. Alte Vorurteile gegenüber den verschiedenen Rohstoffen müssen durch wissenschaftliche Beweisführung entkräftet werden. Die Chemiefasern sind den Naturfasern nicht unterlegen, sondern ihre andersartigen Eigenschaften müssen nur zweckentsprechend und optimal genützt werden.

Dann werden im einzelnen die verschiedenen Faktoren diskutiert, die die Trageigenschaften eines Bekleidungsstückes beeinflussen: Fasermaterial, Gewebestruktur, Feuchtigkeitsaufnahme, Luftdurchlässigkeit, Wärmerückhaltevermögen, Deckungsgrad; modischer Schnitt, Paßform, Eignung für den geplanten Verwendungszweck.

Abschließend werden Aufgaben und Methoden einer wissenschaftlichen Bekleidungsphysiologie umrissen, deren Ergebnisse für die Industrie, den Handel und den Verbraucher äußerst wertvoll wären.

While the advances made in the chemical field during the course of this century have given rise to the development of synthetic fibers, no clear insight has already been obtained into the physiological behaviour of either the synthetic or the natural products.

After reviewing the past history of clothing, the author points out that antiquated prejudices against various raw materials must be scientifically disproved, and that man-made fibers, while by no means inferior to the natural products, possess properties differing from those of the latter, which must be utilized to optimum advantage in due consideration of the anticipated end use.

He then discusses the various factors determining the wearing properties of garments, viz., type of fiber, fabric structure, moisture absorption, air permeability, heat retention, cover, stylish cut, fit, and suitability for the end use envisaged.

Finally, the purposes of, and the methods available for, the scientific study of the physiological requirements to be made of clothing are outlined, and mention is made of the fact that the results obtained thereby will be of considerable value to the industry, the trade, and the consumers.

### Die Lage

Nahrung und Kleidung sind wichtige Grundlagen unseres Daseins, sie bilden geradezu eine physiologische Einheit: Die Nahrung liefert uns Energie und Wärme - die Kleidung ist ein unentbehrliches Hilfsmittel, den Wärmehaushalt des Körpers zu steuern. Nur in tropischen Zonen kann der Mensch auf Kleidung verzichten, in unseren Breiten sind Leben, Gesundheit und Leistungsfähigkeit wesentlich von ihrer Beschaffenheit abhängig. Es ist bemerkenswert, daß diese Komplexe auch in manch anderer Weise miteinander verflochten sind oder Parallelen der Entwicklung aufweisen.

Durch viele Jahrtausende hat die Menschheit um die Beschaffung ausreichender Mengen von Nahrung und Kleidung harte Arbeit leisten müssen, und sie muß dies noch heute. In Zeiten, da nur Naturfasern verfügbar waren, muß der Wettbewerb um die ertragreichen Böden eine große Rolle gespielt haben, - denken wir nur an die Felder, die bei uns einst mit Flachs bestellt worden waren, und an die riesigen Gebiete, die gerade in überbevölkerten und nahrungsarmen Ländern der Baumwollanbau beansprucht.

Durch scharfe Beobachtung der Vorgänge in der Natur hat die Menschheit gelernt, den Ertrag an tierischen und pflanzlichen Erzeugnissen gewaltig zu steigern. Trotzdem lebt ein großer Teil der Bewohner dieser Erde noch unter dem Existenzminimum. Aber es ist nicht immer der Hunger gewesen, der die Produktion von Nahrungsmitteln vorantrieb, auch das Verlangen nach reichlichem und wohlschmeckendem Essen, ja nach reinen Genußmitteln, spielt eine wichtige Rolle, ebenso das Streben nach finanziellem Nutzen.

Auch in der Entwicklung der Kleidung bzw. ihrer Rohstoffe ist das Bedürfnis nach Schutz oft vom Verlangen nach mehr und schönerer Kleidung überlagert worden. Rein kommerzielle und handelspolitische Faktoren haben das Tempo der Entwicklung wesentlich beeinflußt.

Neben der Bereicherung unseres Wissens über die Möglichkeiten, das ungeordnete Naturgeschehen durch Planung, Ausnutzung der klimatischen Möglichkeiten, Züchtung ertragreicher Sorten usw. in Richtung eines höheren Ertrags - bei Tier und Pflanze - zu beeinflussen, eröffnet nun in der Neuzeit die chemische Wissenschaft ganz neue Ausblicke. Ihr gelingt es, im Fasergebiet - also in der Bekleidung - aus der Enge der Versorgung mit Naturfasern auszubrechen, ja eine echte Revolution dieses Sektors herbeizuführen. Noch befinden wir uns am Anfang dieses Stadiums. Einige harte Fakten aber müssen realistisch gesehen werden, sonst ist die Gefahr schwerer Fehlentwicklungen nicht zu beseitigen.

Die Bevölkerung der Erde wächst rasch von den heutigen drei Milliarden auf sechs Milliarden im Jahr 2000. Sie wird dann aber auch das Doppelte der Nahrung und Kleidung von heute benötigen. Mögen alle Bemühungen um Verbesserung der Nahrungsmittelversorgung und des Austausches an Überschüssen erfolgreich sein, der Bedarf der unversorgten Milliarden wird wie ein Ungewitter über die gut versorgte Mitwelt kommen.

**Tabelle 5: Vergleich der Eigenschaften gepfropfter und ungepfropfter Fasern gegenüber regellosen Copolymeren auf der Basis von Nylon 66.**

Faser	Feuchtigkeitsgehalt in % (50 % RH)	Neigung zu statischer Aufladung (log R)	Faser- verklebungs- temperatur in °C	Naßknitter- erholung in %	Anfärbe- geschwindigkeit
Nylon 66	2,5	13,3	240	70	normal
Nylon 66, mit 20 % Acrylsäure gepfropft (Na-Salz)	7,5	8	380	94	schnell
Nylon 66, mit 20 % Acrylsäure gepfropft (Ca-Salz)	5	13	420	70	normal
Copolymer aus Nylon 66 und 6 (80:20)	3,5	13	200	65	schnell

RH = relative Feuchtigkeit in %

R = elektrischer Widerstand in Ohm/cm

zend, klebrig und leicht koagulierend, während das gegenwärtige Problem darin besteht, dünne Fasern (Durchmesser 30  $\mu$  und weniger) aus Polymeren mit hoher Glasumwandlungstemperatur, Kristallinität, Härte und schwerer Koagulierbarkeit zu erzeugen.

Das grundlegende Verfahren wurde erstmals von J.W. Hill<sup>1)</sup> für die Herstellung dünner Folien aus Polytetrafluoräthylen (Teflon) beschrieben. Dieses Polymer besitzt einen charakteristischen Übergangspunkt bei 327°C. Oberhalb dieser Temperatur ist es in dünnen Schichten durchsichtig, merkbar weniger kristallin (wie man durch Röntgen-diagramme bewies) und hat eine sehr niedrige Reißfestigkeit. Bei Abkühlung unter 327°C wird das Polymer durchscheinend oder opak, kristalliner und gewinnt seine Reißfestigkeit zurück. Über 327°C, und selbst bei Temperaturen bis zu 450°C, zeigt Teflon keine der gewöhnlichen Eigenschaften einer Flüssigkeit oder eines Gases.

Die Methode zur Erzeugung textiler Flächengebilde besteht darin, daß man feinverteiltes Polytetrafluoräthylen mit einem sich in der Hitze zersetzenden filmbildenden Material vermischt. Dann entfernt man den Filmbildner bei hoher Temperatur und erhitzt so lange weiter, bis das Polytetrafluoräthylen koaguliert. Auf diese Art erhält man durchsichtige, zusammenhängende, zähe, biegsame Folien mit einer durchschnittlichen Dicke von 0,005 inch<sup>\*)</sup>.

Das Verhältnis zwischen Teflon und dem zerstörbaren filmbildenden Trägermaterial hängt von den gewünschten Eigenschaften ab. Wenn man einen hohen Anteil des letzteren benutzt, erhält man im allgemeinen dünne Folien. Da aber das Trägermaterial während des Prozesses verloren geht, ist es natürlich vorteilhaft, davon so kleine Mengen wie möglich

zu verwenden, aber doch so viel, um noch genügend Steifheit zu erlangen, damit sich das vorgeformte Produkt gut handhaben läßt. Dauer und Temperatur des Anheizens hängen von der Zusammensetzung des Filmbildners und des Tetrafluoräthylenpolymeren ab. Mischungen mit Teflon können von 350°C bis 500°C erwärmt werden.

Eine fortgeschrittene Methode zur Herstellung dünner und dennoch starker Fasern aus schwer zu behandelnden Polymeren wurde von L.A. Burrows und W.E. Jordan<sup>2)</sup> entdeckt, als sie Zellulosexanthogenat als Trägermaterial verwendeten. Bei diesem Prozeß wird eine Mischung aus Viskose und wässriger Dispersion eines fluorierten Äthylenpolymeren durch eine Öffnung extrudiert, wobei das Polymer in die zellulosische Matrix eingebettet ist. Diese Struktur wird dann gereinigt, das zellulosische Material in dem nun endgültig geformten Artikel zersetzt und das suspendierte Polymer koaguliert oder geschmolzen.

Nach diesem Verfahren hergestellte Teflongarne werden um das Siebenfache verstreckt. Sie enthalten Fäden von insgesamt 375 den und haben eine Festigkeit von 1,4 g/den. Durch Änderung der Temperatur, der Wärmebehandlung und des Verstreckverhältnisses war es möglich, die Reißfestigkeit auf mehr als 2 g/den zu erhöhen und den Durchmesser des Einzelfadens auf weniger als 2 den zu reduzieren.

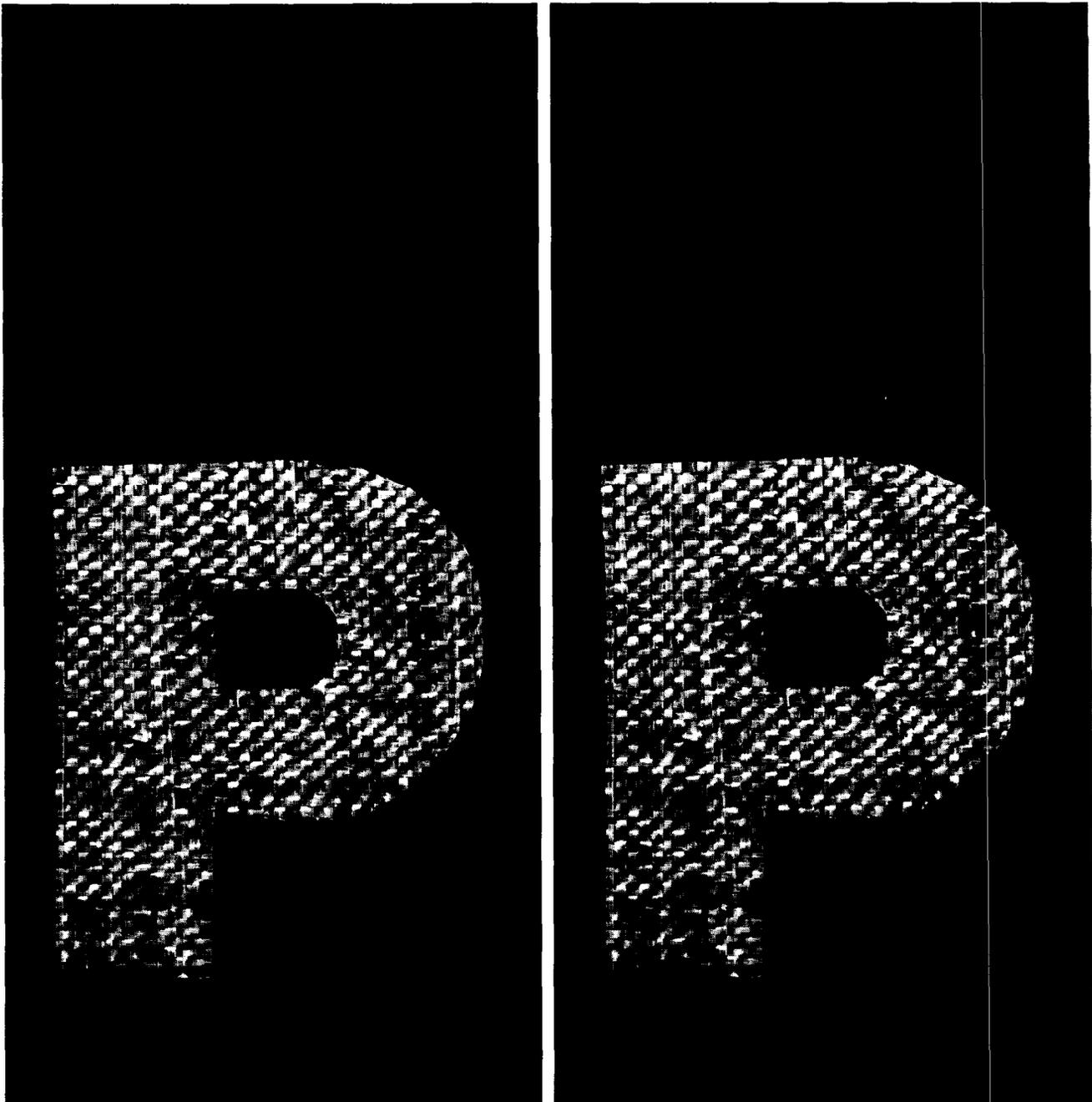
*(Übersetzung aus dem Englischen von Dr. I. Seebauer)*

#### Literatur:

1) J.W. Hill; US.P. 2,413.498 - 31.12.1946

2) L.A. Burrows und W.E. Jordan; US.P. 2,772.444 - 4.12.1957

<sup>\*)</sup> 1 inch = 25,4 mm



## Polyäthylen- und Polypropylen-Gewebe

Die Verarbeitung von axial-gereckten Flachmonofil-Fasern gewinnt an Aktualität. Säcke und Teppichgrundgewebe aus Polyäthylen oder Polypropylen erfreuen sich ständig wachsender Nachfrage auf Kosten der bis anhin klar dominierenden Jute-Produkte. Die für ihre Universalität bekannten SAURER-Webmaschinen Typ 100W eignen sich für die Verarbeitung dieser neuen Faserart in verschiedener Weise, d.h.

als Flach- oder Hohlgewebe – ein- oder mehrbahinig – bis zu einer Blattbreite von 330 cm. Für die Spulenwechselautomatik erweist sich sowohl das Trommelmagazin als auch das Unifil-Aggregat als technisch einwandfreie Lösung.

Lassen Sie die wirtschaftlich günstigste Variante für Ihren Betrieb durch unsere Fachleute berechnen.

# SAURER

AKTIENGESELLSCHAFT ADOLPH SAURER CH-9320 ARBON/SCHWEIZ

Dem „Zuwenig“ des einen Teils der Menschheit steht erstaunlicherweise ein „Zuviel“ des anderen gegenüber, mit dem dieser zur Zeit nicht fertig wird. Ursachen, die diese Situation herbeiführten, gibt es viele. Nicht zuletzt haben die Vereinfachung der Kleidung (z.B. Minirock und fehlende Weste), aber auch die wesentlich höhere Lebensdauer vieler Stoffe aus oder in Mischung mit synthetischen Fasern - denken wir nur an die Haltbarkeit von Hemden aus gewirkten Polyamidfäden oder aus Polyesterfasern, an mit Perlon verstärkte Wollsocken - das frühere Pensum der Webstühle, deren Leistung in den letzten Jahren gewaltig gesteigert wurde, verringert. Ein weitreichendes Lohngefälle verschärft diese Situation nicht weniger als wirtschaftliche Depression. Die Folgen eines solchen Überangebotes sind unerfreulich und noch nicht abzusehen. Die englische Wirtschaft hat dadurch bereits eine ihrer Säulen eingebüßt und damit die Arbeitsmöglichkeit für Hunderttausende und das Brot für Millionen.

Wären nur technische Aspekte im Spiel, könnte man wohl eher mit einer vernünftigen Behandlung des Komplexes rechnen. Aber weitverzweigte wirtschaftliche, politische, finanzielle, ja selbst weltanschauliche Gesichtspunkte verhindern, daß das einfachste Mittel, mit dem das Übel der Überversorgung und Ungleichheit der Kosten bekämpft werden könnte, zur Anwendung kommt:

*der Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage.*

Denkt man auch nicht so weit wie der bekannte Verhaltensforscher Konrad Lorenz: „..... so rennt die moderne Menschheit in sinnloser Weise mit sich selbst um die Wette und vermehrt sich noch dazu in beängstigendem Tempo.“ (Das Tier, 7. Jahrgang, Nr. 12), es bleibt Grund genug zu schwerer Besorgnis.

### Die Aufgabe

Resignation vor diesen Schwierigkeiten wäre verfehlt. So suchen Fasererzeuger, Industrie und Handel nach immer neuen Möglichkeiten zur Belebung des Kaufwillens breiter Schichten. Die Vorschläge, die hier gemacht werden, sind allerdings oft sehr widerspruchsvoll, und im Endeffekt bringen sie eher eine Verschärfung als eine Entspannung der Lage.

Gewaltige Anstrengungen werden auch gemacht, um die verbrauchsfördernden Kräfte der modischen Strömungen zu entfalten. Aber selbst hier besteht die Gefahr, daß dieser viel gerühmte „Motor des Verbrauchs“ überdreht wird. In dieser Situation ist es wirklich geboten, sich darauf zu besinnen, daß die Kleidung auch eine wichtige natürliche Aufgabe hat, nämlich Schutz zu sein für Körper und Gesundheit, für Leistungsfähigkeit und Behaglichkeit, im physischen wie im psychischen Sinn.

Die Tatsache, daß die Menschheit in vergangenen Zeiten sich nur wenig mit den Beziehungen auseinandergesetzt hat, die zwischen unserem Leben und unserer Kleidung bestehen, bedeutet keinesfalls, daß dieser Fragenkomplex nicht existiere oder nicht wichtig wäre. Er war jedoch mit den Mitteln der Vergangenheit einfach nicht lösbar.

Im folgenden sollen diese Zusammenhänge näher dargestellt und vor allem aber gezeigt werden, *welche Aufgaben vor uns stehen, wie sie zu bearbeiten sind und welche Erfolge Industrie und Handel, insbesondere jedoch die Verbraucherwelt, erwarten dürfen.*

### Die Bekleidungsphysiologie in der Vergangenheit

Dem Buch von René König „*Kleider und Leute - Zur Soziologie der Mode*“ (Fischer Bücherei, 1967) ist ein Satz vorangestellt, der Beachtung verdient:

*„Der Wechsel der Mode folgte noch immer den Jahreszeiten, und daraus mag man schließen, daß die Kleidermode nicht nur das menschliche Schmuckbedürfnis meint, daß es sich vielmehr in diesem Wechsel auch noch nach 7000 Jahren Kulturgeschichte im Grunde das uralte Bedürfnis des Menschen nach Schutz vor der Witterung zeigt. Aber dieses elementare Bedürfnis ist zu verschiedenen Zeiten recht verschieden ‚bemäntelt‘ worden .....“*

In der Praxis haben aber Industrie und Handel auf diese Zusammenhänge nur da bewußt Rücksicht genommen, wo diese dominierend sind: in Militär-, Sport- und mancher Art von Arbeits- und Berufskleidung. Analysiert man nämlich die Situation genauer, so kommt man zu einer recht konkreten Erklärung: Das Wissen um diese Zusammenhänge ist nicht nur in den Verbraucherkreisen, sondern auch in den für die Fertigung und den Vertrieb verantwortlichen Bereichen äußerst gering. Aber auch diese können sich mit Recht darauf berufen, daß ihnen Techniker und Wissenschaftler ihre Fragen nicht beantworten konnten und daß über einige wichtige Punkte wesentliche Meinungsverschiedenheiten und Unklarheiten bestanden und noch bestehen. Wie ist dieser Zustand zu erklären?

### Ein Rückblick auf die Entstehung der Kleidung

Wie in anderen wichtigen und vielschichtigen Wissensbereichen spielen auch in der Entwicklung der Kleidung materielle, religiöse, soziologische, medizinische und technische Aspekte eine bedeutsame Rolle. Je nach Zeit und Land haben sich die Schwerpunkte verschoben. Das rationale Erfassen der Zusammenhänge ist wohl die jüngste Phase.

Aber für physiologische Dispute wird die Zeit erst allmählich reif. Es begann mit dem Arzt S a n c t o r i u s im 17. Jahrhundert; im 18. Jahrhundert mehren sich bereits die Überlegungen. Wollflanell als hautnahe Kleidung steht oft im Mittelpunkt der Attacken. Im 19. Jahrhundert sind es Kolonial- und Militärärzte, die sich mit vergleichenden hygienischen Untersuchungen befassen. Auch Pfarrer K n e i p p finden wir hier als Verfechter der gesundheitlichen Wirkungen von grobem, handgesponnenem Leinen. Mit Gustav J ä g e r (um 1900), der in der Wolle ein Allheilmittel, in allen Pflanzenfasern aber lebensbedrohende Giftpfänger sah, war wohl der Höhepunkt des Interesses am Einfluß der Kleidung auf den gesunden Ablauf des Lebens erreicht, aber auch ein Gipfel des Phantastischen und Irrationalen. Seine Vorstellungen wirkten - trotz deren Absurdität - länger nach, als man glauben sollte. Zur gleichen Zeit

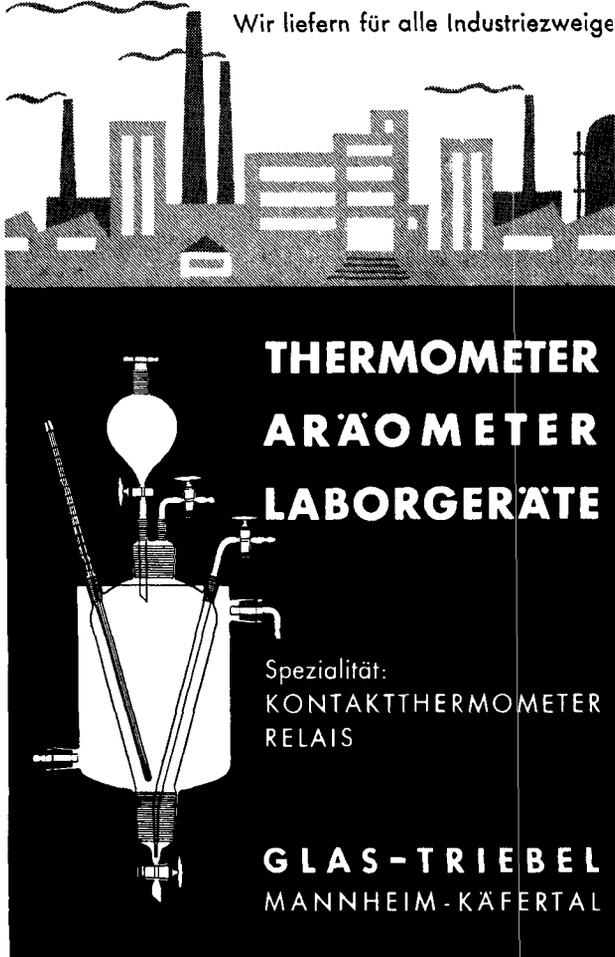
etwa entwickelte Max R u b n e r , Arzt und Physiologe von hohen Qualitäten, solide Vorstellungen über den Energiehaushalt des Körpers und dessen Anpassungsfähigkeit an Wärme und Kälte, über die Rolle der Kleidung sowie über die Zusammenhänge zwischen Stoffstruktur und Warmhaltevermögen. Er trennte die primären Eigenschaften der Fasern von den sekundären des Gewebes, verwies auf die Gefahr der Fehldeutung von Versuchen an Stoffproben im Labor statt am Menschen im praktischen Leben und entwickelte zahlreiche Meßgeräte und Meßmethoden.

Man hätte ein größeres Interesse der Welt - vor allem von Industrie, Handel und Ärzteschaft - an Rubners Betrachtungen erwarten sollen. Daß es ausblieb, zeigt die Analyse eines Dr. F i t z in Boston, in der dieser 1914 unter dem Titel "The Physiological Cost of Insufficient Protection of Clothing" berichtet. Von 100 Ärzten bezeichneten die meisten Wolle für Ober- und Unterbekleidung als bestes Material für jedes Klima und für jedes Lebensalter, 16 entschieden sich für Baumwolle, 9 für Seide, 7 für Leinen. Fitz schloß, daß für diese Divergenz der Meinungen die Ursache in der Unkenntnis der Textilien zu suchen sei. In einem Vortrag über die „Hygiene des Leinens und anderer Bekleidungsgegenstände in historischer Sicht“ stellt Dr. R e n b o u r n die Frage, ob sich heute - also ein halbes Jahrhundert später - die Feststellungen von Dr. Fitz wesentlich geändert hätten (Melliand Textilberichte, Juni 1962).

#### Ein neuer Anlauf

Es ist fraglich, ob die in dieser Problematik schlummern den Fragen einer weiteren Bearbeitung und Klärung zugeführt worden wären, wenn man nicht mit der Erfindung und Entfaltung der synthetischen Fasern die alte Kontroverse neu aufgegriffen hätte. Die Entwicklung der Zellulose regeneratfasern blieb zunächst ohne Einfluß. Die geringe Bedeutung, die man der Morphologie der Fasern zuwies, das schiefe Wort von der „Kunstseide“, die scheinbare Identität des Rohstoffes bei Natur- und Regeneratzellulosefasern, die Ähnlichkeit in den Färbe- und Ausrüstungsprozessen ließen sie - trotz einiger eklatanter Mängel, welche Baumwolle und Leinen nicht aufweisen - zu Geschwistern in der Faserwelt werden. Selbst Acetatseide wurde so betrachtet, obgleich „eine Welt von Verschiedenheiten“ die beiden Fasertypen trennt. Während sich Mängel in der Haltbarkeit (z.B. zellwollener Wäscheartikel) schon früher zeigten, wurden physiologische Defekte erst im Laufe des Zweiten Weltkrieges - aber da mit aller Eindringlichkeit - sichtbar. Wie wenig die Situation auch die verantwortlichen Stellen befriedigte, ergibt sich daraus, daß ich im Januar 1943 Gelegenheit erhielt, die bestehenden Schwierigkeiten vor maßgebenden Persönlichkeiten der Heeresleitung und der Wirtschaftsämter darzulegen. Mein Vorschlag bei den Kaiser Wilhelm-Instituten (heute Max Planck-Institute), die Erforschung der bekleidungsphysiologischen Zusammenhänge zu betreiben, fand volles Verständnis. Doch der weitere Verlauf des Krieges schloß jede gezielte Aktion aus. Erst danach, als synthetische Fasern ganz anderer Zusammensetzung und mit hervorragenden Trage- und Pflegeeigenschaften (trocken

Wir liefern für alle Industriezweige



**THERMOMETER  
ARÄOMETER  
LABORGERÄTE**

Spezialität:  
KONTAKTHERMOMETER  
RELAIS

**GLAS-TRIEBEL**  
MANNHEIM-KÄFERTAL

wie naß) in erheblichen Mengen auf dem Markt erschienen, die das textile Denken zu revolutionieren begannen, wurden Hersteller wie Händler hellhörig. Der ungezügelter Eifer mancher Textilbetriebe, die sich in Gebiete wagten, die noch ungenügend erforscht waren, sodaß bald Klagen über gesundheitliche Störungen auftraten (z.B. bei zu dicht gewebten Nylonhemden), löste dann in Verbindung mit der Wettbewerbsangst eine bisher unbekannte Bewegung aus: gewachsene Fasern sollten - wegen ihrer Herkunft aus der Natur - der Gesundheit zuträglichere Kleidung liefern als die künstlichen Fasern. Schon mit der Bezeichnung „künstlich“ haftete ihnen in der Verbraucherverwelt ein Geruch nach Unechtem, nach Ersatz an. Der Krieg, in dem man sich mit allen möglichen Kunstprodukten beholf, war ja bei weitem noch nicht vergessen. Die Textilbranche hatte sich zuvor keinen Deut um die wirklichen Zusammenhänge gekümmert - jetzt aber wurden die Naturfasern auch von hochangesehenen Männern der Branche auf den Schild gehoben, wurden Jägersche Thesen wieder hervorgeholt und zum Beispiel gesagt, daß die Wollfaser die dem menschlichen Körper adäquate Faser sei, daß Baumwolle, weil organisch gewachsen, unserem Körper verwandt sei, usw. Da keine verbindlichen Untersuchungen, die solche Behauptungen hätten widerlegen können, vorlagen - es eröffnete sich ja auch eben erst eine neue Welt -, glaubten Unzählige an solche Aussagen, und viele glauben heute noch daran. Den Beweis hoffte man

zunächst in physikalischen Differenzen gefunden zu haben, die zu selbstverständlichen Vorzügen der gewachsenen Fasern aufgewertet wurden. Damit wurde der Glaube des Verbrauchers an die Überlegenheit der Natur gewaltig gestärkt. Die Menschheit war ja seit undenklichen Zeiten an Kleidung aus Naturfasern gewöhnt und nahm deshalb solche Ausführungen völlig unkritisch hin.

#### Der rechte Sinn des Wortes „Natur“

Weder Tier noch Pflanze liefern Fasern mit dem „*natürlichen*“ Ziel der Fertigung von Kleidung für den Menschen. Er bedient sich ihrer und verändert sie nach Bedarf. Sie sind für ihn Werkstoff wie die Bretter aus einem Baum für ein Boot. Die Natur kennt auch kein Verspinnen, keinen Web- und Wirkprozeß. Das für die Herstellung von Tuchen so wichtige Filzvermögen der Wolle kann und darf am Tier nicht auftreten. Es gibt kein Naturgesetz, das einer der heute für Bekleidung eingesetzten Faserart den Absatz auf diesem Sektor garantiert: weder einer Natur- noch einer synthetischen Faser. Daß subtilste Wachstumsstrukturen bei Wolle oder Baumwolle, wie sie uns das Ultramikroskop oder das Stereoscan-Verfahren enthüllen, vom Techniker nicht nachgebildet werden können, ist wohl sicher. Da diese tierischen und pflanzlichen Fasern von ihren Erzeugern eindeutig zweckbestimmt entwickelt werden, sind sie auch dem natürlichen Verfall unterworfen. Sie bringen daher auch Nachteile wie eine hohe Empfindlichkeit gegen Licht, Feuchtigkeit, Chemikalien und mancherlei Mikroorganismen mit sich, die in besonderen Verfahren eliminiert werden müssen.

Und so stellt sich mit aller Schärfe die Frage: Brauchen wir die chemischen und biologischen Strukturen der Naturfasern, oder machen wir von ihnen nur Gebrauch, weil bis zur Entwicklung neuer Fasern durch Wissenschaft und Technik nichts anderes da war? Werden nicht manchmal falsche Akzente gesetzt? Die  $\alpha$ - und  $\beta$ -Form des Wollkeratins sind interessante Erscheinungsformen einer Polypeptidkette, der Cystinschwefel als Träger der Verformbarkeit der Wollfaser und der menschlichen Haare - ein Unikum -, und für die Technik der gewalkten Tuche unentbehrlich. Es ist jedoch durchaus denkbar, daß die Menschheit - auch ohne diese Eigenschaft der Wollfaser - für kalte Winter genügend wärmende Kleidung entwickelt hätte. Man denke nur an die Bedeutung der wattierten Jacken für die Menschen Nordchinas und Sibiriens im Winter!

Es sei aber darauf hingewiesen, daß nicht nur gewachsene Fasern fibrilläre Strukturen besitzen, auch regenerierte und synthetische weisen solche auf. Selbst Ortho- und Paracortex der Wolle finden in den Bikomponentenfasern Analogien.

Man kann nicht übersehen, daß sich Schafwolle aus *strukturellen Gründen* viel besser für die Tuchfabrikation eignet als die im chemischen Aufbau ähnlichen anderen Tierhaare - sogar das Menschenhaar ist für unsere Kleidung unverwendbar - oder die nach einem anderen Prinzip geformte Seide. Analoge Differenzen finden wir bei Baumwolle und Leinen

und bei den vielerlei Variationen der regenerierten Zellulosefasern.

Wie leicht Mißverständnisse in der Ausdeutung der Zusammenhänge entstehen, zeigt ganz deutlich die Untersuchung der Wärmebildung durch Wasserbindung an die Faser (z.B. an Wolle). Aus chemischen und physikalischen Gründen bindet diese unter durchschnittlichen Umweltbedingungen 12 bis 14 Prozent Wasser. Die dabei auftretende Wärme ist natürlich längst verloren, bevor wir den Anzug überhaupt tragen. Eine Zu- oder Abnahme dieses Betrages wird also im Normalfall sehr gering sein, außerdem verläuft eine solche - im Gegensatz zu losen Fasern - im dichtgewebten Tuch äußerst langsam.

H.G. D a v i d , Wool Research Institute, Sydney, hat im Textile Research Journal, Januar 1963, bei einem Versuchsstoff ca. 15 Stunden für die Einstellung des Feuchtegleichgewichts angegeben. Als Renbourn feststellte, daß die im Labor am Stoff meßbare Sorptionswärme beim Tragen der Kleidungsstücke - also unter realen Lebensbedingungen - kaum mehr faßbar ist, mußte eine in vielen Lehrbüchern gehegte und gepflegte Hypothese aufgegeben werden. Es bestanden ja schon lange Zweifel, ob in der Sorptionswärme ein Vorteil oder nicht - im Gegenteil - ein schwerwiegender Mangel zu erblicken sei.

Wenn auf der Tagung des Deutschen Medizinischen Informationsdienstes in Baden-Baden am 24. Oktober 1967 der Vertreter des Internationalen Wollsekretariats erklärte, daß man heute auch in diesem Kreis der Sorptionswärme der Wolle in unserer Kleidung keine Bedeutung mehr beimesse, so ist damit wohl eine Diskussion abgeschlossen worden, die im Interesse der Klarheit und der Wissenschaft, aber auch im Interesse der Verbraucher durchgestanden werden mußte.

Dieser Ausgang ändert nichts an der Tatsache, daß Wolle eine wertvolle, ja einzigartige Textilfaser ist, er hilft uns aber, die Zusammenhänge richtig zu sehen. Er erspart auch auf der Seite der Chemiefasern kostspielige, am Ende wegen unrichtiger Themenstellung ergebnislose Versuche.

#### Gedanken zu einer theoretischen und praktischen Neuorientierung

Lassen wir einmal alle ethischen und ästhetischen Aspekte, an denen die Textilwelt so reich ist, beiseite und konzentrieren wir uns auf die fundamentalen physiologischen Anforderungen an die Kleidung, so können wir mit Sicherheit sagen, daß das Schutzbedürfnis die Suche nach den Schutzmitteln auslöste. Im Fell zuerst, dann in einigen Faserarten, die versponnen, verwebt oder verstrickt wurden, fand der Mensch Rohstoffe zur Schaffung flexibler, die Haut bedeckender und wärmender Kleidung.

Höhere Ansprüche an deren Schönheit, Haltbarkeit und Kosten forderten im Laufe der Zeit eine Variation durch Züchtung bzw. verbesserte und verfeinerte Verarbeitung. Die Maschinenteknik und die chemischen Wissenschaften haben hier große Leistungen aufzuweisen. In den Grund-

zügen aber werden noch heute Gewebe erzeugt, wie sie schon die Ägypter benutzten oder wie sie aus den von Sklaven betriebenen Tuchwalkereien Pompejis kamen. Auch die in jüngerer Zeit so viel zitierten Non-wovens haben ihre Vorbilder in der uralten Technik des Filzens von Wolle und Haaren. Aus modisch-optischen Gründen wie aus klimatischen Erfordernissen hat sich das Bild der Kleidung viel öfter gewandelt als aus materiellen Gründen. Das Gleichgewicht zwischen Endprodukt und naturbedingtem Rohstoff ist ja auch nicht stark verschiebbar, da in die Erzeugung der Fasern als einen biologischen Vorgang nur ganz begrenzt eingegriffen werden kann. Aber wichtig ist, daß wir Formen, Feinheit, Kräuselung, Stapellänge und Ertrag beeinflussen können, wenn auch nur auf dem langsamen Weg der Züchtung. Diese Variationen sind die Träger optischer, technischer und modischer Abwandlungen unserer textilen Erzeugnisse.

### Eine Umkehr der Fronten

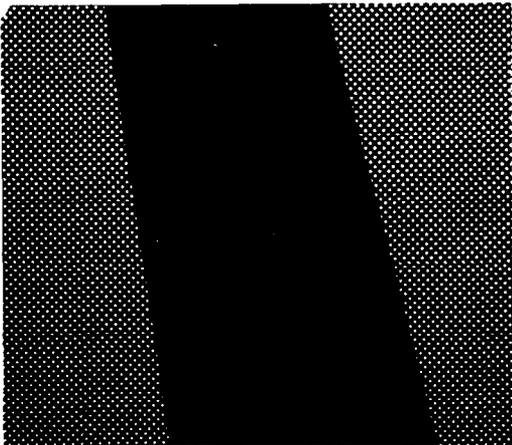
Eine wirkliche Systemänderung vollzog sich durch die Chemiefasern, insbesondere durch die vollsynthetischen. Freilich war das Vorbild für ihren ersten Einsatz zwangsläufig das mit Naturfasern erarbeitete Sortiment an Stoffen, Bekleidungsstücken und -systemen, an das die Menschheit nun einmal gewöhnt war. Dazu kommt die gewaltige technische

Einrichtung, die für die Verarbeitung der verschiedenen Faserarten notwendig ist. Man konnte früher sehr wohl Woll-, Baumwoll- und Seidenindustrie trennen, nicht nur weil sie verschiedene Fasern verarbeiteten, sondern dafür auch einen ganz spezifischen Maschinenpark und eingearbeitete Fachleute benötigten. Nun aber entsteht zwischen dem Endprodukt Stoff bzw. Kleid und den Fasern ein anderes Verhältnis:

Nicht nur die Faserart und ihre Verarbeitungstechnik bestimmen das Sortiment der Stoffe (Web-, Wirk- und Filzwaren), nach einer unvermeidlichen Übergangsphase *fordert der gesuchte Stoff die passenden Fasern*.

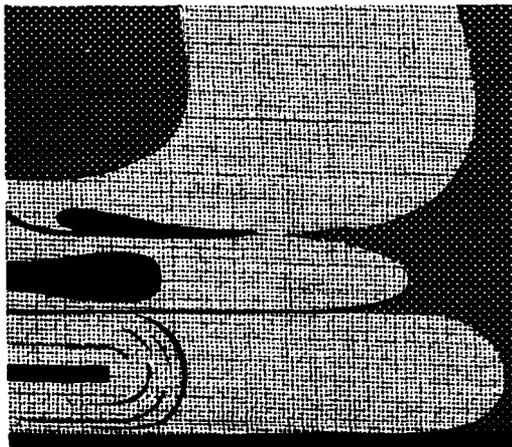
Neben das schwerfällige, starre System der Bindung an die Miniaturfabrik des Tieres und der Pflanze treten neue Rohstoffe, neue Faserformen, neue Verarbeitungstechniken und damit auch neue Ergebnisse.

In manchen Bereichen ist die Situation sehr rasch überschaubar: So gibt es den Faden des Seidenspinners praktisch nur in einer Qualität, während die Chemieseiden in schier unüberschaubaren Variationen an Feinheit, Glanz, Festigkeit, Färbbarkeit, Querschnitten u.a.m. geliefert werden. Bei den anderen Fasern aber bleibt ein starker Wettbewerb bestehen, vor allem seit Wissenschaft und Technik durch neue Veredlungsverfahren dem Erzeugnis aus Wolle und Baumwolle bessere Eigenschaften mitgeben können.



# WASSERSTOFF- PEROXYD

für die alkalische und Peressigsäure-**BLEICHE**



Kundenberatung

Eigenes Anwendungslaboratorium



**ALPINE CHEMISCHE  
AKTIENGESELLSCHAFT KUFSTEIN/TIROL**

Bei der Werbung für solche Artikel zum Beispiel auf die bekannt guten Eigenschaften der Naturbaumwolle zu verweisen, ist nicht korrekt. Durch die chemischen Eingriffe werden auch wichtige physikalische Werte stark beeinträchtigt. (Neuerdings wird sogar für eine schmutzabweisende, den Waschprozeß erleichternde Ausrüstung geworben.) Wie weit die Veränderungen im Wasserhaushalt - Verringerung der Quellbarkeit und der Wasserhaftung - physiologische Bedeutung haben, ist nicht genau bekannt. Diese Effekte treten bei den synthetischen, wenig hydrophilen Fasertypen auf, die von eben diesen Kreisen deswegen als unphysiologisch kritisiert werden. Wo liegen hier optimale, wo untragbare Grenzwerte?

### Wesen und Aufgaben der wissenschaftlichen Bekleidungsphysiologie

Wenn wir die Bekleidungsphysiologie als jenen Bereich der allgemeinen Physiologie des Menschen ansprechen, der uns Auskunft über die Einflüsse der Kleidung auf den Ablauf unserer Lebensfunktionen gibt, so müssen wir uns bewußt sein, daß wir damit auf einen umfangreichen Komplex von Fragen Antwort erwarten:

1. auf die Vielfalt von Daseinsbedingungen, auch wenn man vereinfachend eine Anzahl von Kategorien aussondert;
2. auf die Reaktion verschiedener Menschengruppen, die nach Alter, Geschlecht, Gesundheitszustand, Berufsansprüchen etc. oft sehr stark differierende Voraussetzungen und sogar noch eine erhebliche individuelle Streuung mit sich bringen;
3. auf die große Variationsbreite der Textilien, die in Abhängigkeit von Faser, Fertigung des Stoffes, des Kleidungsstückes und des gesamten Bekleidungssystems ein ausgedehntes Wirkungsspektrum aufweisen.

In jedem einzelnen Fall sind die Werte aus diesen drei Bereichen aufeinander einzuspielen. Dabei ist nicht zu übersehen, daß vielfach fließende Übergänge herrschen. Die wissenschaftlichen Ergebnisse können also nicht schematisch, sondern nur unter Anlegung ausgleichender kritischer Maßstäbe der Verarbeitungstechnik zur praktischen Anwendung angeboten werden. Trotz aller Einflüsse, die von Mode und Wirtschaft ausgehen, ist aber die Erarbeitung fundamentaler wissenschaftlicher Erkenntnisse die Vorbedingung für jegliche Art von Ergebnissen. Hierbei gilt es, die Aussagekraft für eine breite Schicht zu errechnen, Toleranzen zu berücksichtigen und - allen statistisch ermittelten Differenzen zum Trotz - die Beziehung zum täglichen Leben nicht zu übersehen. Der gesunde Menschenverstand ist eben auch zu konsultieren. Nur so kommen wir dazu, Relationen zwischen Trageversuchen und meßbaren physikalischen Größen an unseren Textilien in Systeme zu bringen, die am Ende auch dem Käufer eine wertvolle Aussage bieten.

Es ergeben sich also verschiedene Ebenen, auf denen Forschung und Kooperation betrieben werden muß, damit die Harmonisierung zum Wohle der Konsumenten möglich wird, nämlich

- a) die vornehmlich ärztlich-physiologische Überwachung des Menschen und
- b) die Bereitstellung von geeignetem Material für systematische Versuche mit den notwendigen physikalischen, chemischen oder technischen Daten, die zur Vereinfachung und Sicherung des Trageversuchs und seiner Auswertung unentbehrlich sind.

So kann man erwarten, daß aus der rein wissenschaftlichen Erfassung der Vorgänge sowohl

- a) eine Bewertung unserer heutigen Bekleidungsmittel und -formen gewonnen wird, wie auch
- b) Voraussetzungen für eine globale fortschrittliche Entwicklung unserer Bekleidungsmethoden geschaffen werden, die auch Rohmaterial, Arbeitstechnik und Bekleidungssysteme einschließen.

### Der Stand unseres Wissens in den einzelnen Bereichen

Es wurde gelegentlich gesagt, unser Wissen über die *physiologischen Vorgänge* an und in unserem Körper wäre so umfassend und gesichert, daß man schon durch Feststellung einiger Daten (z.B. Veränderungen von Pulsfrequenz, Körpertemperatur u.a.), die durch eine zu testende Bekleidung ausgelöst werden, eine Aussage über deren physiologische Wertigkeit machen könne. In einigen Sonderfällen mag das zutreffen, für die Gesamtheit des Komplexes jedoch auf keinen Fall.

Unsere Kenntnisse der Physiologie mögen eine beachtliche Höhe erreicht haben, Tatsache aber ist, daß so viele Fragen noch offen sind, daß ununterbrochen an zahllosen Orten der Welt derartige Forschungen betrieben werden. Die Bekleidungsphysiologie kann sich von dieser Situation nicht distanzieren, als Sonderfall ist sie sogar auf systematische Auswertung aller neuen Erkenntnisse angewiesen, ebenso wie die ihr benachbarte Arbeitsphysiologie.

Eine konstruktive Betätigung in diesen Gebieten ist ohne universelle medizinische Vorkenntnisse und Einfühlung in die besonderen physiologischen Aufgaben nicht zu erwarten. Es gehört außerdem noch ein aus der medizinischen Tätigkeit kommendes Verständnis für die zahlreichen Zusammenhänge mit verwandten Disziplinen dazu, wie Arbeitsphysiologie, Innere Medizin, Frauen- und Kinderprobleme, Tropen- und Sportmedizin u.a.m. Eine ganz enge Verbindung aber ist, schon aus der natürlichen Lage der Probleme heraus, mit der Dermatologie geboten, da ja die Haut unmittelbar das aktive Organ für den Wärmehaushalt ist und passiv an erster Stelle alle von außen kommenden Störungen verzeichnet, weiterleitet und schließlich mit ihrem Nervensystem darüber befindet, ob wir uns in einer Kleidung behaglich fühlen oder nicht. Dabei bietet sie aber noch zahlreiche andere Fragen für den Tester. Sie ist ja bei weitem kein über den ganzen Körper gelegter homogener Überzug, sondern in sich und individuell mit vielen Verschiedenheiten ausgestattet, ja an der Versuchsperson selbst durchaus nicht immer konstant. Es sei nur darauf hingewiesen, daß die mit der Funktion der Haut zusammenhängen-

den Probleme schon an und für sich so zahlreich und schwierig sind, daß nur eine fachliche Betreuung zu sicheren Urteilen führt. Wie lange ging doch der Disput um die Hautverträglichkeit der Nylonfaser in Strümpfen, der hydrophoben synthetischen Fasern in Wäsche! Manche Fragen - wie die Fungusbildung an den Zehen - kehren geradezu ständig wieder.

Die ärztlichen Probleme beginnen bereits mit den Vorbereitungen zu den Versuchen, ob sie nun im Freien oder in der Klimakammer durchgeführt werden. Die Verantwortung für die Versuchspersonen unter Bedingungen, die zu beträchtlichem *Stress* führen können (z.B. durch Kälte, Hitze, langandauernde Windeinwirkung, Arbeitsleistung u.a.m.) ist für den untersuchenden Physiologen nicht gering. Belastungen dieser Art werden aber oft unmittelbares Studienobjekt sein (Militär, Hitzebetrieb etc.). Es gehört erhebliche Erfahrung dazu, die richtige Personenauswahl zu treffen (Lebensalter, Leistungsfähigkeit, Reaktionsvermögen etc. sind zu berücksichtigen) und für die Versuche einen „Normalbereich“ zu fixieren, von dem dann auszugehen ist. Es reicht bei weitem nicht, nur das Verhalten der Versuchspersonen während des Tests hinreichend genau zu registrieren: Es müssen die Ergebnisse physiologisch richtig interpretiert und deren praktische Bedeutung herausgearbeitet werden. Es gibt noch eine ganze Anzahl grundsätzlicher Fragen, die für die Entwicklung richtiger Kleidung beantwortet werden sollten, zum Beispiel:

- Welche Wirkung hat die lang andauernde Steigerung oder die Blockade des Wärmeabflusses auf eine ganze Reihe physiologischer Prozesse des Körpers?
- Gibt es eine zuverlässige Beurteilung der physiologischen Funktion der Männer- und Frauenkleidung?
- Ist es denkbar, daß die statistisch ermittelte längere Lebenserwartung der Frau von der Bekleidungsart wesentlich beeinflusst wird?
- Wie läßt sich aus den partiellen Einwirkungen auf die einzelnen Körperteile (z.B. auf Arme, Beine, Rumpf, wel-

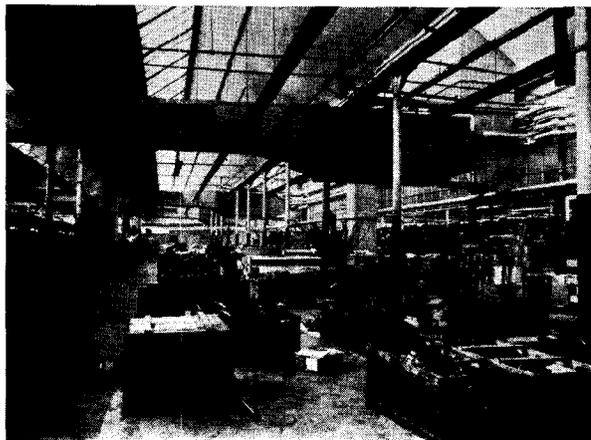
che sich in der Wärmebilanz weitgehend voneinander unterscheiden) auf das gesamte physiologische Verhalten schließen?

- Ist unsere Art der Männer- und Frauenkleidung überhaupt sinnvoll, bzw. welche bekleidungstechnischen Maßnahmen wären notwendig, um ein Optimum zu erreichen?
- Wie weit sind die an Geräten (z.B. an dem sogenannten „Kupfermann“) im Labor gewonnenen Meßzahlen auf den Menschen anwendbar?
- Was können Versuche an Tieren aussagen?

Es sei auch darauf verwiesen, daß bereits mit der Auslese von Versuchspersonen, deren Überwachung während der Testdauer und der Interpretation der gemessenen oder beobachteten Erkenntnisse eine wichtige physiologisch-ärztliche Aufgabe verknüpft ist. Dies gilt insbesondere für Fälle, wo mit wenigen Versuchspersonen gearbeitet werden muß. Die Gefahr falscher Rückschlüsse auf das Verhalten des Kollektivs - und mit einem solchen haben wir es ja meistens zu tun - ist nicht gering.

Eine Aufgabe von universeller Bedeutung ist auch die Ermittlung von Bevölkerungsschichten, die nach Alter und Beschäftigung (Bürotätigkeit oder manuelle Arbeit) mit spezieller Kleidung versehen werden sollten. Daraus ergeben sich praktische Konsequenzen für Industrie und Handel.

Es ist kein Zufall, daß alle wichtigen Erkenntnisse der neueren Zeit - besonders hinsichtlich von Kleidungsstücken aus Chemiefasern - durch Ärzte und Physiologen wie Rubner, Eyer, Renbourn, Carrié, Galbraith u.a. ausgesprochen wurden. Aber selbst bei einfacheren Fragestellungen, bei denen physikalische Messungen zur Beantwortung im allgemeinen genügen, können wir ohne physiologische Interpretation und Begutachtung zu keinem praktisch relevanten Urteil kommen. Beispiele: die schützende und wärmende Wirkung des Frauenstrumpfes oder der als Einschichtkleidung getragenen Pullover und Hemden. Seit Jahren geht der Disput darum, ob Hemden aus gesponnenen Baumwoll- oder aus



**30 Jahre** Klimatechnik im Dienste der Textilindustrie befähigen zur Lösung aller Klimaaufgaben.  
In **10** Jahren mehr als **400** Klimonapparate ausgeliefert.



**ING. R. HIEBEL**

KOMMANDITGESELLSCHAFT FÜR  
HYDRO- UND KLIMATECHNIK

1140 WIEN, LINZER STRASSE 221  
Telefon 94 21 06

endlosen Nylonfäden physiologisch richtig seien, welche Rolle die hydrophoben synthetischen Fasern spielen oder wie die quellungsarme, vernetzte Baumwolle zu beurteilen sei. Es wird dabei mit den Eigenschaften der Naturbaumwolle geworben, obwohl deren wesentlichste durch chemische Eingriffe längst verändert wurden. Dabei ist aber nicht einmal die Möglichkeit auszuschließen, daß die so behandelte Faser beim Tragen - also im physiologischen Verhalten - Vorteile vor der unbehandelten aufweist. Außerdem gibt es noch immer Liebhaber von Wollhemden; die sogenannte „Gesundheitswäsche“ aus Angorawolle u.ä. fällt ebenfalls unter diese Überlegungen.

Besondere Bedeutung haben diese Probleme nicht nur für die Träger solcher Kleidung, sondern auch für Industrie und Handel. Aber gerade hier fehlen noch alle Unterlagen, wie zum Beispiel physikalische Bestimmungsmethoden für die Bedeckungswirkung verschiedener Fertigungsarten und Fasertypen auf die Haut - sowohl in dermatologischer als auch in physiologischer Hinsicht. Fazit: Der Käufer ist auf seine meist sehr unzuverlässigen Eigenbeobachtungen und Vorurteile angewiesen und ununterbrochen einer massiven Werbung ausgeliefert.

Daraus ist eindeutig zu ersehen, daß die *Entwicklung physikalischer Meßmethoden* zur Bestimmung wichtiger Einflußgrößen noch sehr im argen liegt.

Ein Überblick über die Situation in diesem Gebiet läßt folgendes erkennen:

Die Herstellung etwa gleichwertiger, aber verschieden gebauter textiler Erzeugnisse ist eine fundamentale Aufgabe. Textilsachverständige und Meßtechniker finden hier ein schier unübersehbares Betätigungsfeld. Wir brauchen nur an die Gruppen der Web-, Wirk- und Non-woven-Typen für ein und dieselbe Bekleidungs Aufgabe zu denken. Wie muß die eine, wie die andere konstruiert sein, um jeweils denselben physiologischen Effekt zu erreichen? Derartige Fragen können ohne systematische Entwicklung von Meßverfahren einfach nicht beantwortet werden. Der Physiologe wäre aber absolut überfordert, wenn für jede Variante erst umfangreiche Trageversuche durchgeführt werden müßten.

#### **Wasser, Wind und Wärme im Bekleidungssystem**

Den *Feuchtigkeitshaushalt* unserer Textilien, besonders der körpernahen, einmal systematisch zu untersuchen und seine physiologische Funktion aufzuklären, damit aber gleichzeitig Einfluß auf die Gestaltung der Kleidung im ganzen zu nehmen, ist eine wichtige Aufgabe. Unter- und Oberbekleidung beeinflussen sich ja gegenseitig. Zahlreiche Einzeluntersuchungen an Fasern und Geweben liegen vor, häufig ist über den Verlauf der *perspiratio sensibilis* und *insensibilis* berichtet worden. Nachdem die Kontroverse über die Rolle der Sorptionswärme der hydrophilen Fasern praktisch abgeschlossen ist, kann diese Problematik nach neuen Gesichtspunkten bearbeitet werden.

Wir benötigen systematische Untersuchungen über den Benetzungsvorgang, und zwar wie weit die chemische Natur

der Faser, die Oberflächengestaltung bzw. textile Strukturen ihn beeinflussen, weiters über Wasserhaftung und -wanderung, Wasserabgabe und Trocknung.

Besonderes physiologisches Interesse verdienen Gewebe-, Wirk- und Non-woven-Strukturen aus quellenden hydrophilen Fasern, die durch die Verbindung mit Wasser ihr Volumen so stark ändern, daß bei dicht gepackten Faserverbänden ein völliger Verschuß des Kapillarsystems eintreten kann.

- Wie verhalten sich die sogenannten *vernetzten* Baumwolltextilien?
- Welches sind die physiologischen Folgen, wo sind diese erwünscht, wo eine Belastung?

Wenn *Hearle* und *Peters* im Vorwort zu ihrem Buch *“Moisture in Textiles”* (Butterworths Scientific Publications, Manchester and London, 1960) sagen:

*“Swelling results in dimensional changes of yarns and fabrics - sometimes this is advantageous, as in the closing of pores of ventile fabrics, but more often it is a nuisance, causing garments to become ill-fitting.”*

so dürfte wahrhaftig Ursache genug vorhanden sein, diesen Phänomenen von Grund auf nachzugehen. Die raschere Trocknung von Textilien aus hydrophoben Fasern sollte in ihrer physiologischen Bedeutung besser erkannt werden. Für Menschen, die ständig schwere Arbeit leisten müssen, die also immer wieder in Schweiß geraten, können solche Vorgänge überaus wichtig sein, für den Büroarbeiter sind sie dagegen völlig bedeutungslos. Für Leibwäsche, Arbeitskleidung, Tisch- und Bettwäsche, Kinderwäsche und -kleidung sind solche Fragen sehr wichtig, aber auch für Verbandzeug und Handtücher. Soll aber Oberbekleidung ebenso beurteilt werden? Ist hier das schwer benetzbare Wollgewebe nicht von Vorteil? Man denke an die Pelerinen von früher, an die Strichloden usw. Freilich, jeder Soldat weiß aus schlimmer Erfahrung, welche Last solche Stoffe bedeuten, wenn sie einmal gründlich durchnäßt sind. Sie ist doppelt: gewichtsmäßig und physiologisch.

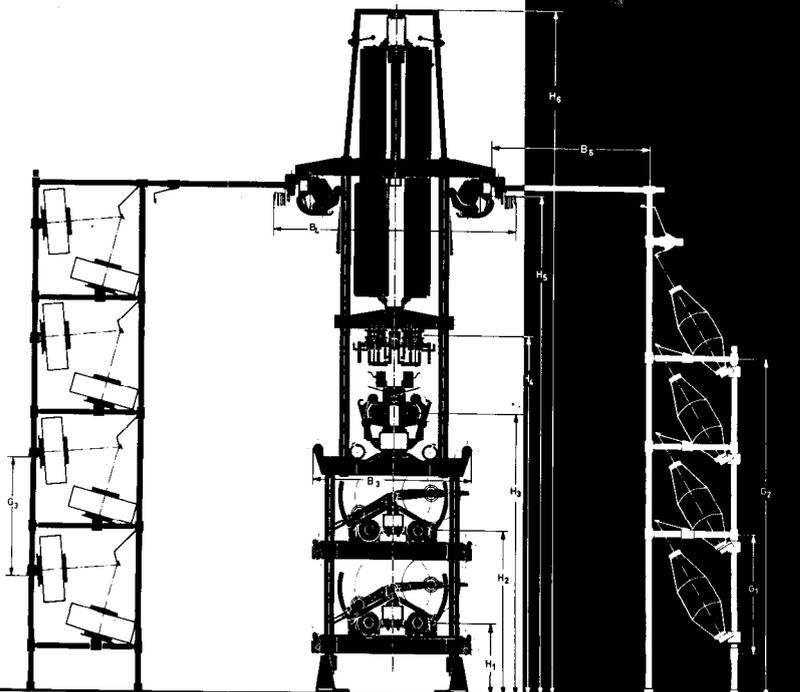
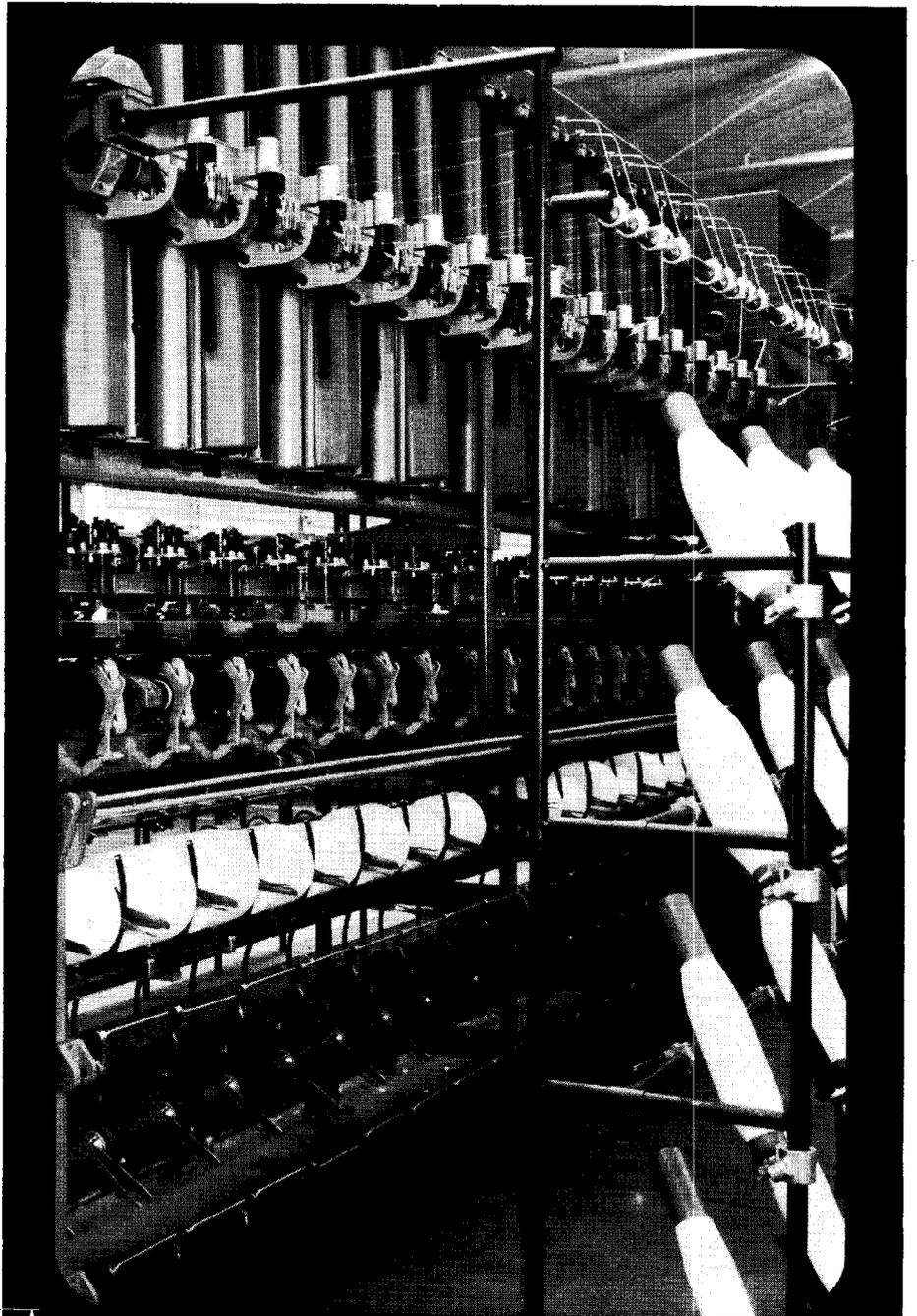
Diese Thematik reicht ferner hinüber in die Ausrüstung der Gewebe, zum Beispiel für die Regenschutzkleidung; sie umfaßt auch den Transport des Wassers in Dampfform durch unsere Kleidung hindurch. Es gibt zwar weder eine *„Hautatmung“*, noch eine *„Atemungsaktivität“* eines Gewebes, man muß aber diese Ausdrücke in ihrer Tendenz akzeptieren, denn sie zeigen deutlich, wo wir nach neuen Erkenntnissen zu suchen haben.

Auf Grund der unwiderlegbaren Tatsachen sollte die Textilwelt aber nun endlich an die Bereinigung der Nomenklatur gehen. Dadurch könnte so manches Mißverständnis vermieden werden. Ich verweise auf meine diesbezügliche Veröffentlichung in den *Melliand-Textilberichten*, Heft 3, 1958.

Über die Wichtigkeit des unter gegebenen, aber dauernd wechselnden Umständen adäquaten *Luft- und Wärmehaushaltes* für die physischen Bedürfnisse des Trägers einer Kleidung besteht längst kein Zweifel mehr. Aber große Unsi-

# Für den wachsenden Kräuselgarnmarkt eine neue leistungsfähigere Falschzwirn- Kräuselmachine, die FK 4

Die FK 4 ist eine technische Neuschöpfung, bei der die großen Erfahrungen der bewährten früheren BARMAG-Modelle Pate gestanden haben. Ihr Arbeitsbereich umfaßt alle hochelastischen und niedrigelastischen Kräuselgartypen. Sie arbeitet kontinuierlich ohne Stillstand, ihr Wirkungsgrad ist ungewöhnlich hoch. Die übersichtliche Anordnung, die einfache Wirkungsweise, die Einfädelautomatik und die großen Spuleneinheiten erleichtern die Arbeit und senken die Lohnkosten. Das neuartige Heizsystem und die elektronische Regelautomatik bewirken einen intensiven und gleichmäßigen Fixiereffekt. Sie gewährleisten nicht nur eine ausgezeichnete Garnqualität, sondern auch höchste Produktionsleistung durch eine optimale Ausnutzung der neuen Schnellläufer-Zwirnaggregate. Die FK 4 ist eine wirkliche Hochleistungsmaschine. Schreiben Sie uns, wenn Sie weitere Einzelheiten über FK 4 wissen möchten.



**Barmag.**

Barmag Barmer Maschinenfabrik  
Aktiengesellschaft  
563 Remscheid-Lennep

cherheit herrscht noch über die Art des Luftaustausches, dessen Größenordnung und seine Wirkung auf das Individuum. Wir bewegen uns auf dem Boden eines gewaltigen Luftozeans, dessen Druckverhältnisse, Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt, Strahlungsdurchlässigkeit und Ionisationsgrad in weiten Grenzen schwanken. Von größtem Einfluß ist ferner die Luftbewegung. Ebenso haben wir mit verschiedenen Klimazonen, wechselnden Jahreszeiten sowie mit Tag- und Nachtschwankungen zu rechnen.

Man bedenke, daß maximal in Luft von

35°C	. . . . .	40 g Wasser per m <sup>3</sup>
25°C	. . . . .	23 g Wasser per m <sup>3</sup>
0°C	. . . . .	4,9 g Wasser per m <sup>3</sup>
-10°C	. . . . .	2,4 g Wasser per m <sup>3</sup>

vorhanden sein können und daß 1 m<sup>3</sup> Luft bei 25°C und 760 mm 1,158 g, bei 0°C jedoch 1,293 g wiegt.

Die permanent wirksamen Auftriebskräfte - beim Transpirieren wird die Luft feuchter und wärmer, also noch leichter - und die vom Körper ausgestrahlte Wärme, die eine Verringerung der relativen Feuchtigkeit der hautnahen Luftschichten auf ca. 15 bis 20 Prozent bewirkt, akkumulieren sich mit den mechanischen Kräften (Atmung, Körperbewegung, Winddruck), sodaß die vielfach geäußerten Vermutungen über eine besonders vorteilhafte Wirkung hydrophiler oder schädliche Effekte hydrophober synthetischer Fasern bei richtiger Konstruktion der Kleidung einfach nicht zutreffen können. Und wie sollen gar *Mischgewebe* aus mehreren Faserarten eingestuft werden? Da hat die Praxis wohl schon entschieden.

Weiters wirkt auch die Außenwelt durch Bewegung der Luft auf den ruhenden Körper ein. Der Luftzug trifft entweder auf den nicht oder nur wenig bekleideten Körper, oder er wird von den oberen Bekleidungsschichten abgefangen, wobei von einem vollen Windschutz bis zur Durchströmung aller Stofflagen bis auf die Haut und der Mobilisierung der Luftzwischen-schichten zahllose Übergänge möglich sind. Hier stehen wir auch heute noch vor vielen Problemen und unbeantworteten Fragen. Sicher ist, daß die Methode, nach der wir die Luftdurchlässigkeit eines Gewebes üblicherweise messen, nicht dem sich in der Natur abspielenden Vorgang entspricht.

Während wir bei der gebräuchlichen Labormethode Luft mit einem bestimmten Druck durch eine begrenzte Fläche senkrecht hindurchzwingen, trifft ein Luftstrom in Wirklichkeit aus ganz verschiedenen Richtungen auf den Körper und wird, wenn er auf Hindernisse stößt, abgelenkt, deformiert und gebremst. Laminare Schichten werden wohl ein Gewebe relativ selten ungestört durchströmen können. Das gilt schon für leichte, einschichtige Bekleidungssysteme, und für dicke Waren oder mehrere Gewebeschichten erst recht. Störungen und Verzögerungen der Luftströmung werden vor allem durch die Oberflächenrauheit eines textilen Gebildes ausgelöst (Strickwaren und Rauartikel sind klassische Beispiele dafür). Es ist anzunehmen, daß bereits die Oberflächenstruktur der Faser eine Rolle spielt, zum

Beispiel die Schuppen der Wolle, die Bändchennatur der Baumwolle oder die Profilierung synthetischer Fasern.

Die Entwicklung von Meßmethoden zur Erfassung der wirklichen Vorgänge beim Auftreffen und Durchgang von Luft (Wind) ist daher eine der wichtigsten Aufgaben, die es für Physiker und Techniker in der Bekleidungsforschung gibt. Die Auswirkung ihrer Erkenntnisse auf diesem Feld ist für die Wissenschaft genauso wie für den Handel und den Verbraucher unabsehbar.

Das Porengefüge - also die Lage der Fasern - und die Warendicke sind von größter Bedeutung. Darauf haben schon zahlreiche Autoren hingewiesen. Trotzdem ist auch heute noch das Flächengewicht die geläufige Definition einer Ware. Bei gleichartigen Konstruktionen (z.B. bei Wolltuchen) hat dieses einen begrenzten Aussagewert, nicht aber, wenn Fasern verschiedenen spezifischen Gewichts verwendet werden.

In Erkenntnis dieser unbefriedigenden Situation haben nach dem Vorbild von *P e i r c e* auch andere Techniker nach einer zuverlässigeren Bewertungsgröße gesucht, und zwar nach dem sogenannten *Coverfaktor* (= Deckungsgrad) eines Gewebes. Da mit diesem auch die Luftdurchlässigkeit in Zusammenhang gebracht wird, lohnt sich eine aufmerksame Prüfung derartiger Meßversuche sehr.

Eine echte Coverwirkung, für die wir leider keine Meßmethode besitzen, liegt bei allen einschichtig getragenen Textilien vor, zum Beispiel beim Damen- und Kinderstrumpf, bei Sport- und Arbeitskleidung usw. Zum technischen Coverfaktor müßte hier die Messung des physiologischen Covereffekts treten. Das wäre eine wichtige Aufgabe, die sich sehr rasch in verbesserten textilen Konstruktionen auswirken könnte!

Professor *S u s t m a n n* hat in den letzten Jahren mehrfach über Arbeiten zu diesem Problem berichtet und weitere Zusammenhänge gefunden. Er stellt vor allem fest, daß zwischen Porenvolumen und Luftdurchlässigkeit keine Proportionalität besteht, sondern daß diese vielmehr von der Verteilung der Poren wesentlich abhängt. An vier Tuchproben von praktisch gleichem Gewicht pro Flächeneinheit, gleichem Porenvolumen und gleicher Dicke findet er enorme Differenzen in der Luftdurchlässigkeit (77:141:248:418 l/min.dm<sup>2</sup>). Damit ist eines der wichtigsten technischen, physikalischen und physiologischen Themen angeschnitten, nämlich die Erarbeitung von *Volumfaktoren* statt Gewichtsfaktoren. Freilich leiden auch Sustmanns Werte unter der Untauglichkeit der Meßmethode für die Luftdurchlässigkeit.

Man könnte nunmehr erwarten, daß zwischen Luftdurchlässigkeit und Wärmerückhaltevermögen logische Zusammenhänge gefunden würden, auf deren Fehlen viele Autoren auf diesem Gebiet immer wieder hingewiesen haben. Damit wäre ein Zusammenhang mit der Gewebestruktur gegeben und eine Basis geschaffen - nicht nur für physiologische Versuche, sondern auch für eine weiter ausgreifende Klassifizierung von Kleidungsstücken.

### Der Umfang der physiologischen Aufgaben

Bei dem Wissensstand von heute läßt sich sagen, daß die gesamte menschliche Bekleidung einer wissenschaftlichen Durchleuchtung unterzogen werden müßte. Es seien hier nur einige Schwerpunkte herausgegriffen, wie zum Beispiel die **Fußbekleidung**. Die Diskussion über Kunstleder ist in Gang gekommen. Die Argumente hüben und drüben sind für den Verbraucher undurchsichtig. Die Lederindustrie wirbt mit dem Hinweis auf den „*Natur*“-charakter ihrer Erzeugnisse. Aber erst durch den vom Menschen erfundenen Gerbprozeß wird aus der Haut das Leder - in vielen Arten, mit vielerlei Eigenschaften. In der Natur hat das Tier zum Schutz seiner Füße Hornhaut, Klauen oder Hufe.

Wie im textilen Sektor die globale Bewertung einer Faserart dem sachlicheren Gesichtspunkt Platz macht, für welche textilen Artikel sie sich am besten eigne, so dürfte es auch hier sein. Aber ohne die Führung durch den Physiologen sind verbindliche Aussagen schwer zu gewinnen. In unmittelbarer Nachbarschaft liegt ja das „*Sockenproblem*“. Trotz aller Veröffentlichungen über die Eigenschaften von Socken aus synthetischen Fasern besteht in Fachwelt und Öffentlichkeit noch viel Unklarheit. Das Schlagwort „*one size for all*“ ist zwar als bedenklich erkannt, wird aber immer noch praktiziert. Vor allem von Käufern, die aus Unkenntnis zu enge Stretch-Socken kaufen und die Störungen, die von der gehemmten Durchblutung der Haut herrühren, dann der Faserart zuschreiben. Diese Zusammenhänge wirken sich so-

gar noch in der Diskussion über Entstehung und Bekämpfung der Mykose aus.

Dazu schiebt sich als neues Problem die Benutzung bakterizider Mittel ein. Auch hier müssen Wirksamkeit und Zweckmäßigkeit mit dem Dermatologen und dem Hygieniker klar gestellt werden. So erwünscht derartige Mittel bei manchen Artikeln sein können, so unzuweckmäßig sind sie in anderen Bereichen, zum Beispiel bei hautnaher Kleidung. Es gilt die Leitlinie: Nicht eine These als solche ist anzunehmen oder abzulehnen, denn die einzelnen Produkte zeigen ihrer chemischen Natur zufolge erhebliche Unterschiede.

Richtig besehen, ist auch das **Bett** eine Bekleidungsform von immenser Bedeutung: einen großen Teil unseres Lebens verbringen wir darin. Zu verschiedenen Zeiten, in verschiedenen Ländern wurde sie in sehr abweichenden Formen entwickelt. Rohstoffe (Federn, Wolle) sowie klimatische Verhältnisse spielen dabei noch heute eine wichtige Rolle. Neue Materialien, neue Arten von Bettdecken usw. ergänzen das Angebot.

Was ist richtig an den Aussagen der Werbung? Im Interesse des Verbrauchers muß diese Frage gestellt werden. Hydrophilen Fasern, wie Wolle oder Federn, wurde bis in die jüngste Zeit eine eindeutige Überlegenheit infolge des angeblich besseren Feuchtigkeitstransports zugesprochen. Untersuchungen der amerikanischen Consumer Union an Woll- und Acrylfaserdecken führten aber zu ganz anderen Resultaten (Consumer Reports, October 1964), ebenso Arbeiten



## ASBESTZEMENT-ERZEUGNISSE

### 65 JAHRE

### IM DIENSTE DER

### ÖSTERREICHISCHEN WIRTSCHAFT

## ETERNIT-WERKE LUDWIG HATSCHEK

### VÖCKLABRUCK - WIEN

in Hoechst, über die Dr. S c h m i e d e r auf der Tagung des Deutschen Medizinischen Informationsdienstes in Hoechst im Oktober 1966 berichtet hat. Steppdecken mit Polyesterfaserfüllung wiesen gegenüber solchen mit Wollfüllung eindeutig Vorteile auf. Derartige Untersuchungen fordern jedoch die Schaffung einwandfrei vergleichbaren Versuchsmaterials. Es nützt nichts, verschiedene Faserarten gegeneinander zu bewerten, wenn der gesamte Luft- und Feuchtigkeitsaustausch durch ein federndichtes Inlett blockiert wird.

Das **Kernstück** der Aufgaben liegt in der Bekleidung des Rumpfes, der Arme und der Beine. Es soll hier nur auf wenige Punkte hingewiesen werden. Wir sind an das heute gültige Bild unserer Bekleidung - bei Mann und Frau - gewöhnt. Zu anderen Zeiten, in anderen Ländern galten hierfür andere Gewohnheiten. Gelegentlich erleben wir vereinzelt Ausbrüche aus der üblichen Linie, die aus modischen wie wirtschaftlichen Gründen Aufsehen erregen.

Wir können aber heute nicht sagen, wie - um nur ein paar wichtige Situationen zu nennen - eine optimale Sommer-, Winter- oder Übergangsbekleidung für den Mann, für die Frau, für den Jugendlichen bzw. für den alten Menschen beschaffen sein müßte. Selbst das Kind, dessen Organismus im Aufbau begriffen ist, behandeln wir als kleinen Erwachsenen.

Im Verhältnis von Unterbekleidung (Wäsche) zur Oberbekleidung finden wir uns mit der Tradition ab, die sich aus dem Leistungsvermögen von Wolle und Baumwolle ergab. Selbst die Fütterungstechnik - so widersinnig sie oft sein mag - wird eisern beibehalten. Neue Fasern, neue Arbeitsverfahren bieten ganz andere Möglichkeiten, die sich zwar gelegentlich empirisch durchsetzen (z.B. bei Freizeitkleidung und Wirkwaren), aber im großen ungenutzt bleiben, weil die Untermauerung durch physiologische Bewertungen fehlt. Gewiß gehört zu solchen Schritten auch modischer Mut; ohne Sicherung und ohne Leitgrößen ist jedoch eine Entwicklung in diesem Sinne nicht denkbar.

Unser textiles Denken ist in allen Schichten und in erster Linie vom Material beherrscht, das man wägen, sehen und greifen kann. Die entscheidenden Werte für den Komfort eines Kleidungsstückes liegen aber in der Feinstruktur von Faser und Fasergefüge, die den Lufthaushalt bestimmen. Gerade die durch synthetische Fasern in viel größerem Maße zugänglichen neuen Konstruktionen, wie Wirkwaren neuen Charakters, Bonded fabrics, Kunstpelze, Kunstleder (Leder wurde - außer für Fußbekleidung - immer auch für Überkleidung verwendet), Elastomer-Kleidung, Malimo-Artikel, besonders aber Vliesstoffe und Papier für Oberbekleidung, sind eminent wichtige Forschungsobjekte. Physiologische Erkenntnisse werden deren Entwicklung zwar nicht unmittelbar beeinflussen, aber sie können ein gewichtiges Wort bei ihrem Einsatz und bei der Werbung mitreden.

In ähnlicher Weise wären die zahlreichen Probleme aus den Bereichen der in ihren Aufgaben so vielfältigen Berufsbekleidung, der Sport- und Tropenkleidung, der Uniformen und

Trachten (z.B. in Internaten, Klöstern, Verbänden u.a.m.) zu behandeln.

Der internationale Erfahrungsaustausch wäre zu fördern. Ein solcher hat sich kürzlich sehr bewährt, als nach einer Serie von Kleiderbränden die Chemiefasern von der Presse als besonders feuergefährlich hingestellt wurden. Dank der in den USA und in England gesammelten Erfahrungen und den geltenden gesetzlichen Bestimmungen konnte die Öffentlichkeit jedoch eindeutig über die Unrichtigkeit solcher Behauptungen aufgeklärt werden.

Zu den Hygieneproblemen, die ebenfalls eine wichtige Rolle spielen und von Fachleuten bearbeitet werden, möchte ich noch die elektrische Aufladung rechnen. Immer wieder wird sie als gesundheitlich wertvoll zitiert, oder aber auch abgelehnt. Ausreichende Unterlagen liegen nicht vor - ein bedauerlicher Zustand!

#### **Neue Leitlinien für Industrie, Handel und Verbraucher**

Nehmen wir an, die richtige Erfassung der für die Kleidung maßgebenden Konstruktionselemente und physikalischen Werte sei gelungen und die grundsätzliche physiologische Auswirkung wäre ebenfalls gesichert, so ergibt sich als neue Aufgabe, diese Meßergebnisse und Erkenntnisse in ein allgemein verständliches, aussagekräftiges System zu bringen, das dem Käufer die richtige Auswahl eines Kleidungsstückes bzw. deren Kombination ermöglicht.

Die Idee eines Kleiderpasses mit allgemeinen Aussagen über das gute physiologische Verhalten eines Anzugs ist nicht neu, aber was bisher geboten wurde, ist meistens inhaltslos und nur ein Verkaufsgag. Es versteht sich von selbst, daß das Deklarationsschema für verschiedene Textilarten auch verschieden sein wird. Bei manchen wird die reine Deckkraft am wichtigsten sein, zum Beispiel bei Einschichttextilien (Damen- und Kinderstrümpfe, Sommerhemden), bei anderen die Durchlässigkeit für bewegte Luft unter genormten Bedingungen (Sport- und Berufsbekleidung), bei anderen wiederum das Diffusionsvermögen für warme Luft (wärmende Unterwäsche, mittelschwere Kleider- und Kostümstoffe, Decken und Bettausstattungen). In vielen Fällen wird man mehrere dieser Wirkungen berücksichtigen müssen und vielleicht auch einen Volumfaktor, wie er sich aus Sustmanns Arbeiten ableiten läßt, einbauen. Manchmal - zum Beispiel bei Arbeitshemden - mag auch eine Angabe über Benetzung, Wasserhaftung und Trocknung zweckmäßig sein.

Sinnvolle Bewertungsreihen zu entwickeln und diese in leicht lesbare Gruppen zusammenzufassen, dürfte nicht allzu schwer sein. Die Beschäftigung mit den Tabellen, die W. v. B e r g e n im American Wool Handbook, Seite 158 bis 168. für Wollgewebe aufgestellt hat, ist ein Hinweis darauf, was hier alles möglich wäre. Hätten schon Sustmanns Beobachtungen vorgelegen und wäre die Luftdurchlässigkeit nach realen Gesichtspunkten bestimmt worden, so besäßen die Tabellen einen hervorragenden praktischen Wert, insbesondere für den Physiologen.

Immer aber wird der Käufer eines mit einem solchen Paß

versehenen Kleidungsstückes unter Berücksichtigung seiner individuellen Bedürfnisse (z.B. Alter, Empfindlichkeit etc.) und der Umweltbedingungen, unter denen es getragen werden soll, die Harmonisierung dieser drei Faktoren bewerkstelligen müssen. Die Erfahrung mit so qualifizierten Textilien wird dann weiterhin eine wichtige Rolle spielen.

Im Gegensatz zu früher wäre nun der Faktor „Kleidung“ weitgehend definiert, und mit der Möglichkeit der Auswahl äquivalenter Stücke, die jeweils nach Material, Struktur, Farbe und modischen Werten wesentlich voneinander verschieden sein können, ist eine völlige Freizügigkeit der Wahl gewährleistet. Die Funktion wird also Leitlinie, die Ausführung ist Geschmacks-, Mode- oder Geldsache.

**Und nicht zuletzt der Schneider ....**

Die Gebrauchstüchtigkeit unserer Kleidung wird durch den Schnitt und durch die Paßform ganz entscheidend beeinflusst. Alle Bemühungen um die Entwicklung zweckmäßiger Textilarten können durch unzuweckmäßige Modelle, sinnwidrige Stoffkombinationen usw. paralytisch werden. Wel-

chen Sinn hat es, zum Beispiel leichte Sommerstoffe für Herrenanzüge zu entwickeln, wenn die Jacke - dank einem luftundurchlässigen Futterstoff - praktisch winddicht gemacht wird? Über unzuweckmäßige Kragenformen, enge Gürtelkonstruktionen u.a.m. ist schon oft diskutiert worden. Was fehlt, ist die systematische und gleichzeitig konstruktive Kritik an unserer Männer- und Frauenkleidung unter Anlegung bekleidungsphysiologischer Maßstäbe!

Es wäre natürlich utopisch, zu erwarten, daß Erkenntnisse auf diesem Gebiet sofort zu einer Änderung der Bekleidungsgeohnheiten führen müßten. Es ist aber andererseits keine irgendwie planmäßig vorangetriebene Entwicklung zu erhoffen, wenn diese Probleme nicht angepackt werden. Leider sind wir von den heute gültigen Bekleidungsformen so befangen, daß wir den Gedanken kaum zu fassen wagen, daß hier zum Besten der Menschheit und der ganzen sie versorgenden Industrie drastische Eingriffe möglich und wünschenswert sein könnten.

In einem Zunftbuch ist über das Schneiderhandwerk gesagt:

**576 Der Schneider oder Kleidermacher.**

nicht nur dem Gemüch nach / grosse und gewaltige Leute zu seyn / sondern sie waren ihnen auch die Pelze viel zu rauch und zu stinckend / daher sie sich um andere viel härtere / feinere und nicht überlitchende Materien zu Kleidern zu gebrauchen bemüheten.

Ich will solches jetzt nicht behaupten von dem Kleid / so die Ehre des Mod über ihren in der Hütten truncken gelegenen Vatter gedeckert haben / wohl aber von den Kleidern / welche neben silbernen und goldenen Kleinodien der Knecht Abrahams seines Herrn Sohns Braut / der Rebecca / Gen. 24. v. 52. gegeben hat / und noch mehr von denen Gen. 27. v. 15. selbst also genannten köstlichen Kleidern des Esaus / von welchen der alte Erzhvater Jsaac / da er den Geruch derselben roch / v. 27. sagte: Der Geruch meines Sohns ist wie der Geruch des Feldes / des der Herr gesegnet hat / zu geschweigen / daß Gott der Herr die Kleider des Hohenpriesters und der Leviten selbst angegeben / wie sie Moyses beschreibet. Exod. 28. welches alles zum Beweis des rühmlichen Alterthums der Schneider und des Ursprungs der Kleider / nach dem Abscheu gegenwertigen Werkes angeführt / vor dieses mal genug seyn mag: wer ein mehrers zu wissen verlangt / der lese Ferrarium de Re Vestitaria, und höre / was ihm der alte Cicero sagt :

Die Kleider seyn erstlich zu Bedeckung des Leibes wider die Kälte / nachmal aber zur Zierde / und den Pracht gebrauchet worden / womit er zu verstehen gibt / daß die Kleider sowol der Materie als der Gestalt nach immerzu kostbarer worden und sich verändert haben / wie dann eine jede Nation sich eine besondere Kleider-Tracht gewehlet / und es der andern damit bevorzuthun / theils auch mit steter Veränderung und Ausfindung neuer Kleider-Moden bey frembden solchen nachhaffenden Völkern bekannt und beliebt zu machen / und dadurch ihren eignen Beutel zu spicken / getrachtet hat / welche alle nur mit wenigen zu beschreiben / ein besonderes ganzes und mühsames Werk erforderten.

Solcher massen gehöret kein dummer Kopf zu einem Schneider / und ist es mit der Nadel / Scher / und Elle / samt dem Fingershut nicht allein ausgemacht / sondern es gehöret Wiß darzu / neue Moden so wohl ausjudenthen / als nachzumachen / es gehöret Wiß darzu / einen grossen und kleinen / dicken und geschmeidigen Menschen zu kleiden / und die Kleider also zuzurichten / daß sie jedem derselben wohl / bequem / und schicklich anliegen: Es gehöret Wiß darzu / die Kleider

**Der Schneider oder Kleidermacher. 577**

recht anzumäßen / ja auch wol ohne Maß / dem bloßen Ansehen nach / auszurechnen und wohl zu treffen / den Stoff und Zeug mit Vortheil zu schneiden / zu benchen / zu steppen / zu verbrehmen / zu stücken / u. zc. zu geschweigen / daß auch ein wohlverfahrner guter Schneider eine gründliche Wissenschaft von allerley Arten Sammet / Brocard / Seiden / halb-Seidenen und Wollenen Stoffen / von Englischen / Französisch- und Holländischen Tüchern / und was ihm sonst zu verarbeiten vorkommet / so wol dero Feine als den Werth betreffend / haben müsse / damit er auf Begehren zu diesem oder jenem rahten könne / den Käufer durch seinen Unverstand nicht gefähre / und sich damit an seiner Kunstschafft schade.

Es muß ein Schneider auch / ohne ein gutes Augenmaß zu haben / seinen Circul und Lineal / oder mehr nach Handwerks-Gebrauch zu reden / seine Elle wohl verstehen / und wird er in beeden / bey denen zu Nürnberg gebräuchlichen Meisterstücken / so vor die schwedische Reise in ganz Teutschland gehalten werden / sehr wohl geprobet. Denn nachdem dem neu-angehenden Meister / oder wie sie ihn zu nennen pflegen / dem Materinger / ein halbes Jahr sich zu denen Meisterstücken zu qualificiren / und zu üben / frey gegeben wird / muß er nach dessen Verweisung / in der zu denen Handwerks-Kugen und andern Sessionen gewidmeten Ampts-Stuben auf einem hierzu dahin gebrachten Tafel-Tisch bey 9. Stunden lang allerley alte und schwere Kleider-Trachten / nemlich einen Vrzlaten- und Priester-Habit / einen Ehren-Rock / wie ihn die Herren des Rathes zu gedachtem Nürnberg tragen / eine Schaub / worinnen die so genannte Cron-Bräute aus denen Hoch-Adelichen Geschlechtern daselbst an ihrem ersten Hochzeit-Tag zu prangen pflegen / u. a. m. auf die Art / wie sie der Schneider sonst aus dem Zeug und Stoff zu schneiden pfleget / auf das netteste aufreissen / und zwar in Beysehn und Gegenwart des Handwerks-Herrns / und vier gekhwoerner Meister / welche solche Aufrisse scharf mit der Elle und dem Cirkel examiniren / und dem Materinger allerhand meisterhafte Fragen darüber zu beantworten vorgeben / worauf er von einem Herrn des Rathes und Deputato zu dem hochlöblichen Kugs-Ampt / auf beschehenen Bericht obiges Handwerks-Herrns und der Geschwornen / daß er wohl bestanden seye / zum Meister gesprochen wird.

Und weil gleich igo des Handwerks-Herrn gedacht worden / so ist anben zu berichten / daß das Schneider-Handwerk in Kuhn-gedachter des H. Reichs Stadt Nürnberg mit einer ihm sonderbar rühmlichen

Der Handwerksmann, der seinen Kunden so individuell versorgte, ist heute eine Seltenheit. An seine Stelle ist die Konfektion getreten, die die Kleidung in Typen anbietet. Sie gibt sich ungeheure Mühe, dem anonymen Käufer eine große Auswahl zu bieten - aus wirtschaftlichen Gründen muß diese jedoch begrenzt sein. Schwerpunkte liegen in Farbe und Struktur des Stoffes, in Schnitt und Paßform und in den Größen. Selbstverständlich werden Stoffgewichte und Warentyp an die Erfordernisse der Jahreszeit oder an den Zweck eines Anzugs möglichst nahe herangeführt, aber die wesentlichen Merkmale für dessen Fähigkeit, eine gedachte Aufgabe zu erfüllen, bleiben undefiniert.

Durch die systematische Ausnutzung solcher Erkenntnisse durch den Verkäufer würde nicht nur ein engerer persönlicher Kontakt mit dem Kunden zustandekommen, es würden auch dessen Beziehung zum Neuerwerb vertieft werden. Da damit zu rechnen ist, daß mit einer Aufgliederung der universalen, wenig definierbaren Garderobe in spezifisch wirksame Untergruppen die Ausstattung subtiler und umfangreicher wird, so ist die gute Information durch den Verkäufer ein wesentlicher Aktivposten. Das oft gebrauchte Schlagwort, man solle nicht Ware, sondern Schönheit und Komfort verkaufen, käme so der Verwirklichung ein gutes Stück näher.

**Organisation der Forschungsarbeiten**

Angesichts der Vielseitigkeit der Probleme ist die Erstellung eines Forschungsprogramms die dringlichste Aufgabe. Die heute feststellbare isolierte Bearbeitung der einen oder der anderen Frage mag in begrenzten Bereichen zur Erweiterung unseres Wissens führen - viel ist davon jedoch nicht zu erwarten. Die Organisation eines Arbeitskreises, der in der Lage ist, ein solches Programm zu formulieren, wäre schon ein wesentlicher Fortschritt. Ihm müßten zur physiologischen Forschung qualifizierte Persönlichkeiten angehören, Vertreter der Technik, aber auch der Konfektion und des Handels. Die kritische Auswertung der bis heute vorliegenden Veröffentlichungen, der Kontakt mit den Forschungsstätten des Auslandes, besonders der britischen und amerikanischen Heeresstellen, die ja die wichtigsten Beiträge in jüngerer Zeit geliefert haben, und eine bewegliche Anpassung an die allgemeine Entwicklung im textilen Bereich sind dafür ebenfalls unerläßliche Voraussetzungen. Daß auch das Forschungskuratorium vom „Gesamttextil“ in dieser Richtung Beschlüsse gefaßt hat (Melliand 1967, Heft 12), ist erfreulich. Ob jedoch ein in sich geschlossenes Forschungsinstitut oder eine Institution, welche die einzelnen Forschungsthemen zur Bearbeitung vergibt, die Durchführung überwacht und dann die Ergebnisse auswertet, vorzuziehen wäre, ist eine Frage, deren Beantwortung von mannigfachen Einflüssen abhängt. Ohne Kooperation aller Sparten ist eine erfolgreiche Bearbeitung dieser zahlreichen Aufgaben, die uns die Bekleidungsphysiologie stellt, kaum möglich. Einige Nebenfragen lassen sich nach der bisherigen Methode wohl lösen, die entscheidenden Themen aber nicht.

Die Kosten, die ein umfassendes Forschungsprogramm erfordern würde, wären angesichts der Werte, die zur Diskussion stehen, im Vergleich mit dem gewaltigen Aufwand für die Werbung und - gemessen an den Ausgaben für andere spezielle Gebiete - von untergeordneter Bedeutung. Daß sich die einzelnen großen Sparten der Textilwirtschaft, die die Nutznießer dieser Forschung sein würden, in diese Kosten teilen sollten, versteht sich von selbst.

**Mitarbeit und Verantwortung**

Die Erfindung der Chemiefasern, insbesondere der synthetischen, hat den Textilmärkten in aller Welt ein neues Gesicht gegeben: in der Substanz, in Mode und Gebrauch, im wirtschaftlichen Bereich. Sie stehen gleichberechtigt neben den Naturfasern. Unterschiede zwischen den beiden führen entweder zu eigenständigen Konstruktionen oder zu Erzeugnissen, in denen sich Werte beider miteinander koppeln lassen.

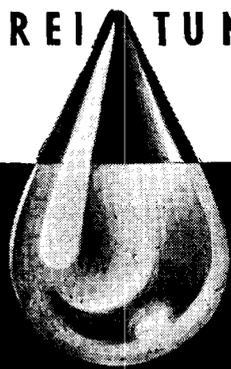
Die Generation, der es mit der Erfindung der Chemiefasern gelang, die Enge des Angebotes an Naturfasern zu sprengen, sollte auch die Chance zur Entwicklung einer materialgemäßen und physiologisch richtigen Kleidung nicht versäumen. Die Themenstellung erfaßt beide Rohstoffgruppen; diese sind aus ihrer Verzahnung in unserem Textilsystem gar nicht mehr lösbar.

Außerdem darf nicht übersehen werden, daß Wissenschaft, Technik und Handel dem Verbraucher gegenüber, aus dessen Arbeitslohn der große Aufwand für Bekleidungs- und andere Textilien bestritten werden muß, die Verpflichtung zur Bereitstellung der in gesundheitlicher Hinsicht zweckmäßigsten Kleidung haben. Ohne Intensivierung der Forschung bleibt diese Aufgabe ungelöst.

**WASSERAUFBEREITUNG**

FÜR KESSELSPEISUNG  
INDUSTRIEBEDARF  
TRINKZWECKE

DURCH FILTERUNG  
ENTHÄRTUNG  
ENTSALZUNG  
ENTGASUNG  
ENTÖLUNG



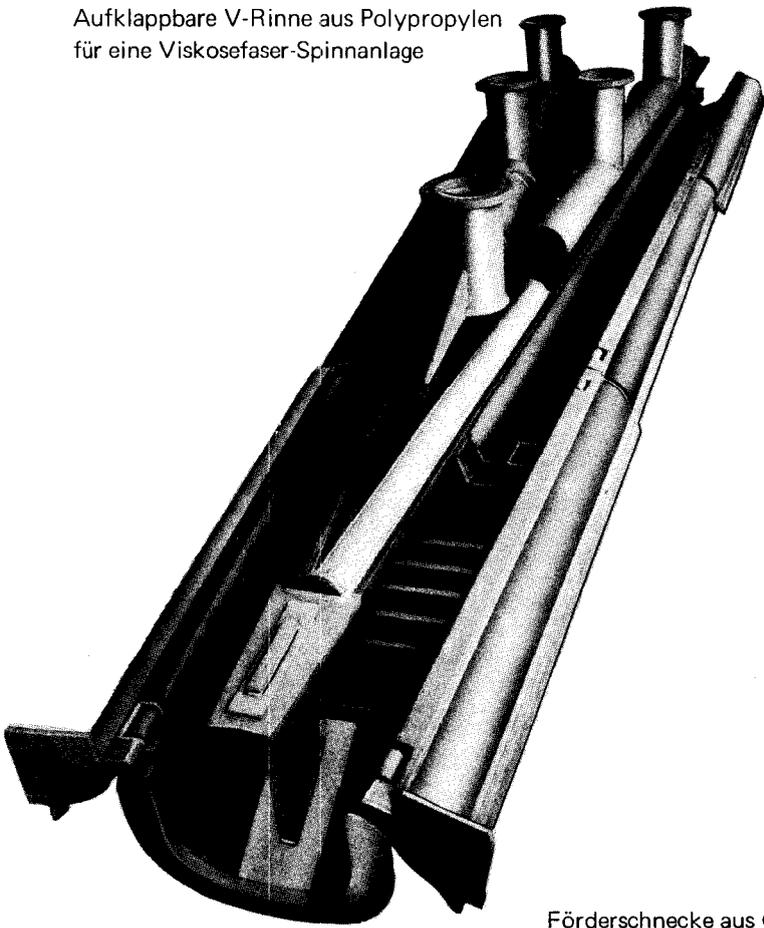
**BÜHRING & BRUCKNER**  
WIEN IV, SCHELLEINGASSE 12

PLANUNG  
KNOW HOW  
FERTIGUNG

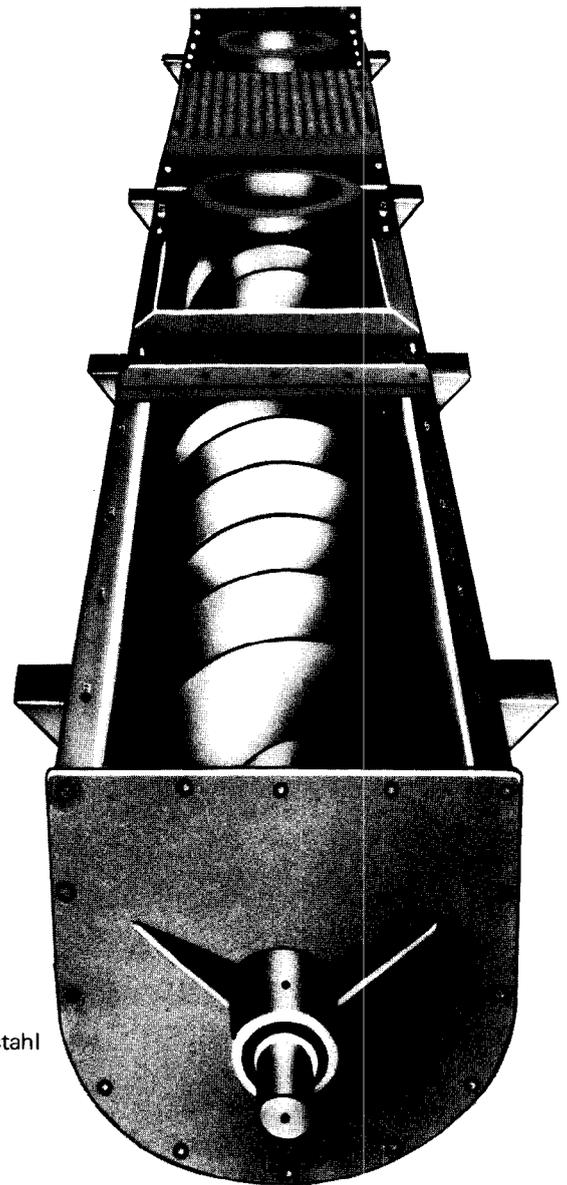


FÜR DIE  
CHEMISCHE  
INDUSTRIE

Aufklappbare V-Rinne aus Polypropylen  
für eine Viskosefaser-Spinnanlage

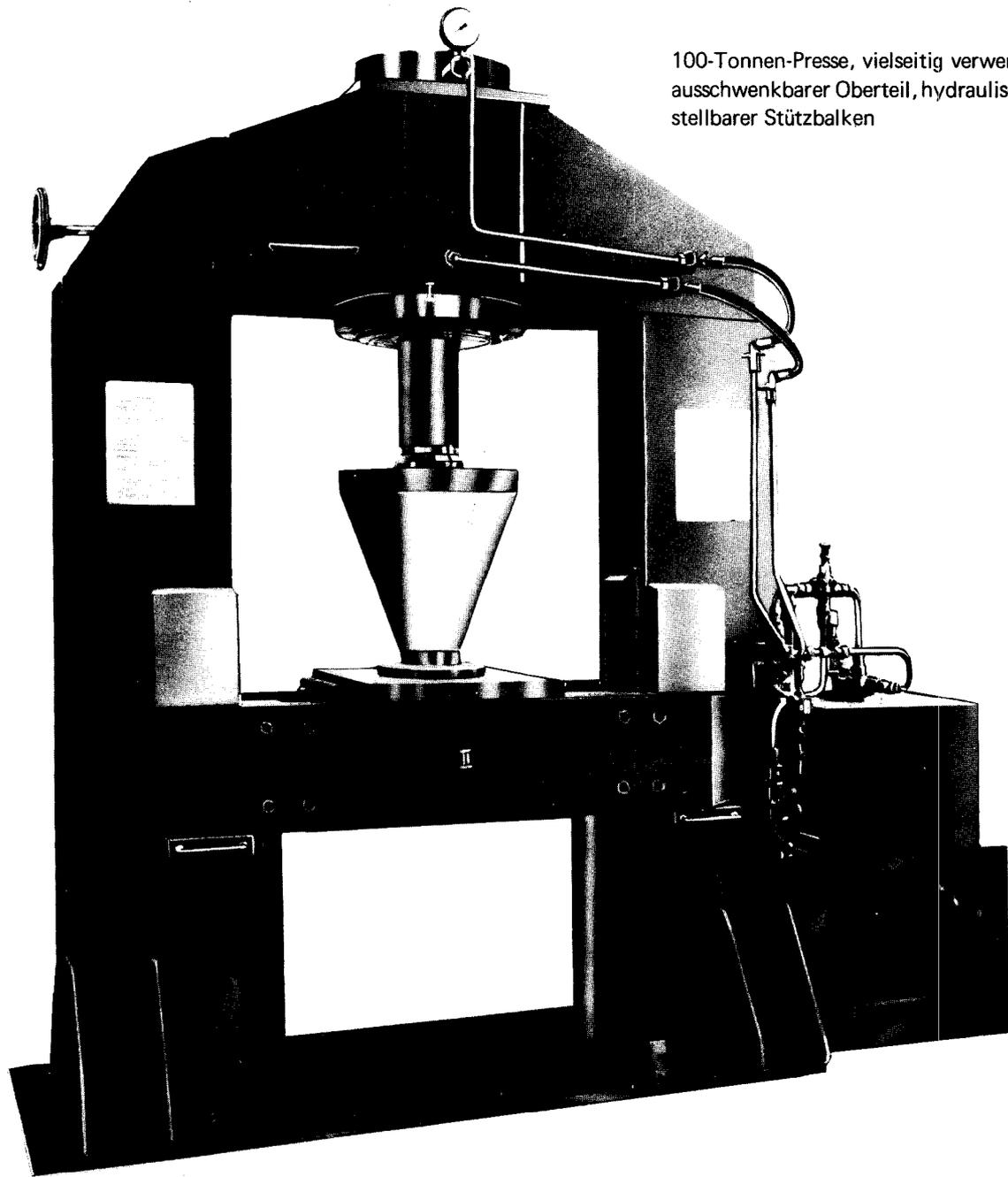


Förderschnecke aus Chromnickelstahl  
für die chemische Industrie



ANLAGEN  
APPARATE  
MASCHINEN

Nach Ihren  
oder unseren  
Konstruktionen



100-Tonnen-Press, vielseitig verwendbar,  
ausschwenkbarer Oberteil, hydraulisch ver-  
stellbarer Stützbalken

## CHEMIEFASER LENZING AKTIENGESELLSCHAFT

ABTEILUNG: ANLAGEN- UND APPARATEBAU  
INSTALLATION AND EQUIPMENT DIVISION

**A-4860 LENZING-AUSTRIA**  
TELEFON: (0 76 72) 25 31, TELEX: 02 606 lenfa a  
TELEGRAMME: LENZINGFASER LENZING



## Schädigungen von Zellulosetextilien durch Altern und Licht

Dr. Theodor N. Kleinert, Montreal\*)

Auch bei ungefärbten Zellulosetextilien erfolgt ein Abbau sowohl im Licht als auch im Dunkeln. Die Anwesenheit von Sauerstoff und Feuchtigkeit beeinflusst diese Vorgänge wesentlich.

Der Mechanismus der Lichtschädigung von Zellulosematerial ist überaus kompliziert und kommt durch Überlagerung verschiedener Radikalreaktionen zustande. Bei hoher Feuchtigkeit werden die Radikalreaktionen durch ionische Vorgänge und intramolekulare Umlagerungen ergänzt, wobei den Aldehydgruppen der Zellulose eine wichtige Rolle zukommt. In der reinen Photolyse wird homolytische Kettenspaltung durch die Photonenenergie als Initialreaktion angesehen.

Auch die Pigmente, die den Viskosefasern bei der Herstellung zugesetzt wurden, fördern die Photolyse. Durch Zusatz von Stabilisatoren (Antioxydantien) kann die Lichtschädigung verringert werden.

Decomposition takes place also in undyed cellulosic textiles both in the presence and in the absence of light, and these processes are influenced to a considerable extent by the action of oxygen and humidity.

The mechanism involved in the damage of cellulosic materials by the action of light is exceedingly complicated, and is based on various superposed reactions of radicals. These radical reactions are supplemented by ionic processes and intramolecular changes in the presence of high humidity, with the terminal aldehyde group playing an important part. Homolysis of chains by protonic energy is believed to be the reaction initiating pure photolysis.

Photolysis is promoted also by the pigments which have been incorporated into the viscose fibers during the process of their production. Damage by the action of light can be minimized by the addition of stabilizers (antioxidants).

Es sind verschiedene Arten von Zelluloseschädigungen bekannt, die praktische Bedeutung haben. Dazu zählen die zum Kettenabbau der Zellulose führenden chemischen Einwirkungen beim Bleichen, Färben und Ausrüsten sowie beim Gebrauch und beim Waschen. Bekannt sind ferner die Lichtschädigungen gefärbter Zellulosetextilien, die unter atmosphärischen Bedingungen auftreten. Bei diesen Vorgängen werden Abbau und Oxydation der Zellulose zum

Teil durch die von den Farbstoffchromophoren aufgenommenen Lichtanteile bewirkt. Über dieses Thema liegt eine umfangreiche Literatur vor, auf die hier aber mangels Raum nicht näher eingegangen werden kann.

Wesentlich für die folgenden Betrachtungen ist die Tatsache, daß auch ungefärbte Zellulose abgebaut wird, und zwar sowohl im Licht als auch im Dunkeln. Diese Vorgänge treten besonders bei höheren Feuchtigkeitsgraden der Atmosphäre, längeren Einwirkungszeiten und erhöhten Temperaturen in Erscheinung.

Der Lichtabbau ungefärbter Zellulose ist theoretisch sehr interessant, da reine Zellulose selbst keine wohl definierten Eigenchromophore besitzt, die die Aufnahme von Licht bestimmter Wellenlänge bewirken könnten. Dazu kommt, daß - entgegen älteren Annahmen - nicht nur energiereiches UV-Licht, sondern auch gewöhnliches Tageslicht bei längerer Einwirkung abbauen kann. Möglicherweise erfolgt die Lichtaufnahme durch die in der Zellulose in geringen Konzentrationen aufgefundenen Lumineszenzzentren<sup>1)</sup> mit Maxima in den Wellenlängenbereichen von 370, 430-470 und 505-510 nm.

Im allgemeinen wurde der atmosphärische Zelluloseabbau durch gewöhnliches Tageslicht damit erklärt, daß die reine Lichtwirkung durch chemische Oxydationsvorgänge ergänzt wird, wobei der Luftsauerstoff das Oxydationsmittel darstellt, und die Gesamtenergie aus Lichtwirkung und Autooxydation den theoretischen Wert der Kettenspaltung erreicht. Ein Hinweis für das Vorliegen von Oxydationsvorgängen bei der Zellulosealterung wurde in der Zunahme des Karboxygruppengehaltes und im Auftreten von geringen Mengen peroxydischer Substanzen in lichtgeschädigten und gealterten Zellulosen gesehen. Bemerkenswerterweise wurde jedoch Alterung, verbunden mit Peroxybildung, auch im Dunkeln und in Abwesenheit von Sauerstoff gefunden<sup>2)</sup>, besonders wenn das Zellulosematerial erhöhter Feuchtigkeit und Temperatur ausgesetzt war. Gleichzeitig trat dabei verstärkte Vergilbung auf. Da im untersuchten System kein elementarer Sauerstoff zugegen war, konnte es sich nicht um einfache Autooxydationsvorgänge handeln.

Auf Grund von eigenen, bereits an anderer Stelle ausführlich veröffentlichten Untersuchungen<sup>3,4,5,6,7,8)</sup>, sollen im folgenden verschiedene Reaktionsmechanismen geprüft und diskutiert werden, die den atmosphärischen Zelluloseabbau bei Ausschluß von Licht, den Einfluß von Feuchtigkeit und Temperatur, sowie im besonderen die Wirkung von Licht allein betreffen. Einige der sich daraus ergebenden Erkenntnisse können für die praktische Lichtstabilisierung von Zellulosematerialien Bedeutung erlangen.

### Zellulosealterung und Vergilbung im Dunkeln

Obwohl Alterung und Vergilbung von Zellulose im Dunkeln von verschiedenen Forschern untersucht worden sind, ergaben sich erst in jüngster Zeit klare Hinweise<sup>2,3,4,5)</sup> über die Natur der diesen Erscheinungen zugrunde liegenden Vorgänge. Als wesentliche Faktoren im Ablauf der Dunkelreaktionen erwiesen sich einerseits die atmosphäri-

\*) Dr. Theodor N. Kleinert  
120 Embleton Crescent, Pointe Claire, Que., Canada

sche Feuchtigkeit<sup>2)</sup> im untersuchten System und andererseits der reduzierende Aldehyd-Endgruppengehalt<sup>4)</sup> des Zellulosematerials. Erhöhte Temperatur übte einen beschleunigenden Einfluß aus. In allen untersuchten, durch Alterung vergilbten Zellulosen wurde die Anwesenheit von geringen Mengen peroxydischer Substanzen festgestellt. Bemerkenswerterweise traten Peroxydbildung und Vergilbung in verstärktem Maße dann auf, wenn die künstliche Alterung im Dunkeln in feuchter Atmosphäre bei Abwesenheit<sup>2)</sup> von Sauerstoff vorgenommen wurde. Da diese Erscheinungen mit steigender Kupferzahl des Zellulosematerials zunahm, wurde zur Erklärung eine intramolekulare Umlagerung<sup>2)</sup> in den Aldehydendgruppen tragenden Glukoseeinheiten vorgeschlagen, derzufolge in erster Stufe Perhemiacetalgruppen und Doppelbindungen im Verhältnis 1:1 gebildet werden. Diese Umwandlungsprodukte unterliegen verschiedenen sekundären Reaktionen und können (z.B. im Wege der Dehydrierung von beliebigen Glukoseeinheiten in den Zelluloseketten) unter Endiolbildung zu Schädigungen führen. Bei Luftausschluß ist eine intramolekulare Umlagerung an die Anwesenheit von Aldehydendgruppen gebunden und sollte zum Stillstand kommen, wenn diese aufgebraucht sind. Bei den Untersuchungen der künstlichen Alterung von Zellulose (in feuchter Atmosphäre im Dunkeln in Abwesenheit von Sauerstoff) wurde jedoch gefunden, daß sowohl der Zelluloseabbau und die Peroxydbildung als auch das Vergilben (*color reversion*) unbeschränkt fortschreiten. Es scheint dies darauf hinzuweisen, daß während der Alterungsvorgänge laufend neue Aldehydgruppen gebildet werden, die dann auch der intramolekularen Umlagerung unterliegen. Dies konnte durch weitere Ergebnisse bestätigt werden.

Zwei Versuchsreihen<sup>4)</sup> wurden verglichen. In der einen Reihe wurden Hydrozellulosen unterschiedlicher Kettenlänge (DP), die durch verschieden lange Säurehydrolyse eines mit Natriumborhydrid vorher reduzierten Kordzellstoffes gewonnen worden waren, künstlich gealtert, wobei man die Zeit konstant hielt. Bei den anderen Versuchen wurde der reduzierte, nicht hydrolysierte Zellstoff selbst verwendet, aber die Alterungszeit variiert. In beiden Reihen ergab sich für die Abnahme der Grenzviskosität und die Zunahme des Zelluloseperoxydgehaltes ein und dieselbe lineare Beziehung. Mit fallender Viskosität nahmen ferner die Kupferzahl und gleichlaufend der *pc*-Wert (*post color value*<sup>9)</sup>) zu, der bekanntlich ein Maß der stattgefundenen Vergilbung darstellt. Diese Befunde zeigten, daß unter diesen Bedingungen tatsächlich der Aldehyd-Endgruppengehalt des Zellulosematerials eine Hauptrolle spielt, sowie daß offenbar bei fortschreitender Alterung immer wieder neue Aldehydgruppen gebildet werden.

Im Anschluß an diese Untersuchungen wurden auch die bei der künstlichen Zellulosealterung gebildeten niedermolekularen Abbauprodukte näher geprüft<sup>5)</sup>. Zu diesem Zweck wurden sie aus dem gealterten Material (Kordzellstoff) mit destilliertem Wasser extrahiert und danach aus den Extrakten isoliert. Sie zeigten einen erheblichen Gehalt an verhältnismäßig beständigen Peroxyden. UV- und IR-spektro-

metrische Messungen ergaben ferner eindeutige Hinweise für das Vorliegen von Doppelbindungen, die offenbar den Chromophoren zuzuschreiben sind.

Auf Grund dieser Versuche steht fest, daß Zellulosealterung, charakterisiert durch Kettenabbau, Peroxydbildung und Vergilbung, nicht an die Anwesenheit von elementarem Sauerstoff gebunden ist. Da die Feuchtigkeit dabei eine wesentliche Rolle spielt, ist anzunehmen, daß unter diesen Bedingungen die Alterungserscheinungen von Zellulose, einschließlich der diskutierten intramolekularen Umlagerung Aldehydgruppen tragender Glukoseeinheiten, ionischen Vorgängen zuzuordnen sind.

Diese Erkenntnisse sind theoretisch interessant, haben aber auch praktische Bedeutung. Um den Lichteinfluß auszuschalten, wurde die atmosphärische Zellulosealterung bei hoher und niedriger Luftfeuchtigkeit zuerst im Dunkeln untersucht<sup>2,3)</sup>. Im wesentlichen zeigten sich die gleichen Erscheinungen wie bei Abwesenheit von Sauerstoff, doch war der Kettenabbau bedeutend langsamer. Außerdem waren die Peroxydwerte und der Abfall des *pc*-Wertes geringer. Bei gleichen Alterungszeiten zeigten die Kupferzahlen der Zellulosematerialien eine deutliche Senkung, der Karboxylgruppengehalt dagegen eine ebenso deutliche Erhöhung. Anscheinend gelten ähnliche ionische Mechanismen wie bei Abwesenheit von Sauerstoff. Als Elektronenakzeptor<sup>10)</sup> nimmt aber der anwesende Sauerstoff selbst an den Autooxydationsreaktionen teil. Wahrscheinlich spielen dabei die peroxydischen Gruppen und die Doppelbindungen eine Rolle und begünstigen die Karboxylgruppenbildung und die Abnahme der ungesättigten Chromophore. Die in gealterten Zelluloseproben gefundenen geringen Mengen von Peroxyden entsprechen offenbar nur dem Überschuß des Peroxyds über die in den sekundären Reaktionen verbrauchten Mengen. Es bestehen klare Hinweise, daß die unter Mitwirkung von Luftsauerstoff ablaufenden Autooxydationsvorgänge zum Teil als Radikalreaktionen erfolgen. Darauf wird bei den Lichtschädigungen nochmals eingegangen.

#### Lichtabbau von Zellulose

Der Abbau von Zellulose durch UV-Licht ist von verschiedenen Forschern näher untersucht worden. Gemäß älteren Vorstellungen hielt man nämlich nur kurzwelliges UV-Licht für genügend energiereich, um die Aufspaltung kovalenter Bindungen beim Kettenabbau zu bewirken. Zerstörungen von Zellulosematerialien, die gewöhnlichem Licht ausgesetzt sind, wurden einer kombinierten Wirkung absorbierter Lichtenergie und aus Autooxydationsvorgängen stammender chemischer Energie zugeschrieben. Einige Forscher haben wohl auf Grund theoretischer Überlegungen den Zelluloseabbau durch UV-Licht auf Reaktionen von durch die Photonenenergie gebildeten freien Radikale zurückgeführt, ohne dafür aber einen einwandfreien experimentellen Beweis zu erbringen. Erst in jüngster Zeit ist es uns durch direkte UV-Bestrahlung von Zellulose in der Probekammer<sup>7)</sup> eines Elektronenspinresonanz-Spektrometers (ESR) gelungen, nicht nur die Bildung freier Radikale nachzuweisen,

sondern diese auch mit fortschreitender Belichtungszeit quantitativ zu messen. Es wurde dabei gezeigt, daß die Radikale auch in völliger Abwesenheit von Sauerstoff gebildet werden, also unabhängig von Autooxydationsvorgängen. Wurde die UV-Bestrahlung von Zellulose statt im Vakuum in einer Sauerstoffatmosphäre durchgeführt, dann ergeben sich wohl ähnlich gestaltete Einliniensignale (erste Ableitungen), aber das Flächenausmaß dieser Signale war vergleichsweise verringert. Diese Erscheinung wurde darauf zurückgeführt, daß elementarer Sauerstoff die beim Zelluloseabbau durch die Photonenwirkung gebildeten freien Radikale abfängt, wodurch ein Teil davon zum Verschwinden gebracht wird und peroxydische Gruppen entstehen.

Im Hinblick auf diese Befunde erschien es von besonderem Interesse, reines, an  $\alpha$ -Zellulose reiches Material der UV-Bestrahlung in freier Luft auszusetzen. Es wurde ein Kordzellstoff (94 %  $\alpha$ -Zellulose) in Form dünner Blätter verwendet, und die Bestrahlung<sup>7)</sup> mit einer Niederdruck-Quecksilberdampfampe vorgenommen. Mit fortschreitender Bestrahlung wurden die ESR-Signale aufgenommen sowie Grenzviskosität, Peroxydgehalt, Kupferzahl und Löslichkeit in koche...der einprozentiger Natronlauge bestimmt. Gegen den reziproken Wert der Grenzviskosität aufgetragen, ergaben sich geradlinige Beziehungen für die ESR-Signalfächen, den Peroxydgehalt des Zellulosematerials sowie für dessen Kupferzahl und Heißlauge...löslichkeit (1 % NaOH).

Diese Erscheinungen können auf homolytischen Kettenbruch durch die aufgenommene Photonenenergie als Initialreaktion zurückgeführt werden. Die dabei gebildeten freien Radikale unterliegen verschiedenen Reaktionen, worunter vor allem die Kombination mit dem atmosphärischen Sauerstoff unter Bildung peroxydischer Gruppen bedeutungsvoll ist. In diesen Reaktionen entstehen ferner neue reduzierende Gruppen (Anstieg der Kupferzahl) sowie ungesättigte Chromophore (Vergilbung). Durch Überlagerung dieser verschiedenen Reaktionen ergibt sich neben dem homolytischen auch ein oxydativer Abbau, wahrscheinlich unter Mitwirkung der Peroxyde und Peroxyradikale. Dies findet in einer Erhöhung der Heißlauge...löslichkeit und des Karboxylgruppengehaltes Ausdruck. Der reine UV-Lichtabbau der Zellulose erfolgt auch in Abwesenheit von Feuchtigkeit. Es können daher im wesentlichen keine ionischen Vorgänge daran beteiligt sein. Unsere Untersuchungsbefunde sprechen dafür, daß es sich um einen Komplex von Radikalreaktionen handelt, wobei homolytische Kettenspaltung durch die Lichtenergie sowie Fortpflanzungs- und Abbruchreaktionen zusammenwirken und anwesender Luftsauerstoff an der Zelluloseautooxydation teilnimmt. Eine Überlagerung der Radikalreaktionen im Sinne eines *Rice-Herzfeld-Mechanismus* kann erklären, weshalb die *Arrhenius-Aktivierungsenergie* der Gesamtreaktion wesentlich geringer ist als die theoretische Dissoziationsenergie kovalenter Bindungen. Ein ähnlicher Mechanismus gilt offenbar auch für die Zerstörung der Zellulose durch gewöhnliches Tageslicht. Dessen im Vergleich zu UV-Licht geringerer Energieinhalt bedingt jedoch, daß zur Erreichung eines ähnlichen Abbaugrades wesentlich längere Zeiträume erforderlich sind.

Die Radikalnatur des photolytischen Zelluloseabbaues erscheint ferner durch den Befund bestätigt, daß elementarer Schwefel<sup>12)</sup>, der bekanntlich ein kräftiger Abfänger<sup>13)</sup> für freie Radikale ist, den Abbau deutlich hemmen kann. Von dieser Eigenschaft des Schwefels kann aber wohl kaum Gebrauch gemacht werden, da unter atmosphärischen Bedingungen Schwefel starker Autooxydation mit nachfolgender Bildung von Schwefelsäure unterliegt, und diese Säure ihrerseits Zellulose hydrolysiert. Andererseits führt - wie erwähnt - die Radikalkombination mit atmosphärischem Sauerstoff zur Bildung von verhältnismäßig beständigen Peroxydanteilen in belichteten Geweben. Wie gefunden wurde<sup>7,8)</sup>, können diese zu merkbaren Nachreaktionen im Dunkeln führen.

#### Einfluß aktiver Pigmente auf den Lichtabbau der Zellulose

Die durch Pigmentwirkung verstärkten Lichtschädigungen haben erhebliche praktische Bedeutung, insbesondere bei Textilien, die aus regenerierten Zellulosefasern hergestellt sind und mit Titandioxydpigmenten mattiert wurden. So fand man in Vergleichsuntersuchungen<sup>12)</sup> glänzender bzw. mattierter Zellwolle gleichen Titers (1,5 den) nach je 1300 Stunden Sonnenbelichtung, daß der DP-Abfall (bezogen auf die Ausgangswerte) bei der mattierten etwa das 1,7-fache des bei der glänzenden Zellwolle gemessenen betrug. Auch die Prozente der Festigkeitsabnahme (trocken und naß) waren bei der mattierten Zellwolle stets beachtlich höher als bei der glänzenden. Wenn auch glänzende Zellwolle, verglichen mit mattierter, eine höhere Lichtreflexion aufweist, so steht doch ein wesentlicher Anteil des Unterschiedes im DP-Abfall mit der Pigmentwirkung in Beziehung. Dies wurde aus den Untersuchungen an Zellwolle geschlossen, die mit Pigmenten verschiedener Aktivität mattiert waren.

Da es feststeht, daß die Photolyse der Zellulose als Radikalreaktion erfolgt und es überdies bekannt ist, daß gewisse Titandioxydpigmente den Lichtabbau beschleunigen können, erschien es wissenschaftlich interessant, zu prüfen, ob die Aktivität dieser Pigmente möglicherweise auf der Wirksamkeit freier Radikale beruhe. Zu diesem Zweck haben wir vor einiger Zeit eine Reihe der handelsüblichen Titandioxydpigmente im ESR-Spektrometer mit und ohne UV-Bestrahlung untersucht<sup>8)</sup>. Die Deutung der Versuchsergebnisse war durch den Umstand erschwert, daß alle geprüften Pigmente Spuren metallischer (zum Teil paramagnetischer) Verunreinigungen enthielten und bereits ohne Bestrahlung eine Reihe spezifischer ESR-Signale aufwiesen. Wurden diese Pigmente im ESR-Spektrometer mit UV-Licht bestrahlt, so entwickelte sich zusätzlich zu diesen Signalen nahe dem Freispinwert  $g$  ein Einliniensignal, das bei längerdauernder Bestrahlung stetig zunahm, ohne dabei wesentlich seine Gestalt zu ändern.

In Erweiterung der Theorie von *W e y l*<sup>14)</sup> wurde zur Erklärung der beobachteten Erscheinungen vorgeschlagen, daß bereits beim Mahlen der Pigmente zu feinen Korngrößen an den Orten der Gitterstörungen sogenannte Radikalzentren entstehen, die bei Anwesenheit von Luftsauerstoff unter Bildung von Peroxydgruppen maskiert werden. Bei

UV-haltiger Belichtung tritt abwechselnd Aufspaltung der peroxydischen Gruppen unter Rückbildung der Radikalzentren und neuerliche Kombination mit elementarem Sauerstoff unter Peroxybildung ein. Diesem Vorschlag entsprechend wirken die in gewissen Titandioxydpigmenten vorhandenen Radikalzentren als Oxydationskatalysatoren. Gemäß dieser hypothetischen Erklärung müßten zur Inaktivierung der Pigmente die betreffenden Radikalzentren eliminiert werden. Aus theoretischen Gründen erscheint die Ausheilung von Gitterstörungen durch Rekrystallisationsvorgänge zweckmäßig. Tatsächlich zeigen Titandioxydpigmente, die mit Heißwasser unter erhöhtem Druck behandelt wurden, bei gleichzeitig verminderter Aktivität keine wesentlichen ESR-Signale.

Der Befund, daß aktive Pigmente Radikalzentren enthalten und bei Bestrahlung in offener Atmosphäre oxydationskatalytisch wirken, sowie daß manche der handelsüblichen Titandioxydpigmente ausreichende Spuren katalysierend wirkender Schwermetalle (Eisen, Kupfer etc.) enthalten, weist darauf hin, daß sich unter praktischen Bedingungen die Autooxydationsvorgänge überlagern, wodurch die Gesamtwirkung verstärkt wird. Dies erscheint durch die Erfahrung bestätigt. Für die durch Metallspuren katalysierte Autooxydation der Zellulose sind Radikalreaktionen anzunehmen, wahrscheinlich ähnlich jenen, die von Entwistle und Mitarbeitern<sup>15)</sup> für die durch Metalle katalysierte Alkalizellulosevorreife vorgeschlagen worden sind.

Zur Bestimmung von Spuren katalytisch wirkender Schwermetalle stehen verschiedene neue analytische Methoden zur Verfügung, wie zum Beispiel Massenspektrometrie, Neutronenaktivierungsanalyse, Nuklear-Gamma-Resonanz (*Mössbauer-Effekt*), Röntgenstrahlen-Fluoreszenzanalyse und andere. Es ist zu hoffen, daß es mit deren Hilfe gelingen werde, den spezifischen Einfluß bestimmter Metallspuren in den einzelnen Stufen der Autooxydationsvorgänge aufzuklären.

Auf Grund unserer Untersuchungen<sup>7,8)</sup> erfolgt die Photolyse der Zellulose in offener Atmosphäre im wesentlichen durch Radikalreaktionen und ist keineswegs an die Anwesenheit von Feuchtigkeit gebunden. Diese kann jedoch durch ionische Vorgänge, insbesondere im Wege der diskutierten intramolekularen Umlagerung Aldehydendgruppen tragender Kettenglieder, die Abbauvorgänge wesentlich verstärken. Bei hohen Feuchtigkeitsgraden der Atmosphäre kommt es dann zum sogenannten "*brown-line effect*"<sup>16,17,18)</sup>, der auf einer Art chromatographischer Wanderung und Anreicherung der gebildeten niedermolekularen Abbauprodukte beruht. Ähnlich wie bei der künstlichen Zellulosealterung bei hoher Feuchtigkeit im Dunkeln weisen auch die beim Lichtabbau in offener Atmosphäre gebildeten niedermolekularen Abbauprodukte einen erheblichen Peroxydgehalt und außerdem ungesättigte Chromophore auf.

## ALLGEMEINE BAUGESELLSCHAFT- A. PORR AKTIENGESELLSCHAFT



**PORR**

WIEN - BRUCK/MUR - INNSBRUCK - LINZ - SALZBURG

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß bei Sonnenbestrahlung (wobei in der gemäßigten Zone stets Feuchtigkeit anwesend ist) die Radikalreaktionen der eigentlichen Photolyse von ionischen, durch die Feuchtigkeit bedingten Vorgängen und damit zusammenhängenden Autooxydationen überlagert werden.

Ungeklärt bleibt die Frage, auf welche Weise die zur homolytischen Kettenspaltung führende Lichtaufnahme erfolgt. Es sind keine definierten Eigenchromophore der Zellulose bekannt, die dafür in Betracht kommen könnten. Auch erscheint es fraglich, ob deren oben erwähnte Fluoreszenzzentren zur Erklärung herangezogen werden können.

In Analogie zu neueren Untersuchungen<sup>19)</sup> bei der UV-Bestrahlung von Polyolefinen kann die Lichtabsorption sowohl durch bestimmte Verunreinigungen als auch durch Störungen im Kettenbau bedingt sein. Ferner kann angenommen werden, daß die nicht- oder weniger kristallinen Bereiche sowie die Kettenfalten - verglichen mit Kristalliten - eine erhöhte Mobilität im Sinne der Radikalreaktionen aufweisen und auch leichter von atmosphärischem Sauerstoff durchdrungen werden, was die Autooxydationsvorgänge begünstigt.

Bei Zellulose verdient besonders die Frage der Lichtabsorption durch natürliche Verunreinigungen Beachtung. Vor kurzem wurden (im Rahmen von Untersuchungen der Zellulosealterung unter extremen Bedingungen) Leinenfasern sehr hohen Alters<sup>20)</sup> chemisch und UV- bzw. IR-spektrometrisch geprüft und mit nicht gealtertem bzw. rohem Leinen verglichen, welches einer längerdauernden Reinigung mit Natriumchlorit unterworfen worden war. Es zeigte sich, daß alle untersuchten Leinenproben ligninartige Verunreinigungen enthielten, deren laugenresistente Anteile in einem annähernd geradlinigen Verhältnis zur Kettenlänge (DP) standen. Dieser Befund ist scheinbar in Einklang mit früheren, auf chemischem Wege gemachten Beobachtungen an Zellstoffen<sup>21,22)</sup>, Viskosefasern<sup>23)</sup> und Baumwolle<sup>22)</sup>. Es wurde vorgeschlagen, daß die mit dem DP in einem definierten Verhältnis stehenden laugenresistenten Anteile der ligninartigen Verunreinigungen einem allgemeinen übermolekularen Aufbauprinzip natürlicher Zellulosefasern<sup>20,21,22)</sup> angehören sollen, und daß dieses zum Teil in regenerierten Zellulosefasern<sup>23)</sup> erhalten bleiben kann. Gemäß unseren Untersuchungen an gebleichten Zellstoffen<sup>24)</sup> haben diese ligninartigen Anteile kontinuierliche Lichtabsorptionsspektren mit Maxima bei etwa 205 nm und 280 nm. Eine Lichtaufnahme durch diese Zellwandbestandteile könnte die initiale homolytische Spaltung der Zelluloseketten bewirken. Dies könnte auch die höhere Lichtbeständigkeit glänzender Zellwolle (im Vergleich zu Baumwolle) erklären, da der Zellstoff während der Viskoseherstellung eine weit intensivere chemische Reinigung erfährt, als dies bei der üblichen Baumwollbleiche der Fall ist. Allerdings sind hierfür noch weitere Untersuchungen erforderlich.

### Die Stabilisierung von Zellulose

Mit der praktischen Bedeutung dieses Themas befaßt sich die folgende Diskussion. Naheliegender wäre es, die Aufnahme wirksamen Lichtes selbst zu verhindern oder wenigstens zu vermindern, da diese - wie gezeigt wurde - die unmittelbare Ursache homolytischer Spaltung der Zelluloseketten ist. Dies durch Reflexion des einfallenden Lichtes an den Faseroberflächen anzustreben, wäre theoretisch nur bei glänzenden Fasern möglich, praktisch wird aber stets ein gewisser - wenn auch verminderter - Lichtanteil absorbiert. Zudem sind für viele Gebrauchszwecke glänzende Gewebe nicht erwünscht. Die Eindringtiefe von UV-Licht in die Zellulosefasern ist bekanntlich sehr gering. Dies bedingt, daß die wesentlichen Lichtschädigungen in der Faseroberfläche auftreten. Darum werden bei der Herstellung von Zellulosetextilien, die dem Licht stark ausgesetzt sind (z.B. Gardinenstoffe), zweckmäßigerweise Viskosefasern höheren Titers verwendet.

Ein Hauptfordernis für die Produktion hochwertiger Chemiefasern ist naturgemäß die hohe Reinheit des faserbildenden Zellulosematerials und der hohe  $\alpha$ -Zellulosegehalt der als Zwischenprodukt gebildeten Alkalizellulose. Dabei soll der Ausgangszellstoff selbst möglichst frei von katalytisch wirkenden Schwermetallverunreinigungen sein. Es darf auch nicht übersehen werden, daß unter Umständen bei der Viskoseherstellung, beim Verspinnen sowie bei den Nachbehandlungsvorgängen vom Fasermaterial schädliche Metallspuren aufgenommen werden können. So wurde beispielsweise eine Einschleppung geringer Kupfermengen mit den Natronlaugen bzw. Eisenaufnahme in den Spinnbädern festgestellt. Nach russischen Arbeiten<sup>25)</sup> erfolgt die Eisenaufnahme bereits in stark sauren Lösungen ( $\text{pH} \leq 1.2$ ), ist aber im wesentlichen an die Anwesenheit von oxydierten Gruppen im Zellulosematerial gebunden. Diese können eine Folge unzureichender Vorreife der Alkalizellulose oder auch durch oxydierende Fasernachbehandlung bedingt sein. Die Absättigung anwesender Karboxylgruppen durch Erdalkalimetalle (Ca, Mg), zum Beispiel in den Waschprozessen durch die Wasserhärte, kann die Abbaubeständigkeit des Zellulosematerials deutlich erhöhen.

Wie ausführlich dargelegt wurde, können die in Zellulosematerialien fallweise anwesenden Aldehydgruppen die Alterungs- und Vergilbungsstabilität beeinträchtigen. Eine Beseitigung dieser Gruppen durch chemische Behandlung kann daher zweckmäßig sein. In diesem Zusammenhang sei auf Befunde von R a p s o n<sup>26)</sup> hingewiesen, wonach die Alterungsstabilität und der Weißgrad durch Behandlung mit sehr verdünnten Natriumborhydridlösungen verbessert werden kann.

Wenn man bedenkt, daß der Lichtabbau der Zellulose in Radikalreaktionen erfolgt und ferner die fallweise anwesenden aktiven Titandioxydpigmente unter atmosphärischen Bedingungen ebenfalls in gleicher Richtung wirken, so erscheint es von erheblichem praktischen Interesse, zu prüfen, ob die Radikalbildung an den Pigmenten auch noch auf eine andere Weise als durch die Rekristallisation vermindert wer-

den kann. In diesem Zusammenhang könnte den Antioxydantien, die zur Stabilisierung von Gummi technisch benutzt werden, auch bei der Zellulose Bedeutung zukommen. Kürzlich haben amerikanische Forscher<sup>19)</sup> gezeigt, daß solche Antioxydantien, wie zum Beispiel Santowhite<sup>27)</sup> [4,4' - Butyliden-bis (6-t-butyl-m-cresol)], bereits in geringen Mengen die Alterungsstabilität von Polyolefinen gegen die UV-Bestrahlung erheblich verbessern können. Da dieses Chemical die Eigenschaften eines Radikalabfängers besitzt, dürfte es sich wahrscheinlich bei der angeführten Gummistabilisierung um eine Blockierung der die Alterung bewirkenden Radikalreaktionen handeln. Theoretisch gesehen erscheint es möglich, daß Präparate vom Aufbau des Santowhite auch eine Stabilisierung von Zellulose-Textilien gegen Lichteinwirkung gewähren. Diese Möglichkeit erscheint von praktischer Bedeutung zu sein, und daher sollte die Wirksamkeit verschiedener organischer Radikalabfänger näher geprüft werden.

Auch die unter dem Namen *Aufheller* (brightener) bekannten organischen Verbindungen stehen wieder im Blickpunkt. Derartige Substanzen wirken bekanntlich so, daß sie energiereiches Licht im UV-Bereich absorbieren und dieses dann in Form von sichtbarem Licht reemittieren. Die Wirksamkeit dieser Stoffe in Hinblick auf eine Milderung von Lichtschädigungen ist jedoch noch problematisch und bedarf weiterer Untersuchungen. Um echten Lichtschutz zu gewähren, müßten die Aufheller nicht nur eine wesentliche Reemission der eingestrahnten Energie verursachen, sondern auch die Rolle von Elektronendonatoren beim Abfangen der photolytisch gebildeten freien Radikale spielen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Mechanismen der Lichtschädigungen von Textilien aus Zellulose überaus kompliziert sind und im wesentlichen durch Überlagerung verschiedener Radikalreaktionen zustandekommen. Bei hoher Feuchtigkeit werden die Radikalreaktionen durch ionische Vorgänge und intramolekulare Umlagerungen ergänzt, wobei den Aldehydendgruppen des Zellulosematerials eine wichtige Rolle zukommt. In der reinen Photolyse wird die homolytische Kettenspaltung durch Photonenenergie als eine Initialreaktion angesehen.

Literatur:

- 1) M.Z. Gavrilov und I.N. Ermolenko, Zh. Prikl. Spektrosk. 5(6), 762-765 (1966); ABIPC 38, Nr. 1780
- 2) T.N. Kleinert und L.M. Marraccini, Svensk Papperstidn. 66(6), 189-195 (1963)
- 3) L.M. Marraccini und T.N. Kleinert, Svensk Papperstidn. 65(4), 126-131 (1962)
- 4) T.N. Kleinert und L.M. Marraccini, Svensk Papperstidn. 69(3), 69-71 (1966)
- 5) T.N. Kleinert und L.M. Marraccini, Svensk Papperstidn. 69(5), 159-160 (1966)
- 6) L.M. Marraccini und T.N. Kleinert, Svensk Papperstidn. 65(3), 78-80 (1962)
- 7) T.N. Kleinert, Holzforschung 18(1-2), 24-28 (1964); Mh. Chem. 95(2), 387-389 (1964)
- 8) T.N. Kleinert, Textil-Rundschau 20(11/12), 336-344 (1965)
- 9) H.W. Giertz, Svensk Papperstidn. 48(13), 317-323 (1945)
- 10) E. Abel, Naturwissenschaften 44(11), 320-321 (1957)
- 11) H. Krässig, Das Papier 21(10A), 629-635 (1967)
- 12) T.N. Kleinert und V. Mössmer, Textil-Rundschau 10, 353-359 (1955); Lenzinger Berichte 1, 11-15 (1953)
- 13) T.N. Kleinert und J.R. Morton, Nature 196(4852), 334-336 (1962)
- 14) W.A. Weyl, Res. 3, 230 (1950)
- 15) D. Entwistle, E.H. Cole und N.S. Wooding, Textile Research J. 19(10), 609-624 (1949)
- 16) H. Bogaty, K.S. Campbell und W.D. Appel, Textile Research J. 22(2), 75-81 (1952)
- 17) R. Schaffer, W.D. Appel und F.H. Forziati, J. Research Natl. Bur. Standards 54(2), 103-106 (1955)
- 18) H.R. Ambler und C.F. Finney, Nature 179(4570), 1141 (1957)
- 19) H.L. Browning jr., H.D. Ackermann und H.W. Patton, J. Polymer Sci., Part A-1, Nr. 4, 1433-1444 (1966)
- 20) T.N. Kleinert, Holzforschung 21(3), 77-81 (1967)
- 21) T.N. Kleinert, G. Hingst und I. Simmler, Kolloid-Ztschr. 108(2/3), 137-144 (1944)
- 22) T.N. Kleinert, G. Hingst und V. Mössmer, Kolloid-Ztschr. 108(2/3), 144-152 (1944)
- 23) T.N. Kleinert und V. Mössmer, Österr. Chem. Ztg. 49, 84-86 (1948)
- 24) L.M. Marraccini und T.N. Kleinert, Holzforschung 13(2), 43-48 (1959)
- 25) I.N. Ermolenko, R.G. Zbankov und A.Ye. Rozenberg, Chem. Abstr. 56, 15700 b
- 26) W.H. Rapson, Can. Pat. 610.655
- 27) Produzent: Monsanto Company, Organic Chemicals Division, St. Louis, Missouri, USA.

**KORROSIONSSCHUTZ  
W. HÖHNEL KG.**

Sandstrahl-, Flammstrahl-, mechanische Entrostung, staubfreies Sandstrahlen mit Vacu-Blast, Naßstrahlen, Schutz- und Industrieanstriche aller Art, Behälterauskleidungen mit lösungsmittelfreiem Kunststoff, Holzschutz, Isolierungen und Streichgummierungen, Metallspritzen von Zink, Aluminium und Aluminiumlegierungen, kathodischer Korrosionsschutz, Klimatisierung zur Trockenlegung von schwitzwasserfeuchten Anlageteilen.

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

## Die „Sprödigkeit“ textiler Faserstoffe

Professor Dipl.Ing. Wilhelm Herzog  
Höhere Bundeslehr- und Versuchsanstalt  
für Textilindustrie, Wien

Die Sprödigkeit ist ein wichtiges Merkmal zur qualitativen Beurteilung textiler Faserstoffe. Sie wird durch die Größe der Formänderung bestimmt, die eine äußere Krafteinwirkung hervorruft. Die Faser kann durch Zug, Druck, Scherung und Torsion beansprucht werden.

Das Ausmaß der Sprödigkeit wird weiters durch Feuchtigkeitsgehalt, Inhomogenitäten in der Faserstruktur, Temperatur und Formänderungsgeschwindigkeit des Prüflings bestimmt.

Experimentell bedient man sich der Schlingenfestigkeit als Maß für die Sprödigkeit. Durch die Deformation bei der Schlingenbildung wird auch der Faserquerschnitt verändert. Trotzdem läßt sich die Größe der Sprödigkeit noch nicht allgemeingültig messen.

Brittleness is an important characteristic in evaluating the quality of textile fibers. It is determined by the magnitude of the dimensional changes produced by external forces. Fibers can be exposed to the effects of tension, pressure, shear and torsion.

The degree of brittleness is further influenced by the moisture content, the structural inhomogeneity and the temperature of the test specimen, as well as by the rate at which it is deformed.

The loop strength is used as an experimental measure of brittleness. The deformation caused by loop formation also produces changes in the cross section of fibers. There is, however, as yet no universally applicable method of measuring the extent of brittleness.

Seit langem wird der Begriff „Sprödigkeit“ bei der Beschreibung der Eigenschaften textiler Faserstoffe gebraucht, und es werden etliche Prüfverfahren angegeben, die die „Sprödigkeit“ nunmehr auch meßtechnisch erfassen sollen.

In letzter Zeit steht die „Sprödigkeit“ textiler Faserstoffe mehr denn je zur Diskussion, und man sieht sie unter anderem als wichtiges Merkmal für die qualitative Beurteilung von Viskosefasertypen mit hoher Zugsteifheit, sowie der nach den verschiedenen Verfahren hergestellten Acrylfasern an.

Es erscheint daher angebracht, sich mit dem Begriff „Sprödigkeit“ auseinanderzusetzen und zu versuchen, ihn - eingengt auf das Gebiet der textilen Faserstoffe - durch eine Definition festzulegen, bzw. durch eine Beschreibung zu erläutern. Hierbei sollen auch die Naturfaserstoffe miteingeschlossen werden.

Ist der Begriff „Sprödigkeit“ einmal definiert, so ist in weiterer Folge zu überlegen, wie diese mittels Prüfmethode erfaßt werden kann, und schließlich, welche Auswirkungen die durch diese Prüfungen erfaßten Eigenschaften auf die Verarbeitbarkeit der Faserstoffe und auf den Gebrauchswert der daraus erzeugten Fertigprodukte haben.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zu diesen Aufgabenstellungen liefern.

Eine Arbeit von Becker<sup>1)</sup> befaßt sich mit den allgemeinen Vorstellungen und der Problematik des spröden Bruchverhaltens. Der Autor zieht bei seinen Betrachtungen Vergleiche zwischen metallischen Werkstoffen und Polymeren für Plaste und textile Rohstoffe und faßt schließlich die wichtigsten Faktoren in einigen Punkten zusammen. Seine Ausführungen zeigen klar, daß eine allgemeingültige Erklärung des Begriffes „Sprödigkeit“ für alle Werkstoffe (einschließlich der textilen) nicht möglich ist. Nach den Definitionen, die für das spröde Bruchverhalten der metallischen Werkstoffe üblich sind, würde - außer den Glasfaserstoffen - keiner der textilen Faserstoffe als „spröde“ zu bezeichnen sein. Becker schlägt daher für diese vor, von einem „sprödebrüchähnlichen“ Verhalten zu sprechen.

Engt man die Gültigkeit des Begriffes „Sprödigkeit“ auf die textilen Faserstoffe ein, so hat man hierbei wesentlich mehr Freiheit und kann außerdem auf eingebürgerte Vorstellungen Rücksicht nehmen. Eine solche Beschreibung bezieht sich dann auf ein fertiges Gebilde (Spinnfaser, Endlosfaden) mit gegebenen Dimensionen und innerem Aufbau bzw. innerer Struktur.

Nimmt man auf die gewohnten Begriffe Rücksicht, so gibt es bei textilen Faserstoffen keine Alternative „spröde“ oder „nicht spröde“ (bzw. „zäh“), sondern es läßt sich nur das Ausmaß der Sprödigkeit beschreiben.

Dieses Kriterium wird durch die Größe der Formänderungen bestimmt, welche durch äußere Krafteinwirkungen hervorgerufen werden. Dabei ist besonders die Größe jener Formänderungen von Interesse, die im Augenblick des Faserbruches auftreten.

Der Maßstab für die Beurteilung der „Sprödigkeit“ ergibt sich aus der Vergleichsbasis; das ist im gegebenen Fall jene Gruppe textiler Faserstoffe, welche gerade zum Vergleich herangezogen wird. So gilt zum Beispiel eine chemisch geschädigte und hiedurch verformungsarm gewordene Schafwollfaser innerhalb ihrer Gruppe als „spröde“, während dieselbe Faser innerhalb der gesamten Textildfasern erst eine Sprödigkeit geringen Ausmaßes aufweist.

Die von außen auf die Faser einwirkenden Kräfte und die dadurch entstandene Beanspruchungsform können sehr vielfältig sein. Vereinfacht lassen sich jedoch die Beanspruchungen auf eine Kombination folgender Formen zurückführen:

- Zugbeanspruchung,
- Druckbeanspruchung,
- Scherbeanspruchung,
- Torsionsbeanspruchung.

Das Ausmaß der „Sprödigkeit“ eines textilen Faserstoffes wird von verschiedenen Faktoren, vor allem aber vom Zustand der Prüflinge selbst, beeinflusst. Die Abhängigkeit von Feuchtigkeitsgehalt, Temperatur und Formänderungsgeschwindigkeit ist daher immer zu beachten.

Da jeder textile Faserstoff in seiner Gestalt und in seinem inneren Aufbau Inhomogenitäten aufweist, welche je nach Art und Verteilung die Höhe des Widerstandes gegen die äußeren Beanspruchungen und damit die Größe der Formänderung im Augenblick des Bruches bestimmen, so sind sie auch für das Ausmaß der „Sprödigkeit“ verantwortlich.

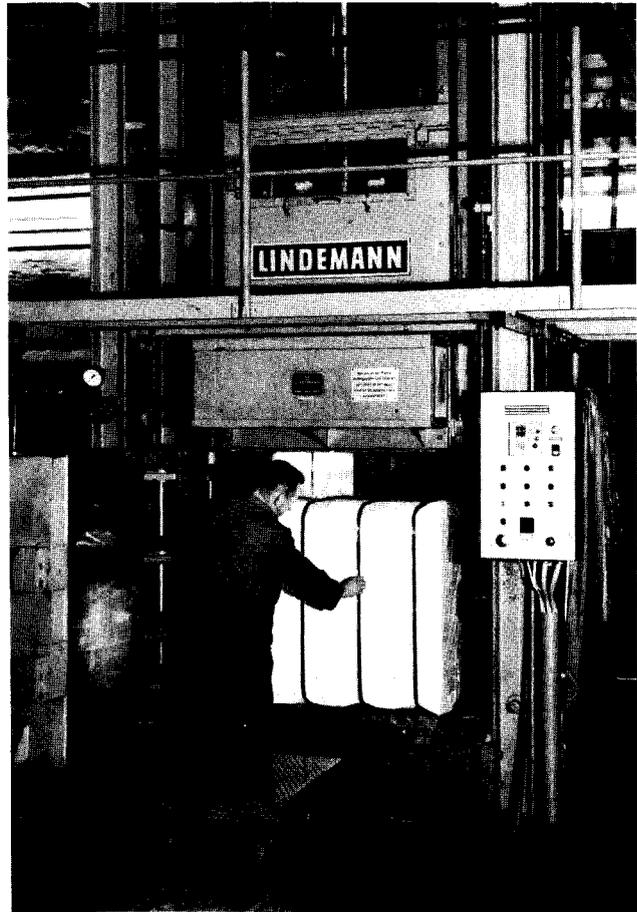
### Formänderung bei Zugbeanspruchung

Aus dem hohen Schlankheitsgrad, den jeder textile Faserstoff aufweist, resultiert, daß eine Zugkräfteinwirkung praktisch nur in Richtung der Faserachse auftreten kann. Der Zugversuch wird in der Weise vorgenommen, daß man die Faser in die Klemmen einer Zugprüfeinrichtung einspannt, wobei sich zwischen den beiden Klemmenpaaren die sogenannte „freie Einspannlänge  $L_0$ “ ergibt. Werden nun die beiden Klemmenpaare voneinander wegbewegt, so erfolgt eine Verlängerung  $\Delta L$  der freien Einspannlänge. Die Zugkraft, die aufgewendet werden mußte, um dem Prüfling die Formänderung von der Länge  $L_0$  auf die Länge  $L = L_0 + \Delta L$  aufzuzwingen, wird mit einer Zugkraftmeßeinrichtung gemessen. Es ist üblich, die Formänderung  $\Delta L$  in der Längsrichtung auf die ursprüngliche Länge  $L_0$  zu beziehen und das Verhältnis  $\frac{\Delta L}{L_0}$  als „Dehnung“ zu definieren. In exakterer Ausdrucksweise müßte das Längenverhältnis  $\frac{\Delta L}{L_0}$  als „mittlere Dehnung über die Länge  $L$ “ bezeichnet werden, um zum Ausdruck zu bringen, daß die partiellen Dehnungen innerhalb der Länge  $L$  sehr unterschiedlich sein können.

Abgesehen von den sehr unklaren Verhältnissen in unmittelbarer Nähe der Einspannklemmen werden Ungleichmäßigkeiten im makroskopischen Bereich der Faserdimension und im mikroskopischen Bereich der Faserstruktur dazu führen, daß die Formänderung über der eingespannten Länge des Prüflings verschiedenartig vor sich geht. An bestimmten Stellen, den sogenannten „Schwachstellen“, werden Spannungsspitzen auftreten, die zu einer lokalen Deformation des Prüflings führen. In vielen Fällen wird die damit verbundene Verstreckung zu einer zusätzlichen Orientierung und damit zur Versteifung der Faser führen, wodurch die Dehnung an einer Stelle verzögert wird, um an einer anderen wirksam zu werden.

Wenn man sich vorstellt, daß die freie Einspannlänge, mit der man üblicherweise den Zugversuch vornimmt, etwa 100- bis 1000mal größer ist als der Durchmesser der gebräuchlichen Einzelfasern, so kann man mit Berechtigung annehmen, daß vor allem die Ungleichmäßigkeit der makroskopischen Faserdimensionen für das Auftreten der Bruchstelle von maßgeblicher Bedeutung ist. An der Schwachstelle, an der letztlich der Bruch eintritt, kommt es - insbesondere kurz vor dem Bruch - zu einer großen lokalen Deformation des Prüflings. Diese örtliche Dehnung der Probe ist mit einer

## Leistung überzeugt!



Speziell für Faserstraßen (chemische und vollsynthetische Fasern) mit geringer Tonnen-Leistung und häufigerem Faser- bzw. Farbenwechsel entwickelte LINDEMANN die Einkasten-Ballenpresse BRUSI.

Diese Presse bietet die gleichen Vorzüge einer Doppelkastenpresse, ist nur billiger.

Wesentliche Pluspunkte und Hauptmerkmale:

- Kontinuierliche Arbeitsweise bei entsprechender Zwischenbunkerung
- Hoher Preßdruck für die Herstellung von Export-Ballen
- Vollautomatische Faserzufuhr
- Automatische Ballengewichtskontrolle
- Hydraulischer Ballenkammerverschluß mit hydraulischer Voröffnung der Ballenkammertüren
- Störungsanzeige für die elektrische und hydraulische Steuerung
- Geringer Platzbedarf

Ausführliche Informationen halten wir für Sie bereit:



# LINDEMANN KG

HYDR. PRESSEN - DÜSSELDORF

entsprechenden Querkontraktion verbunden und bedeutend höher als die mittlere Dehnung über die Länge L.

Art und Verteilung der makroskopischen und mikroskopischen Inhomogenitäten in der Faser beeinflussen somit maßgeblich die beim Zugversuch ermittelte Dehnung.

Diese Überlegungen sind notwendig, wenn man das Ausmaß der Sprödigkeit als eine der Formänderungen mit der Höhe der Bruchdehnung beim Zugversuch in Zusammenhang bringen will. Wird zum Beispiel einem Faserstoff, der beim Zugversuch eine Reißdehnung von 10 Prozent ergibt, ein hohes Ausmaß an Sprödigkeit zugeordnet, so muß man sich darüber im klaren sein, daß diese „spröde“ Faser auf sehr kurze Längen (etwa 50 bis 100 Mikron) eine Dehnfähigkeit von ca. 40 bis 50 Prozent haben kann.

Ebenso wie man mit Hilfe der statischen Bruchtheorie den Zusammenhang zwischen Zugfestigkeit und Einspannlänge aufstellen kann, läßt er sich auch zwischen Reißdehnung und Einspannlänge von einer gegebenen Ungleichmäßigkeit ableiten.

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse von orientierenden Versuchen über den Einfluß der Einspannlänge auf die Reißdehnung, welche an einigen Spinnfasern vorgenommen wurden. Wegen der Unklarheiten, welche beim Zugversuch an den Einspannklemmen bestehen und die sich umso stärker bei der Bestimmung der Reißdehnung auswirken, je kleiner die Einspannlänge ist, haben derartige Prüfungen nur beschränkten Aussagewert.

Die Meßdaten zeigen jedoch deutlich, wie sehr die Reißdehnung von der Einspannlänge abhängig ist. Aus den Versuchen erkennt man ferner, daß die Veränderung der Reißdehnung mit der Einspannlänge nicht bei jeder Faserart gleich ist. Aus dem Verlauf der Kurve läßt sich ein Rückschluß auf Größe und Verteilung der in der Faser enthaltenen Inhomogenitäten machen.

Als Kenngröße für die Formänderung bei Zugbeanspruchung kann man die beim Zugversuch ermittelte Reißdehnung heranziehen. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß diese nur eine Prüfgröße ist, die einen Mittelwert der lokalen Formänderungen in der Faserlängsrichtung über eine bestimmte Länge  $L = L_0 + \Delta L$  darstellt und demgemäß von der Einspannlänge  $L_0$  abhängt. Weiters darf die starke Abhängigkeit der Reißdehnung von Feuchtigkeitsgehalt und Temperatur der Prüflinge nie außer acht gelassen werden. Da die textilen Faserstoffe ein viskoelastisches Verhalten zeigen, ist auch der Zeiteffekt immer zu berücksichtigen.

**Formänderung bei axialer Druckbeanspruchung und bei Biegebeanspruchung**

Die Druckbeanspruchung einer Faser in Richtung ihrer Achse wird wegen ihres hohen Schlankheitsgrades immer zu einer Knick- und schließlich zu einer Biegebeanspruchung führen. Dem äußeren Biegemoment wirkt ein inneres Mo-

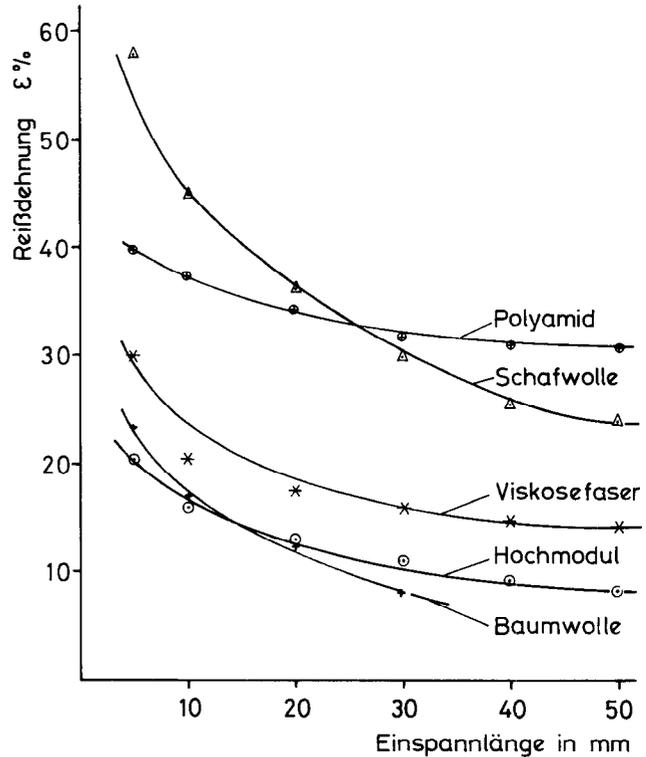


Abb. 1: Einfluß der Einspannlänge auf die Reißdehnung von Spinnfasern

ment entgegen, welches aus der bei der Biegung auftretenden Zug- und Druckspannung gebildet wird. Der Zusammenhang zwischen den Formänderungen bei der Biegung und den hierdurch bedingten Zug- und Druckspannungen ist maßgebend für die Lage der spannungslosen Achse und für die Höhe der maximalen Verformung an der Außenzone.

Elöd, Hölz und Graeser<sup>2)</sup> stellen bei ihren polarisationsoptischen Untersuchungen an Viskosefasern fest, daß sich zwischen neutraler Zone und Außenseite der gebogenen Faser etwa zwei Drittel des Faservolumens befinden. Dies deutet darauf hin, daß der Spannungs-Formänderungszusammenhang im Druckbereich anders gestaltet ist als im Zugbereich.

Bobeth, Luczak, Päßler und Tausch-Marton<sup>3)</sup> haben bei ihren Untersuchungen des axialen Druckverhaltens den Nachweis erbracht, daß bei verschiedenen Faserstoffen das Axial-Druckspannungs-Stauchungsverhalten schon praktisch ab dem Beginn der Beanspruchung anders verläuft als das Zugspannungs-Dehnungsverhalten.

Wenn auch anzunehmen ist, daß im theoretischen Nullpunkt des Spannungs-Formänderungsverlaufes kein Unstetigkeitspunkt vorhanden ist, so erscheinen doch die praktisch meßbaren Größen des sogenannten Anfangsmodul (initial modulus) des Zugspannungs-Dehnungsverlaufes und des Axial-Druckspannungs-Stauchungsverlaufes verschieden.

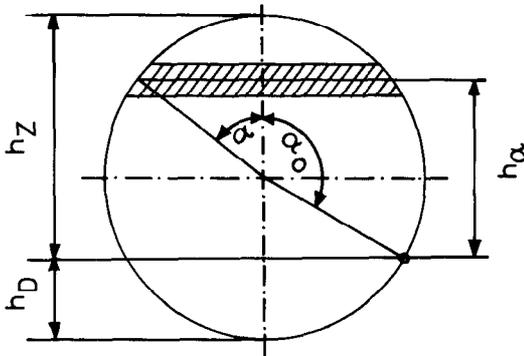
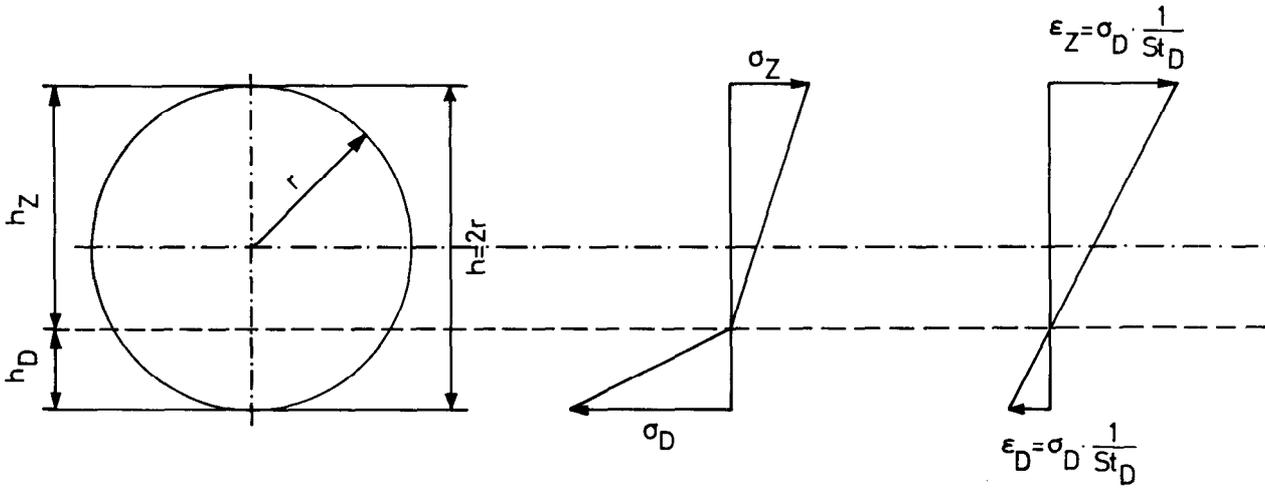


Abb. 2

$$\begin{aligned}
 h &= 2 \cdot r & dh &= r \cdot d\alpha \cdot \sin \alpha_0 \\
 h_z &= r \cdot (1 - \cos \alpha_0) & h_\alpha &= r \cdot (\cos \alpha - \cos \alpha_0) \\
 h_D &= r \cdot (1 + \cos \alpha_0)
 \end{aligned}$$

Die resultierende Zugkraft über die Querschnittsfläche beträgt dann:

$$\begin{aligned}
 Z &= \int_0^{\alpha_0} 2 \cdot r^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot d\alpha \cdot \sigma_z \cdot \frac{\cos \alpha - \cos \alpha_0}{1 - \cos \alpha_0} \\
 &= \frac{\sigma_z \cdot 2 \cdot r^2}{1 - \cos \alpha_0} \int_0^{\alpha_0} (\sin^2 \alpha \cos \alpha - \sin^2 \alpha \cos \alpha_0) d\alpha \\
 &= \frac{\sigma_z \cdot 2 \cdot r^2}{1 - \cos \alpha_0} \left[ \frac{1}{3} \sin^2 \alpha - \frac{\alpha}{2} \cos \alpha_0 + \frac{\sin 2\alpha}{4} \cos \alpha_0 \right]_0^{\alpha_0} \\
 Z &= \frac{\sigma_z \cdot 2 \cdot r^2}{1 - \cos \alpha_0} \left[ \frac{1}{3} \sin^2 \alpha_0 - \frac{\alpha_0}{2} \cos \alpha_0 + \frac{\sin \alpha_0 \cos^2 \alpha_0}{2} \right]
 \end{aligned}$$

Die resultierende Druckkraft über die Querschnittsfläche ergibt sich aus:

$$\begin{aligned}
 D &= \int_{\alpha_0}^{\pi} 2 \cdot r^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot d\alpha \cdot \sigma_D \cdot \frac{\cos \alpha_0 - \cos \alpha}{1 + \cos \alpha_0} \\
 &= \frac{\sigma_D \cdot 2 \cdot r^2}{1 + \cos \alpha_0} \int_{\alpha_0}^{\pi} (\sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha_0 - \sin^2 \alpha \cos \alpha) d\alpha \\
 &= \frac{\sigma_D \cdot 2 \cdot r^2}{1 + \cos \alpha_0} \left[ \frac{\alpha}{2} \cos \alpha_0 - \frac{\sin 2\alpha}{4} \cos \alpha_0 - \frac{1}{3} \sin^2 \alpha \right]_{\alpha_0}^{\pi}
 \end{aligned}$$

Unter sehr vereinfachten Annahmen läßt sich die Lage der Nulllinie in Abhängigkeit von der Zug- und Drucksteifheit berechnen.

- Annahmen: Kreisrunde Querschnittsform
- Linearer Spannungs-Längenänderungsverlauf für Zug und Druck
- Zugsteifheit  $st_z = \text{konstant}$
- Drucksteifheit  $st_D = \text{konstant}$
- Ebenbleiben der Querschnitte bei Verformung
- Reine Biegebeanspruchung

Aus Abbildung 2 folgt unter der Voraussetzung, daß die Querschnitte eben bleiben:

$$\frac{\epsilon_D}{h_D} = \frac{\epsilon_z}{h_z} \quad \frac{\sigma_D}{h_D st_D} = \frac{\sigma_z}{h_z st_z} \quad \sigma_D = \sigma_z \frac{st_D \cdot h_D}{st_z \cdot h_z}$$

wobei  $\epsilon_D$  die Stauchung,  $\epsilon_z$  die Dehnung,  $\sigma_D$  die Druckspannung,  $\sigma_z$  die Zugspannung,  $st_D$  die Drucksteifheit und  $st_z$  die Zugsteifheit bedeutet.

Aus den geometrischen Verhältnissen ergibt sich:

$$D = \frac{\sigma_0 \cdot 2 \cdot r^2}{1 + \cos \alpha_0} \left[ \frac{\pi}{2} \cos \alpha_0 - \frac{\alpha_0}{2} \cos \alpha_0 + \frac{\sin \alpha_0 \cos^2 \alpha_0}{2} + \frac{1}{3} \sin^2 \alpha_0 \right]$$

Setzt man die resultierende Zugkraft gleich der Druckkraft, so findet man:

$$\sigma_z = \sigma_0 \frac{1 - \cos \alpha_0}{1 + \cos \alpha_0} \left[ \frac{\frac{\pi}{2} \cos \alpha_0 - \frac{\alpha_0}{2} \cos \alpha_0 + \frac{1}{2} \sin \alpha_0 \cos^2 \alpha_0 + \frac{1}{3} \sin^2 \alpha_0}{-\frac{\alpha_0}{2} \cos \alpha_0 + \frac{1}{2} \sin \alpha_0 \cos^2 \alpha_0 + \frac{1}{3} \sin^2 \alpha_0} \right]$$

Setzt man hier die Gleichung 1 ein, so erhält man:

$$\frac{\sigma_z}{\sigma_0} = \frac{\frac{\pi}{2} \cos \alpha_0 - \frac{\alpha_0}{2} \cos \alpha_0 + \frac{1}{2} \sin \alpha_0 \cos^2 \alpha_0 + \frac{1}{3} \sin^2 \alpha_0}{-\frac{\alpha_0}{2} \cos \alpha_0 + \frac{1}{2} \sin \alpha_0 \cos^2 \alpha_0 + \frac{1}{3} \sin^2 \alpha_0}$$

Der Zusammenhang ist in Abbildung 3 dargestellt.

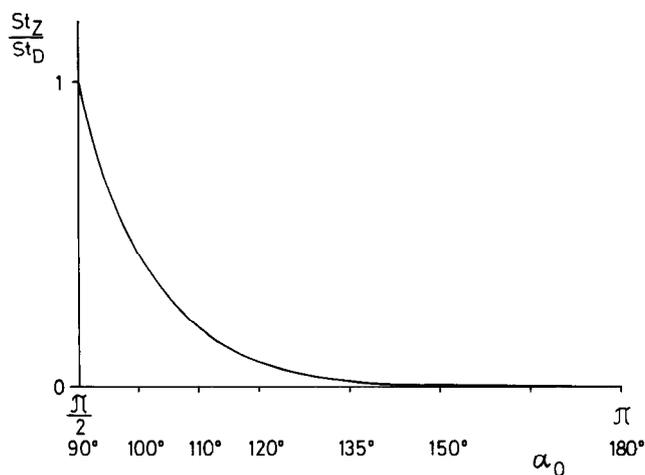


Abb. 3

Mit  $\frac{h_z}{r} = 1 - \cos \alpha_0$

ergibt sich die Kurve in Abbildung 4, aus der man entnehmen kann, wie sich unter vereinfachten Annahmen die Biege-Nulllinie in Abhängigkeit vom Verhältnis der Zug- zur Drucksteifheit von der Mittellinie weg verschiebt.

Über die Relation zwischen Zug- und Drucksteifheit bei Fasern liegen noch sehr wenige Veröffentlichungen vor.

Auf Grund eigener Untersuchungen von Faserbiegungen in polarisiertem Licht kann die Vermutung abgeleitet werden, daß durch stärkere Verstreckung die Drucksteifheit nicht in jenem Maße wie die Zugsteifheit erhöht wird.

Bei den theoretischen Überlegungen ging man von der Voraussetzung aus, daß die Querschnitte bei der Biegung eben bleiben und ihre Kreisform nicht verlieren. Biegeversuche in der Praxis zeigen aber, daß dies nur zum Teil der Fall ist.

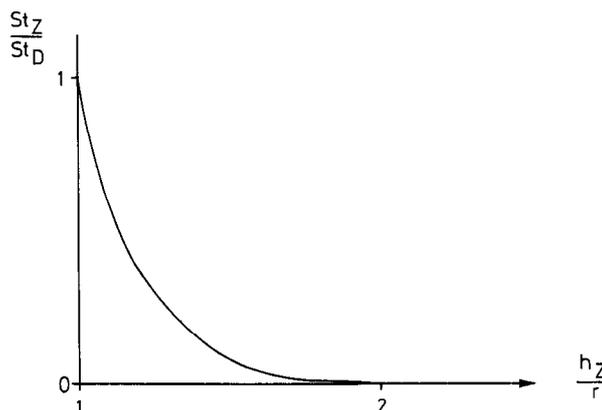


Abb. 4

Wenn Struktur und Dichte der Faser es erlauben, wird sich an der Biegestelle eine Form bilden, deren Widerstandsmoment so gering wie möglich ist. Ein typisches Beispiel hierfür liefert die Baumwollfaser, der es - bedingt durch Aufbau und Struktur - möglich ist, an der Biegestelle eine flache Querschnittsform mit geringem Widerstandsmoment einzunehmen.

Diese senkrecht zur Achse vor sich gehende Formänderung ist bei Betrachtung der Sprödigkeit einer Faser von großer Bedeutung. Wird deren Ausmaß durch die Größe der Formänderung bestimmt, welche durch die äußere Krafteinwirkung hervorgerufen wird, so ist die Veränderung des Querschnitts bei der Biegung unbedingt mit zu berücksichtigen.

Die Druckbeanspruchung bei der Biegung einer Faser kann natürlich auch dazu führen, daß die inneren Querkräfte überwunden werden, wobei es zu einer Knickung der strukturierten Faserteile in der Druckzone kommt. Eine solche Ausknickung ist aber nicht mehr als Formänderung, sondern bereits als Zerstörung der Faser zu werten.

Das Formänderungsvermögen, und damit die Frage nach dem „spröden“ Verhalten einer textilen Faser bei Biegebeanspruchung, kann somit aus der Veränderung der Faser bei axialer Zug- und Druckbeanspruchung aus dem Verhältnis von Zug- und Drucksteifheit und aus dem Formänderungsvermögen der Faser senkrecht zur Faserachse abgeleitet werden.

**Formänderung bei Druckbeanspruchung senkrecht oder schräg zur Faserachse**

Schon im Faservlies, vor allem aber im Spinnfasergarn und in den daraus gefertigten Geweben und Gewirken, ist der radiale Druck der Fasern aufeinander und der dadurch hervorgerufene Reibungswiderstand eine Voraussetzung für Entstehen und Zusammenhalt von Garnen bzw. Flächengebilden. Bei der Verarbeitung und besonders im Gebrauch werden die Fasern starken radialen Druckbeanspruchungen ausgesetzt, auf die sie mit entsprechenden Formänderungen reagieren. Die dadurch auftretenden Belastungen führen jedoch nur in den seltensten Fällen zu einer Zerstörung der

Faser. Man darf daraus aber nicht ableiten, daß das Verhalten einer Faser gegen diese Beanspruchung - speziell der Zusammenhang zwischen der Druckkraft und der von ihr ausgelösten Formänderung - von geringem Interesse sei.

Beim Zusammendrücken von Textilien, insbesondere natürlich bei textilen Bodenbelägen oder bei Papiermaschinenfilzen, kommt es sehr bald zu einem radialen Druck von Faser auf Faser, der gerade deshalb sehr hohe Werte erreicht, weil der äußere Druck nur von einzelnen Stellen übertragen wird. Die druckelastischen Eigenschaften dieser Waren stehen daher in engem Zusammenhang mit dem elastischen Verhalten der Fasern bei radialer Druckbeanspruchung.

In Verbindung mit den Überlegungen über das Ausmaß der Sprödigkeit textiler Faserstoffe wäre die Größe der Formänderung bei einer Druckbeanspruchung senkrecht zur Faserachse von Interesse. Untersuchungen an Einzelfasern in dieser Richtung sind mir nicht bekannt.

Druckuntersuchungen nimmt man meist an mehr oder weniger geordneten Faservliesen oder an ungeordneten Fasern in einem Zylinder<sup>4)</sup> vor. Dabei kommt es zu keiner rein radialen Druckbeanspruchung der Faser, sondern zu einer Kombination von Druck, Scheren und Biegen. Einfache Druckversuche an Einzelfasern mittels der Frontlinse eines Mikroskopes ließen erkennen, daß bei den meisten Fasern eine sehr starke und zum größten Teil reversible Formänderung als Folge der radialen Krafteinwirkung auftritt.

Baumwolle zeigt dabei wegen ihres strukturellen Aufbaues eine besonders starke Verformung. Bei Polyamidfasern und auch bei Regeneratzellulosefasern konnte man beobachten, daß das Formänderungsvermögen bei größerer Verstreckung abnimmt. An stark verstreckten Viskosemodalfasern kann man bei hoher radialer Druckbeanspruchung sogar ein axiales Aufsplintern beobachten.

#### Formänderung bei Scherbeanspruchung

Bei Scherbeanspruchung von Einzelfasern liegen ähnliche Verhältnisse wie bei radialer Druckbeanspruchung vor. Auch in dieser Richtung wurden anscheinend noch keine Versuche an Einzelfasern vorgenommen. Für das Ausmaß der Sprödigkeit ist auch hier die Größe der Formänderung von Bedeutung.

#### Formänderung bei Torsionsbeanspruchung

Die Formveränderung bei Torsionsbeanspruchung wird schon seit langem als Maß für die Sprödigkeit textiler Faserstoffe herangezogen. Als Vergleichsgröße wird der Bruchverdrehungswinkel genommen, wobei dieser die Steigung der sich am äußeren Fasermantel ergebenden Schraubelinie im Augenblick des Bruches bedeutet. P.A. Koch<sup>5)</sup> hat auf Grund zahlreicher Vergleichsuntersuchungen eine Reihung der Faserstoffe nach ihrer Quersprödigkeit mit Hilfe des Bruchverdrehungswinkels vorgenommen. Der Autor spricht bei der Gegenüberstellung von Bruchverdrehungswinkel und Sprödigkeit von einer „Quersprödigkeit“,

Technische Großhandlung  
und Gummihaus

**KONRAD  
ROSENBAUER KG.**

**LINZ/DONAU**

SPITTELWIESE 11

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

anscheinend um anzudeuten, daß diese nur eine Komponente der Gesamtsprödigkeit einer Faser ist

#### Prüfung der Schlingenfestigkeit

Eine andere sehr fest eingebürgerte Art, die Sprödigkeit textiler Faserstoffe zu prüfen, ist die Schlingen- und Knotenfestigkeit. Insbesondere die Schlingenfestigkeit ist heute in jeder Beschreibung von Fasereigenschaften zu finden und wird immer wieder als Maß für die Sprödigkeit der Faser herausgestellt. Bei deren Prüfung werden üblicherweise zwei Fasern aus derselben Probe ausgewählt und miteinander verschlungen, wobei die beiden Enden der einen Faser in das eine Klemmenpaar des Zugprüfgerätes und die Enden der zweiten Faser in die anderen Klemmen eingespannt werden. Mit zunehmender Zugkraft wird nun der Krümmungsradius der Faserschlinge immer kleiner, bis er schließlich einen bestimmten Minimalwert erreicht. Die an der Krümmung der Faser auftretenden Spannungen sind sehr vielfältig und setzen sich vornehmlich aus axialen Zugspannungen, axialen und radialen Druck- sowie Scherspannungen zusammen.

Die höchsten Spannungsspitzen, die letztlich den Bruch der Faser bei einer bestimmten Zugkraft an den Klemmen auslösen, sind zweifellos jene an der äußeren Zone der Schlinge, da sich dort die Zugspannungen, die von der Faserbiegung herrühren, mit den axialen Zugkräften summieren. Ent-

scheidend scheinen hierbei jene Zugspannungen zu sein, welche durch die starke Krümmung der Faser und durch die damit verbundene hohe Formänderung an deren Außenseite entstehen. Die Höhe dieser Deformation ist jedoch von der Form des Faserquerschnittes im Scheitelpunkt der Schlinge abhängig.

Abbildung 5 zeigt das Modell einer Faserschlinge, wobei der abgeflachte Faserquerschnitt das Längenverhältnis  $\frac{a}{b}$  aufweist.

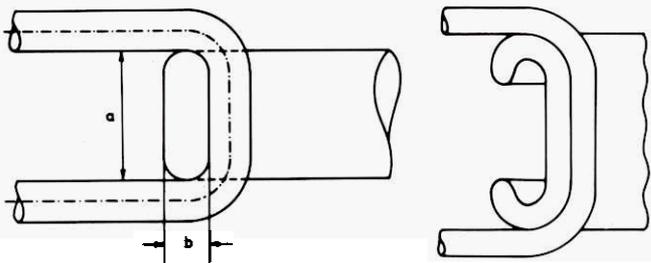


Abb. 5

Abb. 1

Unter der Voraussetzung, daß die Biegeachse mit der Schwerpunktklinie zusammenfällt, ist in Abbildung 6 die Verlängerung an der Außenzone im perzentuellen Ver-

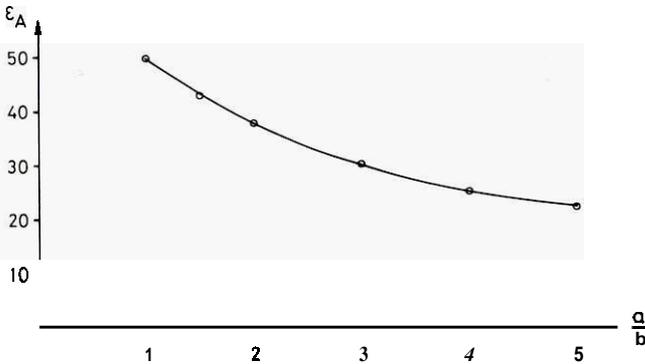


Abb. 6

hältnis zur ursprünglichen Länge in Abhängigkeit vom Längenverhältnis  $\frac{a}{b}$  dargestellt, wobei sich folgender Zusammenhang ergibt:

$$\epsilon_A = \frac{\frac{\pi}{2}}{(\frac{a}{b} - 1) \cdot \pi} \cdot 100 \quad \%$$

Die Dehnung an der Außenzone der Fasern beträgt somit bei kreisrundem Querschnitt in der Schlinge 50 Prozent und nimmt, sobald dieser flacher wird, rasch ab. Verhalten sich Breite und Länge im Querschnitt wie 1 : 4, so macht die Dehnung an der Außenseite nur noch etwa die Hälfte jener bei kreisrundem Querschnitt aus. Wird jedoch das Verhält-

nis Länge zu Breite noch größer, so kommt es zu einem Einrollen des Querschnittes, wie dies das Modell in Abbildung 7 zeigt. Hiedurch entstehen extreme Spannungen an den Faserrändern, die schließlich zum Aufreißen führen.

Die günstigste Faserform für die Schlingenfestigkeit, das heißt jene, bei der die durch die Schlingenbildung auftretenden Spannungen am geringsten sind, liegt in einem flachen Querschnitt, bei dem die Länge zur Breite etwa im Verhältnis 3 : 1 bis 4 : 1 steht. Eine solche flache Querschnittsform kann die Faser entweder von Natur aus besitzen (z.B. eine Acrylfaser mit hantelförmigem Querschnitt), oder es kann sich die günstigste Form während Bildung und Belastung der Schlinge einstellen, wenn die Faser über ein entsprechendes Verformungsvermögen senkrecht zur Faserachse verfügt.

Diese Ausführungen sollen durch einige mikroskopische Bilder von Faserschlingen illustriert werden:

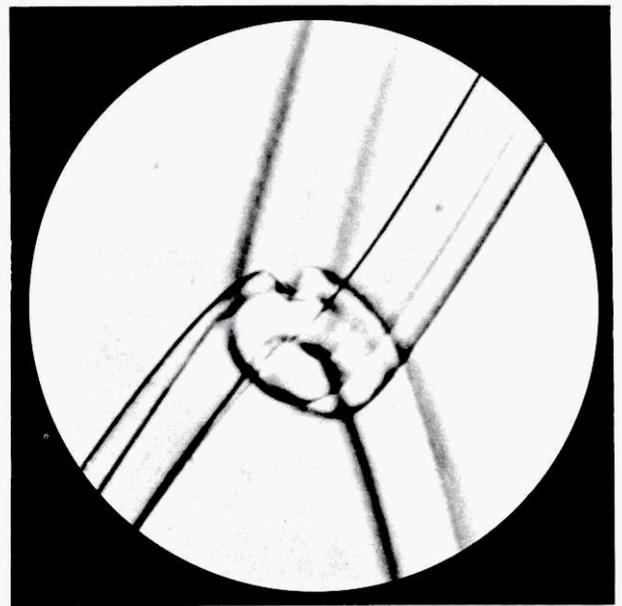


Abb. 8

Abbildung 8 zeigt die Bildung einer solchen Schlinge an einer modifizierten Regeneratzellulosefaser mit geringem Verformungsvermögen. Ihr runder Querschnitt flacht sich bei der Schlingenbildung nicht ab. Dadurch entsteht eine große Formänderung an der Außenseite, die bei dieser Faser, bevor noch die Schlinge ganz gebildet ist, zum Einreißen an der Außenzone führt.

Abbildung 9 zeigt eine Schlinge der gleichen Faser wie in Abbildung 8, jedoch im nassen Zustand. In diesem hat die Faser ein höheres Formänderungsvermögen sowohl in Richtung der Faserachse als auch senkrecht dazu. Dies bewirkt, daß sich in der Faserschlinge die günstigste Querschnittsform einstellt. Das Längen- zu Breitenverhältnis beträgt etwa 4 : 1, die Spannungen an der Außenzone der Faser

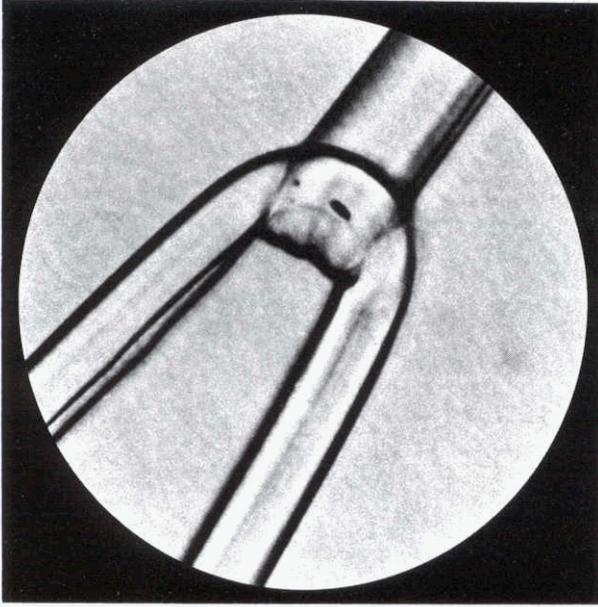


Abb. 9

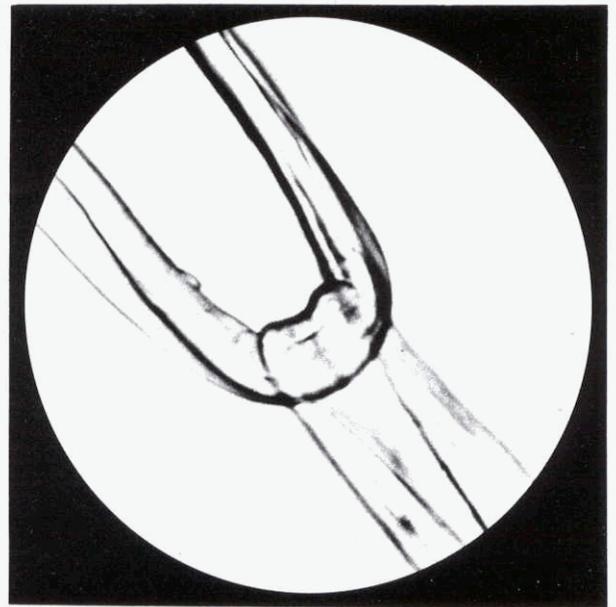


Abb. 10

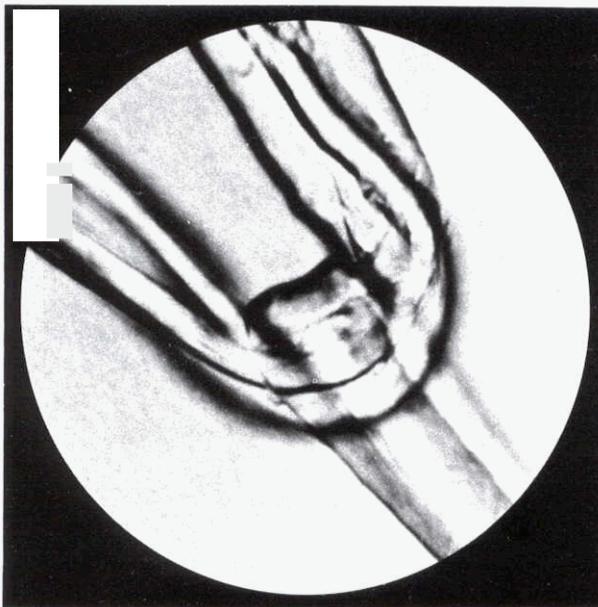


Abb. 11

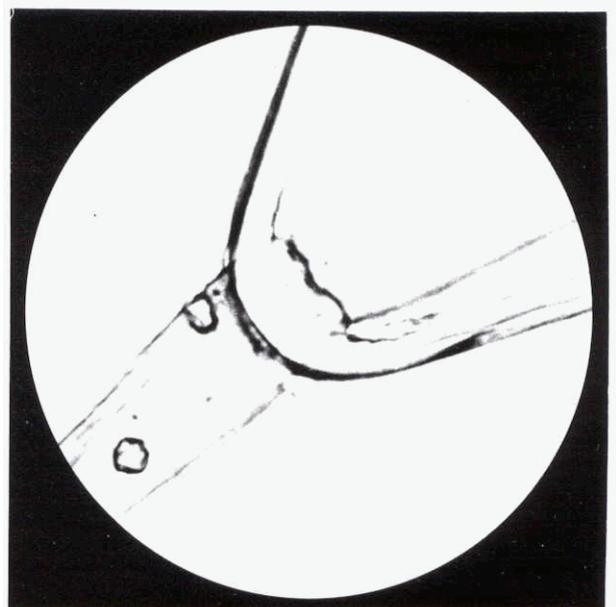


Abb. 12

sind aber wesentlich geringer. ihre Schlingenfestigkeit im nassen Zustand ist dadurch etwa doppelt so hoch wie im trockenen.

Die Abbildungen 10, 11 und 12 zeigen die Schlingenbildung an Baumwollfasern. Diese verdanken ihre hohe Schlingenfestigkeit der Tatsache, daß sie infolge ihres morphologischen Aufbaues eine hohe Querverformbarkeit aufweisen und sich dadurch wie die Bilder zeigen in der Schlinge die günstigste Querschnittsform einstellen kann. Je stärker die Sekundärwand der Baumwollfaser ausgebildet ist, das heißt,

je höher ihr Reifegrad ist, umso geringer ist ihre Querverformbarkeit und damit auch die Schlingenfestigkeit.

Versuche an verschiedenen Baumwollen haben diese Überlegungen bestätigt.

Baumwolle	Völligkeitsgrad	Schlingenreißkraftverhältnis
1	0,8 bis 1,0	44,6 %
2	0,5 bis 0,8	66,8 %

Abbildung 13 zeigt die Schlingenbildung an Acrylfasern mit hantelförmigen Querschnitt. Bei dieser von vornherein günstigen Form sind die durch die Schlingenbildung an der Außenzone der Faser hervorgerufenen Zugspannungen entsprechend geringer.

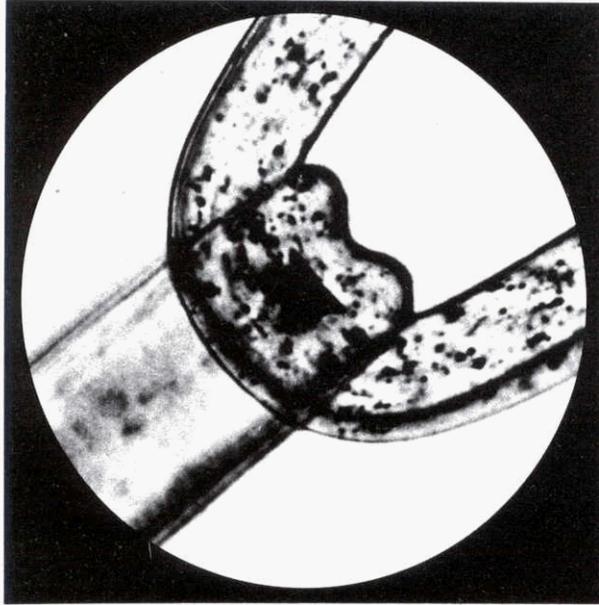


Abb. 13

Abbildung 14 stellt die Schlingenbildung bei einer Viskosebändchenfaser dar, bei der der Querschnitt ein Längen- zu Breitenverhältnis von etwa 15 : 1 aufweist. Die Seiten der Bändchen beginnen sich einzurollen, sind dadurch zusätzlichen Spannungen ausgesetzt und reißen schließlich ein.

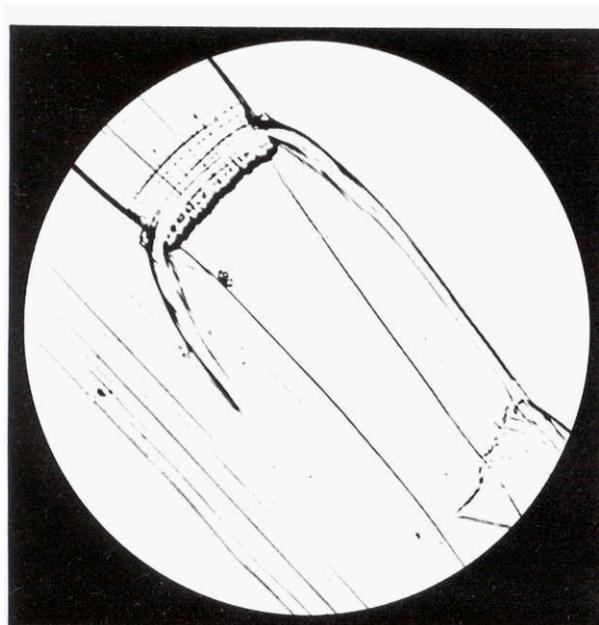


Abb. 14

Abbildung 15 zeigt die Faserschlinge von Polyesterfasern. Infolge ihrer hohen Querverformbarkeit wird der Querschnitt in der Schlinge mit einem Achsenverhältnis von etwa 3 : 1 fast ellipsenförmig, wodurch die Zugspannungen an der Außenseite relativ gering bleiben.

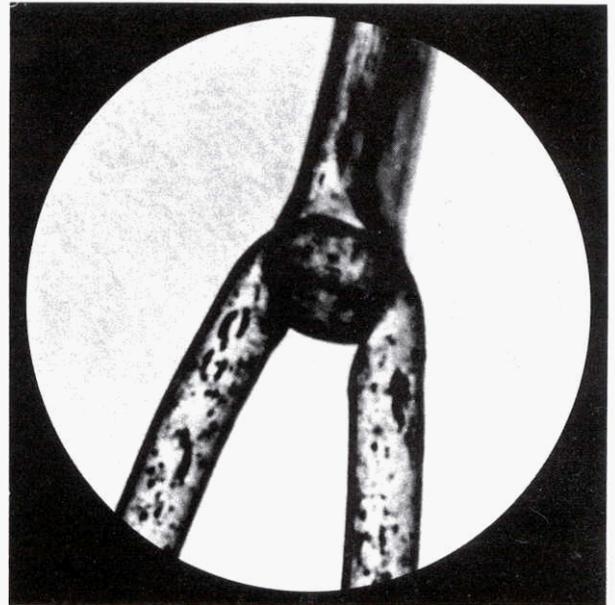


Abb. 15

Aus diesen Überlegungen geht hervor, daß das Schlingenreißkraftverhältnis einer Faser umso größer ist, je größer ihr Formänderungsvermögen in Achse und Querschnitt ist.

Bei Baumwolle ist das Deformationsvermögen infolge deren morphologischem Aufbau besonders groß. Fasern, die einen flachen Querschnitt besitzen (Achsenverhältnis etwa 1 : 3 bis 1 : 4), werden unter sonst gleichen Parametern ein höheres Schlingenreißkraftverhältnis aufweisen als Fasern mit kreisrundem Querschnitt.

In einem gewissen eingegrenzten Bereich liegt ein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Sprödigkeit und dem Schlingenreißkraftverhältnis vor. Allgemeingültig ist dieser Zusammenhang jedoch nicht. Die Querverformbarkeit (insbesondere jene der Baumwolle) wird durch die Schlingenfestigkeit überbewertet. Das Schlingenreißkraftverhältnis stellt daher keinen Wert dar, von dem man auf das Ausmaß der Sprödigkeit schließen kann.

Etwas vereinfacht läßt sich das Ausmaß der Sprödigkeit einer textilen Faser aus folgenden Größen ableiten:

Formänderungsvermögen bei axialer Zugbeanspruchung  
(Bruchdehnung)

Formänderungsvermögen bei axialer Druckbeanspruchung  
(Bruchstauchung)

Formänderungsvermögen bei Torsionsbeanspruchung  
(Bruchverdrehungswinkel)

Formänderungsvermögen bei radialer Druckbeanspruchung

Während die Bestimmungen der Bruchdehnung und des Bruchverdrehungswinkels Prüfungen an Einzelfasern darstellen, die bereits allgemein bekannt sind, gibt es für die besonders wichtige Messung der Formänderung bei radialer Druckbeanspruchung noch keine speziellen Testmethoden. Sicherlich werden eines Tages aber auch hierfür Möglichkeiten gefunden werden, um diese sehr wichtigen Eigenschaften textiler Fasern bestimmen zu können.

In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, eine gewisse Klärung des Begriffes „Sprödigkeit“ textiler Faserstoffe zu erreichen, und es wurde aufgezeigt, daß es dabei als richtig erscheint, anstelle von Alternativen das „Ausmaß der Sprödigkeit“ zu setzen.

Deutlich soll nochmals gesagt werden, daß man zu falschen Schlüssen gelangen kann, wenn man das Ausmaß der Sprödigkeit vom Formänderungsvermögen bei nur einer Beanspruchungsart ableitet.

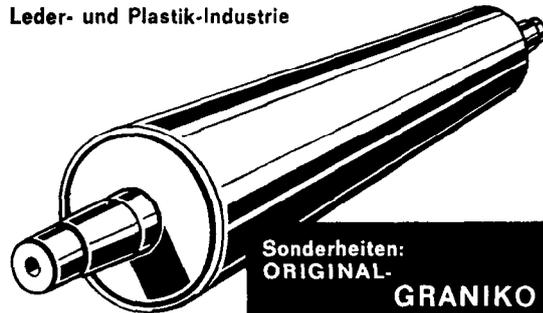
Von der Schlingenfestigkeitsprüfung auf das Ausmaß der Sprödigkeit zu schließen, ist zumindest nicht allgemeingültig und kann zu Fehlschlüssen führen.

Literatur:

- 1) W. Becker  
Vorstellungen und Problematik des spröden Bruchverhaltens Faserforschung und Textiltechnik 17(1), 13 - 18 (1966)
- 2) E. Elöd, H.M. Hölz und W. Graeser  
Einfluß der Mikrostruktur auf die Knittereigenschaften von Zellulosehydratfasern  
Reyon, Zellwolle und andere Chemiefasern 1955, 7 - 11
- 3) W. Bobeth, H. Luczak, H. Päßler und H. Tausch-Marton  
Untersuchung des axialen Druckverhaltens von Faserstoffen  
Faserforschung und Textiltechnik 18(12), 547 - 553 (1967)
- 4) H.J. Kolb, H.E. Stanley, W.F. Busse und F.W. Billmeyer  
Application of High Compression Stresses to Textile Fibers  
Textile Research Journal 23, 84 - 90 (1953)
- 5) P.A. Koch  
Der Bruchverdrehungswinkel als Faserstoffkriterium  
Textil-Rundschau 4, 199 - 211 (1949)

## HOCHLEISTUNGS- GUMMIWALZENBEZÜGE

bis zu den größten Abmessungen  
für die Papier-, Zellstoff-, Textil-,  
Leder- und Plastik-Industrie



Sonderheiten:  
ORIGINAL-

**GRANIKO  
STONITE  
PEELER  
MICROROK  
BLACK DIAMOND**

## GUMMIWERKE BECKER AG

Spezialfabrik für Gummiwalzen

**D 7920 Heidenheim (Brenz) BRD**

Postfach 29 · Telefon (073 21) 2 10 26/2 10 27 · Telex 07-14846

Repräsentant für Österreich:

**Anton Hagn**

A 1120 Wien, Schönbrunner Straße 238/IV/6 · Telefon 8 31 94 33

**ASPHALT-, TEER-,  
PARAFFINPAPIERE**



**ORGANTIN- UND  
FADENPAPIERE**

**WACHSPAPIERE**

**HAIDEN – FABRIK FÜR PACKSTOFFE UND PAPIERWAREN GES. M. B. H.**

**1171 WIEN, POSTFACH 70**

## Herstellung und Eigenschaften von Bikomponentenfäden

Dr. Gerhard Hofinger  
Chemiefaser Lenzing AG., Lenzing

Bikomponentenfäden werden durch gleichzeitiges Auspressen zweier verschiedener Polymerlösungen oder -schmelzen durch ein Düsenloch hergestellt. Die beiden Komponenten schrumpfen bei der Nachbehandlung in unterschiedlichem Ausmaß und bewirken dadurch eine Einkräuselung des Fadens.

Bikomponentenfäden können sowohl nach dem Schmelzspinnverfahren als auch durch Trocken- oder Naßspinnen erzeugt werden. Bei der Auswahl der Komponenten muß auf gute Haftung aneinander und auf Beständigkeit der Kräuselung geachtet werden.

Die Eigenschaften der Bikomponentengarne werden in einer Tabelle mit jenen mechanisch texturierter Garne verglichen. Schließlich wird noch auf die speziellen Verarbeitungsmöglichkeiten der Bikomponentengarne hingewiesen.

Two-component filaments are produced by the simultaneous extrusion through one jet hole of two different polymer solutions or polymer melts. Fiber crimp is produced by varying degrees of shrinkage of the two components during subsequent treatment.

Two-component filaments can be produced by the melt-spinning process as well as by dry or wet spinning. Satisfactory fiber-to-fiber adhesion and stability of crimp are requirements to be considered in selecting the components.

The paper includes a table comparing the properties of two-component yarns with those of yarns texturized by mechanical means. Finally, the special applications in which two-component yarns can be used are pointed out.

### 1. Einleitung

Nach Aufnahme der Großproduktion von Fasern aus synthetischen Polymeren war man laufend bestrebt, die Herstellungsverfahren und die Eigenschaften dieser Fasern zu verbessern. Beispielsweise konnten Licht- und Thermostabilität durch Zusatz von Stabilisatoren erhöht werden. Durch Verspinnung von Kopolymeren wurden Fasern mit höherer Anfärbbarkeit, geringerer elektrostatischer Aufladung und schwächerer Pillingneigung erhalten. Durch Variation der Spinn- und Nachbehandlungsbedingungen konnten je nach dem vorgesehenen Einsatzgebiet die Fasereigenschaften beeinflußt werden.

An Hand zahlreicher Patentschriften der letzten Jahre kann man nun eine interessante Neuentwicklung auf dem Gebiet der Synthefasern beobachten. Danach werden die Fasern oder Fäden aus zwei verschiedenartigen Polymeren hergestellt, die sich während der Fadenbildung nicht miteinander vermischen sollen und einen Faden inhomogener Zusammensetzung ergeben.

Diese Bikomponenten- oder Verbundfäden sollen bessere Gebrauchs- und Veredlungseigenschaften aufweisen und besitzen eine latente Kräuselung.

Zwei Typen von Bikomponentenfasern bzw. -fäden werden von der Firma DuPont bereits in den Handel gebracht:

- a) Orlon 21<sup>®</sup>, Orlon 23<sup>®</sup> und Orlon 27<sup>®</sup>: Polyacrylnitril-Stapelfasern, die in Konkurrenz mit Wolle vor allem im Strickwarenssektor verwendet werden;
- b) Cantreco<sup>®</sup>: Bikomponentenfäden aus Polyamiden, die als Mono- oder Multifilamente vor allem in der Damenstrumpfindustrie eingesetzt werden.

Es erscheint uns von Interesse, in einem zusammenfassenden Artikel über das zugrundeliegende Prinzip sowie über die wichtigsten Verfahren zur Herstellung solcher Bikomponentenfäden und deren textiltechnologische Behandlung zu berichten.

### 2. Ursachen der Kräuselung

Besteht ein Faden über seine ganze Länge aus zwei verschiedenen Komponenten, die Seite an Seite oder in einer Kern-Mantel-Form unlösbar miteinander verbunden sind, so muß sich dieser Faden, sobald auf ihn keine äußere Spannung einwirkt, spontan kräuseln, wenn die beiden Komponenten bei einer beliebigen textiltechnologischen Behandlung eine unterschiedliche Längenänderung erfahren. Als Ursachen dafür kommen in Betracht:

- a) Ungleiche Längenänderung nach unterschiedlicher Feuchtigkeitsaufnahme der beiden Komponenten.
- b) Ungleicher Schrumpf beim Abwickeln des verstreckten Fadens von der Streckspule infolge unterschiedlichen Relaxationsverhaltens der beiden Komponenten im gespannten Zustand.
- c) Ungleicher Schrumpf beim Heißfixieren, zum Beispiel infolge unterschiedlicher Kristallinität bzw. Orientierung der beiden Komponenten.

Das erste Photo der Abbildung 1 zeigt eine Querschnittsaufnahme von unverstreckten Bikomponentenfasern (Vergrößerung 250:1) und das zweite einen Ausschnitt aus derselben Aufnahme (Vergrößerung 500:1). Auf dem dritten Bild sind dieselben Fasern nach einer Verstreckung im Verhältnis 1:5 zu sehen. In allen drei Fällen war eine Komponente rußgefärbt. Die vierte Aufnahme zeigt schließlich die Querschnitte unverstreckter Bikomponentenfasern, bei denen eine Komponente mattiert war.

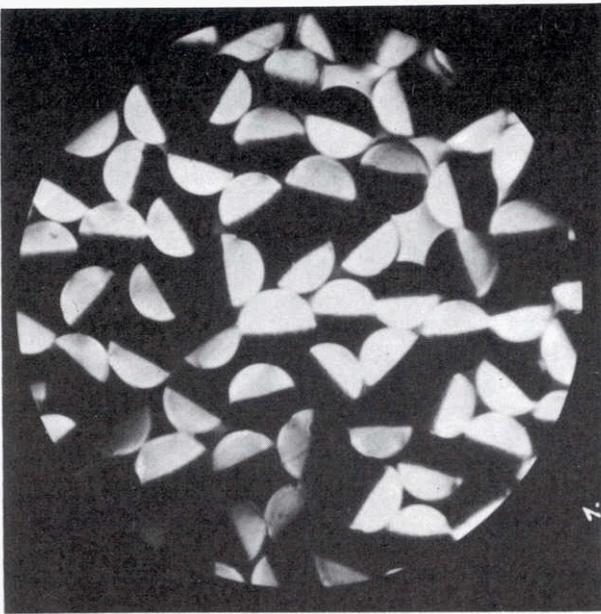


Bild 1: unverstreckt (Vergrößerung 250:1)

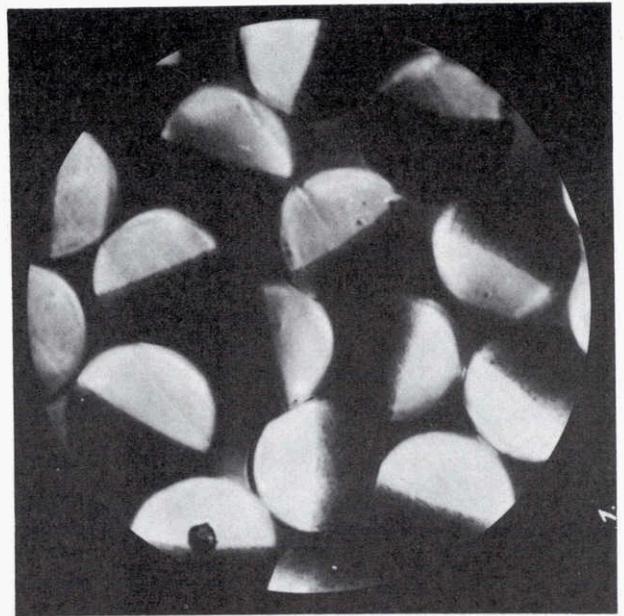


Bild 2: unverstreckt (Vergrößerung 500:1)

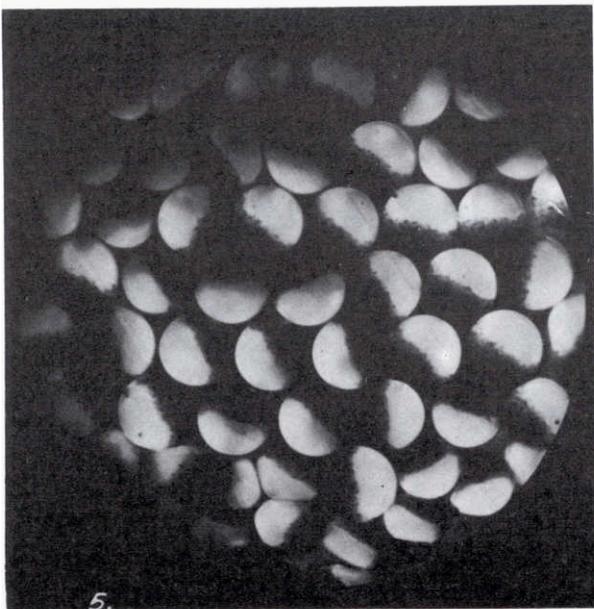


Bild 3: verstreckt (Vergrößerung 250:1)

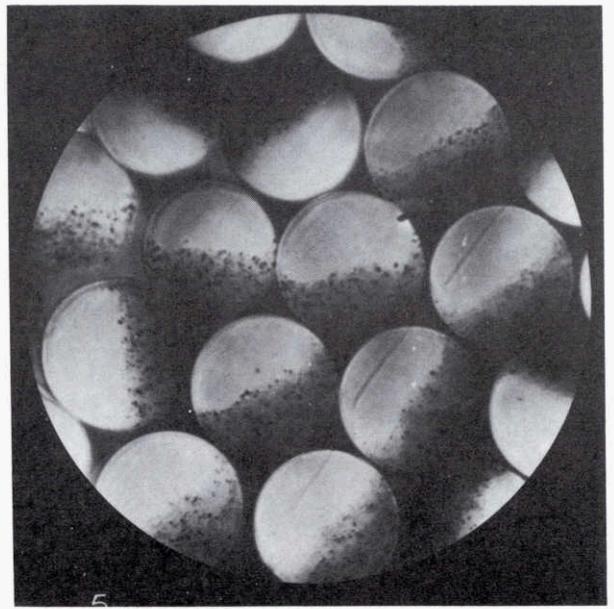


Bild 4: unverstreckt (Vergrößerung 500:1)

Abb. 1 : Faserquerschnitte von Bikomponentenfäden

### 3. Herstellungsprinzip

Die Herstellung von Bikomponentenfäden ist sowohl nach dem Schmelzspinn- als auch nach dem Trocken- oder Nassspinnverfahren möglich. Das Prinzip ist bei allen drei Methoden gleich: Zwei Polymere werden "parat geschmolzen

bzw. gelöst. Durch getrennte Zuführungsleitungen werden die beiden Schmelzen bzw. Lösungen zu einer Spinnplattenplatte transportiert, wo sie unmittelbar vor den Düsenlöchern aufeinandertreffen und nebeneinander durch diese Öffnungen ausgepreßt werden.

Abbildung 2 zeigt den Längsschnitt einer solchen Schmelzspinnvorrichtung<sup>1)</sup>. Diese besteht aus einer Spinddüsenplatte (1) und einer Verteilerplatte (2). Letztere hat eine zentrische (3) und eine ringförmige Ausnehmung (4). Die geschmolzenen Polymeren werden in diese beiden Öffnungen gepreßt und in die ringförmigen Kanäle (5 und 6) der Platte 2 weitergeführt. Die Schmelzen werden durch die Leitungen (7 und 8) zu den kreisförmig angeordneten Düsenlöchern gedrückt.

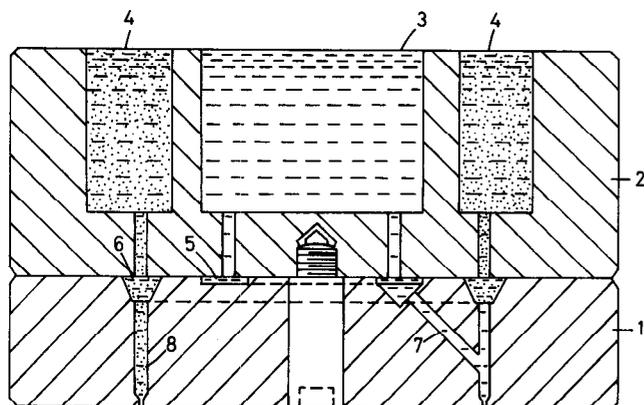


Abb. 2

Die so erhaltenen Bikomponentenfäden können auf die übliche Weise abgezogen und aufgespult werden. Nach anschließendem Verstrecken werden die Fäden einer Wärmebehandlung durch Heißluft oder Satttdampf unterworfen. Diese Fixierung, die man entweder kontinuierlich am laufenden Faden oder diskontinuierlich am Strang durchführen kann, bewirkt je nach der dabei angewandten Spannung eine Erhöhung oder eine Erniedrigung der Einkräuselung - in jedem Fall aber eine Abnahme des Kochschrumpfs.

#### 4. Auswahl der Komponenten

Nach den vorliegenden Patentvorschlägen unterscheiden sich die Komponenten entweder in ihrem chemischen Aufbau oder in ihren physikalischen Eigenschaften.

Es kann die eine Komponente ein Homopolymer sein und die andere ein Kopolymer mit wenigstens 70 Prozent der Struktureinheiten des ersteren<sup>1)</sup>. Nach diesem Prinzip kombiniert man ein Polyamid mit einem Kopolyamid, einen Polyester mit einem Kopolyester oder Kopolymere verschiedener mengenmäßiger Zusammensetzung miteinander. Ebenso wurde die Kombination zweier Homopolymerer, wie beispielsweise eines Polyesters mit einem Polyamid oder eines Polyesters mit einem Polypropylen, vorgeschlagen<sup>2)</sup>.

Bikomponentenfäden aus Polyacrylnitril erhält man auch, wenn die eine Komponente mehr ionisierbare Gruppen aufweist als die andere, sodaß ein beträchtlicher Unterschied in den hydrophilen Eigenschaften der Polymeren entsteht<sup>3)</sup>.

Auch Komponenten gleicher chemischer Zusammensetzung, jedoch ungleicher Viskosität sollen in ihrem Schrumpfverhalten ziemliche Unterschiede aufweisen. Als Beispiele hierfür wurden bereits Polyamide<sup>4)</sup>, Polyolefine<sup>5)</sup> und Polyester<sup>6)</sup> beschrieben.

Schließlich kann man auch aus ein und derselben homogenen Polymerschmelze Bikomponenten-Kräuselfäden gewinnen, indem man aus dieser Schmelze getrennte Ströme mit einer Fließgeschwindigkeit im Bereich von 1:1,5 bis 1:4 bildet<sup>7)</sup>. Durch Differenzen in der Ausspritzgeschwindigkeit innerhalb ein und desselben Düsenloches erreicht man auch eine unterschiedliche Vororientierung während des Abzugs und damit eine ungleichmäßige Schrumpfung der beiden Komponenten.

#### 5. Voraussetzungen für eine gute Haftung der Komponenten aneinander

Sind die beiden Komponenten eines Verbundfadens ihrer Natur nach verschieden (z.B. Nylon 66 und Polyäthylenterephthalat), so besteht - falls der Faden nicht eine Kern-Mantel-Struktur aufweist, sondern die Komponenten Seite an Seite gesponnen wurden - die Neigung, daß sich diese beim Verstrecken wieder trennen. Betrachtet man den Querschnitt eines solchen Fadens, so kann man die beiden Komponenten, wenn sie ungleich stark mattiert sind, gut voneinander unterscheiden. Auch die Trennlinie ist genau festzustellen und als feiner Strich zu erkennen. Während bei Fäden aus chemisch oder strukturell ähnlichen Komponenten eine Trennung in ihre Bestandteile niemals zu beobachten ist, zeigt sich bei Bikomponentenfäden aus Polyäthylenterephthalat und Nylon 66 ein anderes Bild: Bei einer Reihe von Fasern ist die Trennlinie zwischen den beiden Komponenten zu einem Spalt erweitert, dessen Tiefe beim Einstellen des Mikroskops auf verschiedene Ebenen zu beobachten ist. Einzelne Fäden sind sogar gänzlich gespalten und ihre Hälften liegen durch andere Fäden voneinander räumlich getrennt.

Verstreckt man jedoch bei relativ hohen Temperaturen, und zwar bei mindestens 60°C unter dem Schmelzpunkt der niedriger schmelzenden Komponente, so kann das Aufspalten des Polyester/Polyamid-Bikomponentenfadens in seine zwei Bestandteile vermieden werden<sup>8)</sup>.

Als weitere Möglichkeit, das Auseinanderplatzen der Komponenten zu verhindern, kann die Berührungszeit der Schmelzströme oberhalb der Düsenöffnung verlängert werden. Auf diese Weise diffundieren die beiden Schmelzen besser ineinander, sodaß sich die beiden Berührungsflächen in ihrer Zusammensetzung einander angleichen.

Die Haftung wird ferner auch dadurch verstärkt, daß die Verbindungslinie zwischen den beiden Bestandteilen im Fadenquerschnitt nicht mehr eine Gerade ist, sondern die Komponenten - eine in die andere oder gegenseitig - in Form von scharf begrenzten Einbauchungen ineinander eindringen<sup>9)</sup>.

**6. Voraussetzungen für eine gute Kräuselbeständigkeit**

Man erhält eine gute Kräuselbeständigkeit, wenn die Komponente, die den höheren Schrumpf aufweist, auch die bessere elastische Erholung besitzt<sup>2)</sup>.

Durch eine relativ geringe Spannung entzieht man dem Faden die Kräuselung, so daß er sich glättet. Bei höheren Spannungen wird der Faden gedehnt, wobei die kürzere Komponente - also jene mit dem größeren Schrumpf, welche die Innenseite der schraubenförmigen Kräuselung bildet - stärker belastet wird. Besitzt nun die „lasttragende“ Komponente eine geringere elastische Erholung, so kann man die Kräuselung - durch Belastung der Fäden verhältnismäßig leicht entfernen. Zeigt das Polymere mit den höheren Schrumpfeigenschaften nicht von Anfang an auch die bessere elastische Erholung, so kann man das durch Nachbehandlung der verstreckten Fäden erreichen. Diese soll eine Kristallisation und Längenstabilisierung der Komponente mit der höheren Schrumpffähigkeit bewirken, wobei die andere Komponente aber nicht verändert werden darf. Die Kristallisation kann durch eine Wärmebehandlung oberhalb der minimalen Kristallisationstemperatur der zu fixierenden Komponente erreicht werden.

**7. Charakterisierung der Kräuselung**

**a) Einkräuselung**

Die Einkräuselung E wird wie folgt definiert:

$$E = \frac{L_S - L_K}{L_K} \cdot 100$$

L<sub>S</sub> = Länge der Faser im gestreckten Zustand unter jener Spannung, die gerade die Kräuselung aufhebt, ohne die Substanz wesentlich zu belasten.

L<sub>K</sub> = Länge der Faser im gekräuselten Zustand unter einer definierten minimalen Spannung.

**b) Kräuselbeständigkeit gegen mechanische Beanspruchung**

Die mechanische Kräuselbeständigkeit kann bei statischer und dynamischer Beanspruchung bestimmt werden. Als Kennzahl für die Beständigkeit kann man jene Einkräuselung heranziehen, die vor und nach der Belastung gemessen wird. Als statische Beanspruchung kommt die einmalige Belastung der Faser mit 0.6, 0.8, 1.0 und 1.2 p/den (wobei bereits die „Substanz“ in Mitleidenschaft gezogen wird) in Betracht. Für Messungen der Kräuselbeständigkeit bei dynamischer Beanspruchung sollten mehrmalige Be- und Entlastungszyklen durchgeführt werden.

**a. Eigenschaften, Verarbeitung, Einsatzgebiete**

Die Kräuselung der Bikomponentenfäden ist dreidimensional und schraubenförmig. Das erste Photo in Abbildung 3 zeigt die typische Kräuselung eines Bikomponentenfadens. Auf den nächsten beiden Aufnahmen sind zum Vergleich zwei mechanisch texturierte Kräuselfäden (Crimplene und

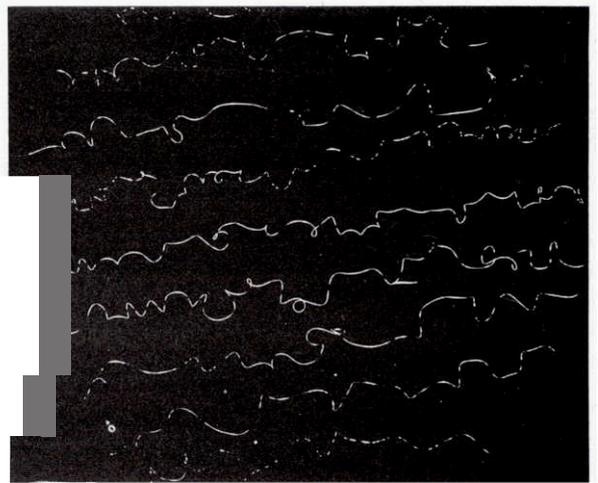


Bild 1 : Bikomponentenfaden

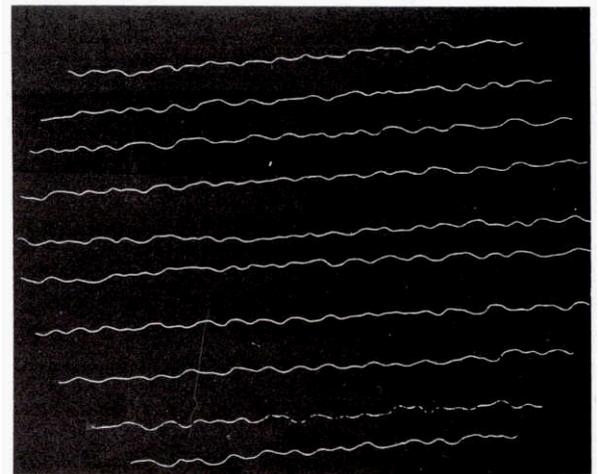


Bild 2: Crimplene

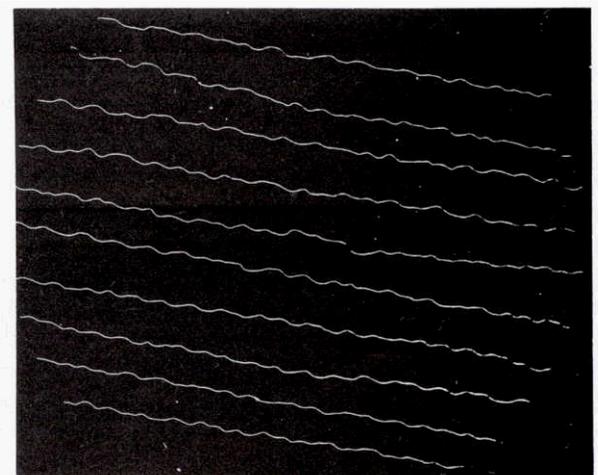


Bild 3: Schapira

Abb. 3: Kräuselungsbilder von texturierten Fäden

Tabelle 1: Vergleich mechanisch texturierter Garne mit Bikomponenten-Kräuselgarnen

Texturierte Garne	Einkräuselung ohne Fixierung (in %)				Kräuselbeständigkeit bei Zwischenbelastung p/den			
					0,6 p/den	0,8	1,0	1,2
<i>Schapira</i>	5,5				103	102	40	10
<i>Crimplene</i>	7,3				98	82	42	31
<i>Diolen loft</i>	3,2				127	133	151	177
<i>Courtolon</i>	14,9				109	114	124	131
<i>Depalene</i>	4,3				113	112	125	157
<i>Depalon</i>	10,0				116	119	121	124
<i>Helanca He 100</i>	10,4				114	118	127	126
<i>Helanca SPZ 300</i>	10,8				109	115	118	123

Bikomponentengarn	Einkräuselung nach Fixierung (in %)				Kräuselbeständigkeit nach Vorfixierung bei			
	bei 3,3 mp/den	bei 1,7 mp/den	bei 0,33 mp/den	spannungsfrei	1,7 mp/den 0,6 p/den	Zwischenbelastung 0,8	1,0	1,2
<i>Bikomponentengarn I</i>	9,7	9,8	25	31				94
<i>Bikomponentengarn II</i>	8	7	27	40	104	133	132	141
<i>Bikomponentengarn III</i>	3	5	9	12	111	112	123	148

*Schapira*) abgebildet. Die Kräuselung der Bikomponentenfäden verschwindet, wenn man eine höhere Spannung anwendet, sie tritt aber spontan wieder auf, sobald der Zug nachläßt bzw. ganz aufhört. Selbst wenn man den Faden unmittelbar nach der Verstreckung unter höherer Spannung aufspult und lange lagern läßt, wird dadurch die Kräuselung in keiner Weise beeinträchtigt. Wird die Spannung aufgehoben, so springen die Filamente um den gleichen Betrag ein wie unmittelbar nach dem Verstrecken.

In Tabelle 1 sind die wichtigsten Kräuseleigenschaften von Bikomponenten- und von mechanisch texturierten Garnen übersichtlich zusammengestellt. Ihr ist zu entnehmen, daß die Einkräuselungswerte von Bikomponentengarnen in einem weiten Bereich variiert und wesentlich höhere Werte als bei den mechanisch texturierten Garnen erhalten werden können. Die Kräuselbeständigkeit der Bikomponentengarne ist durchaus mit jener von texturierten Garnen vergleichbar, die nach dem Falschdraht- oder Stauchkräuselfverfahren hergestellt wurden, ja zum Teil sogar noch besser.

Bikomponentengarne zeichnen sich durch hohe Elastizität und Fülligkeit aus. Sie dienen zur Erzeugung von Strick-, Wirk- und Webwaren. Durch Verarbeitung unter Spannung können zunächst glatte Textilien gefertigt werden, die jedoch in entspanntem Zustand einspringen. Man kann aber

auch ein glattes Garn erzeugen, um die Kräuselung dann später durch Wärmebehandlung des fertigen Produktes zu entwickeln. Dadurch können die Art der Oberfläche sowie der Griff günstig beeinflusst und hohe Fülligkeit, Wärmehaltigkeit und Deckfähigkeit erzielt werden.

Bikomponentengarne können für Socken, Strümpfe, Strumpfhosen, Skihosen, Florgewebe, Pullover und Strickjacken, Damenoberbekleidung, Badeanzüge, Wäsche, Teppiche und Möbelstoffe verwendet werden.

#### Literatur:

- 1) DuPont; B.P. 964.407, 22. 6.1964
- 2) Alvin L. Breen, DuPont; A.P. 2,931.091, 5. 4.1960
- 3) DuPont; Ö.P. 227.367, 15.10.1962
- 4) Société de la Viscose Suisse; Belg.P. 671.992, 8. 6.1966
- 5) Société de la Viscose Suisse; Belg.P. 671.993, 1. 3.1966
- 6) Société de la Viscose Suisse; Belg.P. 672.236, 1. 3.1966
- 7) Egidius Welfers, Farbwerke Hoechst; DAS 1,238.610, 13.4.1967
- 8) Walter G. Settele, Société de la Viscose Suisse; Ö.P. 228.919, 15.12.1962
- 9) Kanegafuchi Spinning Co.; B.P. 1,048.370, 16.11.1966

## Entwicklungstendenzen des Zellglases und synthetischer Folien\*

W. George Bowen, President,  
Niagara College of Applied Arts and Technology,  
Welland, Ontario, Canada

Die gegenwärtigen Entwicklungen auf dem Gebiete transparenter Verpackungsfolien in Nordamerika werden untersucht und die sich abzeichnende zukünftige Entwicklung, hauptsächlich auf dem Gebiete der zur Zeit dominierenden Folien, wie Zellglas, Polyäthylen-, Polypropylen- sowie PVC-Filme wird dargelegt.

Recent developments on transparent packaging films in North America are examined and the portents of future development are outlined with emphasis on the dominant films cellophane, polyethylene, polypropylene and including polyvinyl chloride.

Die Herstellung von Verpackungen ist in Nordamerika zur Grundlage einer riesigen Industrie geworden, deren Fortschritt durch immer neue Situationen vorangetrieben wird. Der ständige Zustrom an Verbesserungen und neuen Entwicklungen bietet den Herstellern und Verteilern von Konsumgütern laufend neue Möglichkeiten, im Wettbewerb - auch unter verschärften Bedingungen - mithalten zu können.

Die Summe, die in Nordamerika für Verpackung ausgegeben wird (über 26 Milliarden Dollar!) wächst schneller als das Bruttonationalprodukt. Man schätzt, daß jährlich hierfür etwa 8 % mehr als im Vorjahr ausgegeben werden. Mehr und mehr Industrien werden sich ihrer Ausgaben für Verpackung klar bewußt. Speziell in der Konsumgüterindustrie geht die Entwicklung dahin, die Verpackungsmaßnahmen aufzuwerten und Mitarbeiter für eine Anhebung des Niveaus verantwortlich zu machen. Wenn diese Tendenz anhält, wird man größeren Nachdruck auf eine Drosselung der Verschwendung bei gleichzeitig besserer Gestaltung der Verpackung legen.

Dieser Industriezweig wird also weiterhin ein bedeutendes Gebiet kommerzieller Tätigkeit bleiben und mehr denn je den Erzeugern und Händlern Gelegenheit bieten, ihre Kosten zu senken. Die Lieferanten des Verpackungsmaterials müssen darauf gefaßt sein.

\*) Übersetzung eines Vortrags, der beim 2. Internationalen Symposium über viskosetechnische Fragen (Stockholm, 2. bis 4. Oktober 1967) gehalten wurde.

Die Verkaufsautomaten werden in steigendem Maße ein Faktor, mit dem bei der Verpackungsgestaltung gerechnet werden muß. Die Käufe aus Automaten haben in Nordamerika eine Summe von 5 Milliarden Dollar erreicht. Die Amerikaner und Kanadier, ebenso wie die Europäer, erfreuen sich eines noch nie dagewesenen Wohlstandes. Sie scheinen diese Periode so zu genießen, daß sie einander in atemberaubenden Zahlen übertreffen wollen. Dies ist für das Wachstum der Konsumgüter- und daher auch der Verpackungsindustrie von großer Bedeutung. Die Verpackung mit flexiblen Folien ist möglicherweise der dynamischste Zweig dieser Industrie. Die Zuwachsrate auf Tonnagebasis betrug pro Jahr über 10 %. 1965 wurden mehr als 1 Milliarde pounds (ca. 454 000 t) Verpackungsfolien verwendet, deren Verkaufswert 800 Millionen Dollar betrug. Es ist von besonderer Bedeutung, daß die Nahrungsmittelindustrie den größten Dollarzuwachs unter allen Branchen erwartet. Weiters sollen 30 % bis 40 % der künftigen Ausweitung von neuen Produkten getragen werden. Sicherlich ist die Verpackungsindustrie über diese Aussichten sehr erfreut.

Der größte Beitrag zu diesem kontinuierlichen Wachstum stammt sicherlich von der Tendenz, Konsumgüter - von Eisenwaren bis zur Bekleidung, ganz besonders jedoch Lebensmittel - fertig zu verpacken; über 75 % aller Verpackungsfolien wurden dazu verwendet, Nahrungsmittel vor der für sie schädlichen Umwelt zu schützen.

1953 waren Folien aus neun oder zehn verschiedenen Grundmaterialien im Handel erhältlich: aus Zellulose, Polyäthylen, Zelluloseazetat, Zelluloseazetobutytrat, Chlorkautschuk, Polyvinylchlorid, Polyvinylidenchlorid, Vinylkautschuk und Polyvinylalkohol.

In den folgenden Jahren kamen mindestens acht neue Rohstoffe hinzu, nämlich Polypropylen, Nylon, Polystyrol, Polycarbonat, Polyvinylfluorid sowie Fluor- und Fluorhalogenkohlenwasserstoffe. Aber dieser Zuwachs an Grundstoffen für Folien ist nur ein Teil der Entwicklung. Die Verbesserungen waren dahin gerichtet, diese Basisfolien für die verschiedenen Schutzbedürfnisse und Verpackungsmethoden „maßzuschneiden“ und führten schließlich zu ganzen Familien innerhalb einzelner Grundtypen.

Von den eben erwähnten 18 oder mehr Folienarten dominieren drei auf dem Verpackungsmarkt: Folien aus Zellulose, aus Polyäthylen und aus Polypropylen. Ich glaube, daß diese drei Arten auch weiterhin - zumindest in den nächsten Jahren - die Szene beherrschen werden.

### Zellulosefolien

Ungeachtet des Eindringens der Kunststoffe, weist dieser Folientyp noch immer das größte Dollarvolumen auf - jedenfalls in Kanada und ebenso wahrscheinlich in den USA.

Während der Wettbewerb der Folien untereinander und mit anderen Materialien andauert, sichern Verbesserungen der Dauerhaftigkeit der Grundfolie und der Ausführung der Beschichtung dem Zellglas eine wichtige Position - und erheben es weiterhin zum Standard für die Güte einer Folie in

den nächsten Jahren. Die Cellophanindustrie hat dem Ansturm der anderen Folien widerstanden, von denen einige die übertriebenen Anpreisungen und Voraussagen bei weitem nicht erfüllten.

Das Zellglas behauptete sich auch in bemerkenswertem Ausmaß - nicht nur wegen der aggressiven und klugen Gegenmaßnahmen, sondern auch wegen der hervorragenden Verarbeitbarkeit dieses nichtsynthetischen Materials und seiner Vielseitigkeit, zusammen mit einem frühen Start und hingetrimmt auf spezifische Verwendungszwecke.

Die unerschmelzbare Grundfolie ist glänzend klar und wird in einer Vielzahl von Formaten und Stärken hergestellt. Dies, zusammen mit einer Vielfalt von Beschichtungen, die eine schnelle Heißversiegelung der Oberfläche ohne Reißfestigkeitsverlust, verschiedene Durchlässigkeit für Feuchtigkeit und Gase sowie Widerstandsfähigkeit gegen Fett und Öl gewährleisten, erfüllt die meisten Verpackungsbedürfnisse seines größten Absatzgebietes: der Lebensmittel.

Die hervorragendsten neuen Entwicklungen umfassen vornehmlich Verbesserungen in der *Saran*-Beschichtung des Zellglases. Diese Deckschicht baut nicht nur in die Struktur eine unübertroffene Barriere gegen Feuchtigkeit, Sauerstoffpermeabilität (die zum Ranzigwerden führt) und Geruchsstoffe ein, sondern verbessert auch die Eigenschaften der Oberfläche, wie zum Beispiel den Widerstand gegen elektrostatische Aufladung, das Gleitvermögen der Folien aufeinander und auf Metall. Weiters kann das Heißversiegeln viel schneller erfolgen, was eine hohe Produktionsgeschwindigkeit der automatischen Verpackungsmaschinen ermöglicht.

Außerdem wurde die beschichtete Zellglasoberfläche durch Additive wie spezielle Bindemittel und geeignete Wachse für die Flexographie (Gummidruck) und Rotogravur (Tiefdruck) aufnahmefähiger gemacht, sodaß keine "pinholes", Unschärfen oder Aufwölbungen entstehen. Auf diesem Gebiet kann noch viel mehr getan werden. Die Zellglashersteller müssen sich mehr denn je zuvor auf das Feld der Entwicklung neuer Lacke und der Behandlung vor dem Beschichten und Laminierten konzentrieren. Im Hinblick auf diese Ziele sollen die modifizierten Alkydharze nicht übersehen werden.

Bekanntlich war die Zellglasindustrie unter den ersten, die die Klebstoffe aus dem Rezeptstadium heraus auf eine gesunde technische Basis stellten. Sie sind sowohl Pioniere der Vorbereitung der Folienoberfläche für die nachfolgende Beschichtung als auch in der Formulierung der Lacke selbst, und sie erfreuen sich darin noch immer einer führenden Stellung. Aber die Zellglasindustrie darf deshalb weder Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet vernachlässigen, noch ihr Programm einschränken, weil sie einige Wunden erlitten hat. Im anderen Falle würde sie bald überholt sein - denn auf dem Gebiet der Klebstoffe und Lacke liegen die meisten Früchte des Sieges. Ich bin überzeugt, daß Lackrezepte auf ökonomischer Basis formuliert werden können, die in Zukunft zweckmäßiger sind als die gegenwärtigen.

Wir lesen und hören viel in diesen Tagen über spezielle se-

kundäre und mehrstufige Beschichtungen. Ein Großteil dieser Aktivität ist aber bloß das Resultat eines Mangels an tieferschürfender, wagemutiger Arbeit bei der Lackrezeptur selbst. Es können Lackanstriche - wie zum Beispiel aus *Saran* - entwickelt werden, die sehr fest auf besonderen Oberflächen haften und eingebaute Porenfüller besitzen. Man kann auch Beschichtungen entwickeln, die bei einmaligem Durchlaufen der Maschine viel weniger Poren aufweisen und viel schneller als heute üblich bedruckt werden können. Doch dies verlangt eine ernstzunehmende Investition an Personal und Anlagen.

Je höhere Ansprüche man an einen Anstrich stellt, umso einfallreicher muß er zusammengesetzt sein und umso leichter muß er in der Lackiermaschine zu überwachen und zu regeln sein. Die alten klassischen Lackierschächte müßten für die Aufbringung dieser Überzüge umgebaut werden. Das bedeutet eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen Planung, Betrieb und Forschung.

In den letzten Jahren war die Zellglasindustrie bestrebt, dünnere und ergiebigere Folien herzustellen. Obwohl es manche Erzeuger wegen der Manipulationsschwierigkeiten vielleicht bedauert haben, das Flächengewicht bis zu einem Wert von nur 25 in<sup>2</sup>/lb (28,12 g/m<sup>2</sup>) gesenkt zu haben, so war es doch eine wesentliche Wettbewerbsbewegung - besonders hinsichtlich der wachsenden Tendenz, Folien aufeinander zu kaschieren bzw. laminierte Folien aus zwei oder mehreren Schichten herzustellen. Das bringt uns auf ein anderes Gebiet, wo noch Verbesserungen erzielt werden können, nämlich auf das Hantieren mit den Folienbahnen und -rollen bei der Herstellung. Wegen des wachsenden Wettbewerbs auf dem Verpackungsfolienmarkt müssen die Zellglasproduzenten ihre Kosten reduzieren und den Ausschuß vermindern, um elastisch zu bleiben. Das wird neue Ideen für die Wege und Methoden erfordern, wie die feuchte Folie aus regenerierter Zellulose während ihres Durchgangs durch die Gießmaschine - insbesondere während der Trocknung - behandelt und wie die Lackierung vorgenommen werden soll. Das Knittern könnte völlig verhindert und die Ausschußware unter die gegenwärtig als normal akzeptierte Ziffer reduziert werden. Ich wiederhole, man muß für die Zukunft investieren, aber ich glaube, es wird lohnend sein, wenn man an die praktischen Aspekte denkt.

In summa liegt die Zukunft der Zellglasfolien:

- im kontinuierlichen Wachstum der Nahrungsmittelindustrie,
- in der Tendenz zu höheren Geschwindigkeiten der Verarbeitungs- und Verpackungsmaschinerie,
- im Trend zur Fertigverpackung,
- im erneuten Nachdruck der Produzenten, die bemerkenswerte Grundfähigkeit des Zellglases zur Modifizierung im Hinblick auf spezielle Verwendungszwecke zu nutzen,
- in der Senkung der Herstellungsspesen, um den Kosten-Profिटdruck abzufangen.

Den den Zellglasfolien eigenen Vorteilen sollte noch mehr Bedeutung zugemessen werden, da die Verpackung ständig hinsichtlich Qualität und Komplexität wächst.

An dieser Stelle möchte ich Folien aus Polyvinylchlorid (PVC) erwähnen. Folien daraus können leicht mit chemischen Additiven modifiziert werden, um „maßgeschneiderte“ Sperreigenschaften zu erhalten. Extrudiertes PVC eignet sich ausgezeichnet für die Verpackung von Frischfleisch und dessen Produkte. Während der Markt von Cellophan und Polyäthylen noch beherrscht wird, dringt PVC stark ein und übernimmt zum Teil das Gebiet der Frischfleischverpackung, auf das das Zellglas gehofft hatte - vor allem wegen der niedrigen Kosten und dem sauberen Aussehen der Verpackung auf Grund der niedrigen Feuchtaufnahme.

### Polyäthylen

Trotz des Reklamerummels um die Verbundfolien leuchtet das unlaminierte Polyäthylen (das heuer seinen Silbernen Geburtstag feiert) weiterhin hervor. Es ist jene im Handel erhältliche Folie, die den größten Marktzuwachs aufweist. Seit 1962 hat es die Zellulosefolien auf einen um eine Stufe tieferen Platz auf der Rangliste der Verpackungsmaterialien auf Tonnagebasis gedrängt. Gegenwärtig werden auf dem nordamerikanischen Markt 700 Millionen pounds (318 000 t) pro Jahr verkauft, und in den nächsten fünf Jahren soll sein Anteil 1 Milliarde pounds (454 000 t) überschreiten - verglichen mit über 440 Millionen pounds (200 000 t) für Zellglas im vergangenen Jahr.

Die niedrigen Kosten waren der Hauptgrund dafür, mehr noch als die speziellen Eigenschaften der Folie, mit vielleicht einer Ausnahme: ihrer Zähigkeit. Daher ist es als einfache Folie ein äußerst praktisches Verpackungsmaterial, und dies spricht für das erwartete zukünftige Wachstum.

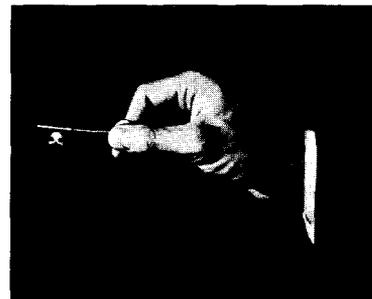
Die Auswahl reicht von weichen, biegsamen und dehnbaren Folien mit niedriger Festigkeit bis zu steifen Typen mit hoher Reißfestigkeit. Die Dicken rangieren von 0,3 bis 3 mils (7,6 bis  $76 \cdot 10^{-3}$  mm) für flexible Verpackung, und die Breiten von 0,5 bis 72 inches (12,7 mm bis 1,83 m).

Der hauptsächlichste Antrieb für das schnell fortschreitende Wachstum des Polyäthylen war die Entwicklung wirksamerer Verpackungsmaschinen. Es erhielt auch einen Anstoß durch die Entwicklung von Harzen, die die Folien versteifen, was vor allem zu einem Durchbruch in den Markt der automatischen Verpackung führte.

Neben den niedrigen Kosten weist Polyäthylen noch folgende sehr wünschenswerte Eigenschaften auf: gute Festigkeit bei niedriger Temperatur, hervorragende Lagerungsbeständigkeit und geringe Wasserabsorption. Leider ist die Undurchlässigkeit gegen Gerüche und Gase ebenfalls gering, und die steiferen Folien sind manchmal etwas weniger durchsichtig.

Das größte Absatzgebiet für Polyäthylenfolien ist die Verpackung von Frischprodukten, insbesondere von Brot, und die Verwendung als Sackmaterial. Der Verkauf von verpack-

# Geheime Rezepturen...



...kontinuierlich  
gemischt -  
vollautomatisch  
hergestellt.

Sie haben schöne Rezepturen. Sehr schön! Sie haben gute Rohstoffe. Sehr gut! Aber wer garantiert Ihnen die gleichbleibende Qualität Ihrer Endprodukte\*)? Und wer kümmert sich um die kostengünstigste Herstellung? - Wir!

Bran & Lübke-Dosierpumpen geben Ihnen die Möglichkeit, Ihre (Geheim-)Rezepte auf Programmkarten zu speichern. Ein Steuergerät überträgt sie fehlerfrei auf das Dosierpumpenaggregat. Ganz gleich, ob Sie kontinuierlich oder in Chargen arbeiten möchten. Und wenn Sie das Mischverhältnis stufenlos variieren wollen, brauchen Sie nur die Programmkarten auszutauschen. Also: Zeitgewinn bei jedem Rezepturwechsel. Zeitgewinn aber auch durch das leichte Überwachen, Bedienen und Reinigen der B & L-Anlage. Und noch eins: Bei einfachen Anlagen können Sie alle Komponenten auch manuell einstellen.

Den Schlüssel zum Geheimnis, wie man Flüssigkeitsströme kontinuierlich zuteilt, finden Sie bei Bran & Lübke.

Wir beraten Sie gern im persönlichen Gespräch. Rufen Sie bitte an, oder schreiben Sie uns.

## BRAN & LÜBKE

Bran & Lübke  
2 Hamburg 39  
Mühlenkamp 59  
Telefon (0411) 271 41

\*) Farbe, Limonade, Seife, Margarine, Papier, Kunststoffe oder andere Mischprodukte

tem Brot übertraf alle Vorhersagen und schnellte in Nordamerika im letzten Jahr auf 105 Millionen pounds (476 000 t) hinauf. Man schätzt, daß 50 % bis 65 % der gesamten in Nordamerika erzeugten Brotmenge in Polyäthylenbeutel verpackt werden, hingegen nur 15 % in Polypropylensäcke. Diese schnelle Verschiebung von einer Umschlagverpackung zur Verpackung in Beutel ist natürlich an die Verwendung automatischer Verpackungsmaschinen geknüpft. Der Verwendungsumfang nahm im vergangenen Jahr um 100 % zu und soll in den frühen Siebzigerjahren bis zu 80 % der geschätzten Sättigungskapazität erreichen.

Eine große Anzahl weiterer Lebensmittel wird ebenfalls lieber in Säckchen als in Einwickelfolie verpackt. Polyäthylen stößt auch auf das industrielle Gebiet vor, wobei manchmal dieselben Maschinen wie für die Verpackung von Backwaren benutzt werden. Weitere Hauptanwendungszwecke sind zum Beispiel Kleidersäcke und die Verpackung von Textilien und Papierprodukten.

Wie dem auch sei, es gibt viele Verwendungszwecke, auf die Polyäthylen (wenn man es mit Zellglas vergleicht) nicht verzichtet hat. Zum Beispiel ist Polyäthylen zwar von Natur aus wegen der niedrigen Kosten und seiner Zähigkeit bei niedriger Temperatur für die Keksverpackung gut geeignet, die vielfältigen Probleme jedoch, welche die Schubaufgabevorrichtung an der Verpackungsmaschine, die Heißsiegelfähigkeit, der Druck auf das Packgut oder der Folienschneidemechanismus stellen, haben die Hoffnungen auf dem Gebiet der Süßspeisen zunichte gemacht. Die schwerwiegendsten Gründe für diesen Fehlschlag sind aber wahrscheinlich seine optischen Eigenschaften und seine relativ geringe Widerstandskraft gegen Fette; Süßspeisen und Zuckerguß sind aber selten ohne Fett hergestellt.

Andere Domänen der Zellulosefolien sind die Verpackung von kleinen Imbissen, Keksen, Süßigkeiten und Zigaretten, und diese sind - wie wir heute wissen - für das Polyäthylen unerreichbar.

Obwohl Polyäthylen sozusagen als „Arbeitstier“ mit einem großen Aufgabenbereich in der Verpackung eingeführt ist, begrenzen dennoch folgende Faktoren seine Zukunft als einfache, unlaminierte Folie:

1. Geringer Schutz vor Gerüchen und Gasen.
2. Schlechtere Verarbeitbarkeit - obwohl in den meisten Fällen Polyäthylen recht gut über die gekoppelten Verpackungsmaschinen läuft. Zellglas verhält sich jedoch besser. Die Kostenersparnis wird schnell durch die Maschinenabnutzung wieder aufgehoben.
3. Verpackungen, die große Klarheit und Glanz erfordern, liegen jenseits der Möglichkeiten selbst der besten heutzutage herstellbaren Polyäthylenfolien.
4. Schlechte Adhäsion der Druckfarben.

Aber wir sind noch nicht am Ende. Die neueren Entwicklungen, wie zum Beispiel ein durch Bestrahlung erzeugtes heißschrumpfendes Polyäthylen sowie die wachsende Verwendung von Polyäthylen sowohl als Beschichtung wie

auch als Komponente in laminierten Folien, versprechen diesem Material eine strahlende Zukunft. Außerdem kann modifiziertes Polyäthylen, wie zum Beispiel ein Polyäthylen/Vinylacetat-Copolymer, die Hoffnungen der Polyvinylchlorid-Schrumpffolien zunichte machen, da ersteres leichter als die Vinylverbindung hergestellt werden kann.

Wenn sich Polyäthylen auf den Supermärkten als Tragtasche behauptet und dort das Kraftpapier ersetzt (das wird derzeit gerade in den USA und in Schweden untersucht), dann sind die Vorhersagen noch immer zu bescheiden aufgestellt.

### Polypropylen

Große Begeisterung hat Polypropylen ausgelöst, seit der italienische Professor *Natta* dieses Polymer vor genau elf Jahren vorstellte. Dessen niedrige Dichte, sein hoher Schmelzpunkt, seine hohe Heißverformungstemperatur und seine Klarheit haben es zu einem besonders interessanten Kunststoff gemacht.

Nichtorientiertes Polypropylen erhält man durch dessen Extrusion durch einen Schlitz auf eine Abkühlwalze oder in ein Abschreckbad. Diese schnelle Abschreckung regelt die Kristallinität des Polymeren und ergibt sehr klare Folien. Obwohl derart gegossene Folien gute Festigkeitseigenschaften besitzen, so sind sie doch wegen ihrer Steifheit und ihrem Verhalten bei tiefer Temperatur dem Zellglas unterlegen.

Orientiertes Polypropylen erhält man durch kontrolliertes Verstrecken nach der Extrusion. Die auffallendsten Resultate einer solchen Verstreckung sind die große Zunahme an Einreiß- und Biegefestigkeit sowie die Abnahme der Dehnbarkeit. Andere Verbesserungen schließen gute Beständigkeit bei niedrigen Temperaturen und langsames Durchlassen von Gasen und Feuchtigkeit ein. Heißschrumpfung ist eine weitere Eigenschaft orientierter Folien.

Mit all diesen Vorteilen gegenüber Polyäthylen waren die Hoffnungen sehr groß. Es erschienen auch zahlreiche Artikel in den Verpackungszeitschriften, daß Polypropylen in einigen Monaten das Zellglas überholen und außerdem Polyäthylen auf einen Respektabstand verweisen würde. Diese Erwartungen haben sich nicht verwirklicht.

Ein ernsthafter Nachteil des unorientierten Polypropylen war seine Brüchigkeit bei niedriger Temperatur. Es gab zwar einige Verbesserungen, diese gingen aber auf Kosten der optischen Qualitäten. Während die Orientierung diesen Mangel behob, mußten einige schwer behindernde Probleme gelöst werden, um den erhofften Marktanteil zu erringen.

Da orientierte Polypropylenfolien die Eigenschaft der Heißschrumpfung aufweisen und diese ihr Maximum beim Kristallschmelzpunkt erreicht (d.h. bei der Heißsiegeltemperatur), so ergibt sich das große Problem, wie man eine feste Versiegelung mit annehmbarem, ungerunzeltem Aussehen erhält. Außerdem neigt die Folie in den heißversiegelten Flächenabschnitten dazu, beim Abkühlen hochkristallin zu

werden. Die daraus resultierende Sprödigkeit ist der wunde Punkt beim Einreißen einer Verpackung.

Diese Frage greift direkt auf die Grundlagen der Kunststofftechnologie zurück. Sowohl Polyäthylen als auch Polypropylen sind homogene Folien. Um sie zu versiegeln, muß die Folie selbst geschmolzen werden und infolgedessen verliert sie ihre Festigkeit im geschmolzenen Zustand. Wenn die Siegeltemperatur zu hoch, die Verweilzeit zu lang oder der Druck beim Versiegeln zu groß ist, dann wird die Folie zerstört, das heißt, sie brennt durch.

Der abrupte Wechsel vom festen in den flüssigen Zustand während der Heißsiegelung war das größte Einzelproblem bei den Polyolefinen, als man Hochgeschwindigkeitseinwickelmaschinen für sie adaptieren wollte. Aber nichtsdestoweniger wurden große Fortschritte erzielt.

So zeigen sich vor allem drei Ziele für die Polyolefinfolien erreichbar:

1. Verbesserung der Abweisung von Gas und Öl.
2. Verbesserung der Heißsiegelfähigkeit.
3. Verbesserung der Aufnahmefähigkeit für Druckfarben.

Dies führt uns zu der interessantesten und wichtigsten Betrachtung hinsichtlich der Produktion von flexiblen Folien in Gegenwart und Zukunft. Es ist einleuchtend, daß keine einzige Folie alle die Eigenschaften haben kann, die die große Mannigfaltigkeit der Anforderungen im Verlauf einfacher und komplizierter Verpackungsvorgänge an Schutzmaßnahmen für die Ware wie auch an ökonomischen Bedingungen verlangt.

Somit geht die heutige Entwicklung in Richtung einer Kombination der Folien, das heißt zur Laminierung. Dies kann folgendermaßen realisiert werden:

- a) Man belegt ein Substrat mit einer Schicht, die aus einem Lösungsmittel abgeschieden wurde (d.h. durch Anwendung eines Lackes oder eines Firnisses). Eine solche Methode ist der Zellglasindustrie längst bekannt, und die Kenntnisse auf diesem Gebiet sind ihre größten Reichtümer.
- b) Man belegt ein Substrat mit einer Schicht, die aus einer Dispersion abgeschieden wurde (d.h. durch Anwendung einer Emulsion oder eines Latex). Nur eine einzige Zellglasfabrik der Welt hat dieses Verfahren zu einer hohen Kunst entwickelt, aber auch viele Papierhersteller und Verarbeiter von Polyolefinfolien sind darin weit fortgeschritten.
- c) Man beschichtet ein Substrat mit einer heißen Schmelze. Die Zellglashersteller haben - meist durch Nachlässigkeit - dieses Gebiet den Verarbeitern überlassen, deren beste sich sehr schnell das "know how" der Beschichtungstechnik aneigneten, dessen sich die Cellophanproduzenten so lange allein erfreuten.

d) Man belegt ein Substrat mittels eines Klebstoffes mit einer anderen vorgeformten Folie: Laminierung. Diese Verfahrensart wurde ebenfalls fast gänzlich den Verarbeitern überlassen.

Alle vier Methoden, Folien fest miteinander zu verbinden, wurden verwendet, um das Zellglas und die Polyäthylen- und Polypropylenfolien noch nützlicher zu machen. Die Polyolefine haben die ganze Spannweite durchgemessen: von den homogenen Folien (wo Polyäthylen seine größten Erfolge hatte) bis zu den komplexer aufgebauten mit zwei oder mehreren Schichten in Kombination.

Seit die Kunststofffolien die Überlegenheit des Zellglases bedrängten, haben die Verpacker Folien gesucht, die das Aussehen, die Verarbeitbarkeit, die Gas- und Geruchsundurchlässigkeit der Zellulosefolien mit der Beständigkeit bei niedriger Temperatur, der Lagerfähigkeit, der niedrigen Feuchtigkeitsaufnahme und den geringen Kosten des Polyäthylen mit der Zähigkeit der Polyesterfolien vereinen.

Die Produktion laminierter Folien unter Verwendung einer oder mehrerer der oben erwähnten Methoden zur Verbindung der Materialien verdient gebührende Beachtung. Es wurde schließlich sogar eine fünfte Methode daraus entwickelt: die Ko-Extrusion, wobei man zwei oder mehrere Folien zusammenbringt, solange sie noch Schmelzen sind.

Alles dieses wird nur noch mehr Verwirrung unter den Verpackern hervorrufen. Immerhin sind viele Verpackungsfirmen um eine Orientierung auf dem Markt bemüht. Vorbei sind die Tage, wo die Kunststofflieferanten eine Folie nach der anderen herausbrachten und jede zum Allzwecknachfolger des Zellglases (später des Polyäthylen) erklärten. Diese Ziele wurden von allen größeren Kunststoff- und Folienlieferanten revidiert, und die Forschungsgelder werden nunmehr dahingehend eingesetzt, spezielle Anforderungen an die Produkte zu realisieren.

Es ist ohneweiters möglich, daß die „maßgeschneiderten“ bzw. die laminierten Folien eines Tages zu einer ungeahnten Selektivität führen: eine optimale Folie für jedes Produkt!

Die Zellulosefolie, die ja nicht synthetisch ist und die beste Luftundurchlässigkeit aufweist, sollte eine lebendige Rolle in dieser Entwicklung spielen.

*(Übersetzung aus dem Englischen von Dr. I. Seebauer)*

## Untersuchungen des Superfaserprozesses:

### Faktoren, welche die Herauslösung des Modifikators aus der Viskose beeinflussen\*

Dr. Frans Kolosh und Ing. Willy Söderberg  
BEROL AKTIEBOLAG, Göteborg, Schweden

Die Anlagerungsprodukte des Äthylenoxyds an stickstoffhaltigen Verbindungen lassen sich in den sauren Spinnbädern aus der Viskose herauslösen. Dies wurde zuerst an Viskosefilmen als Modellsubstanz untersucht. Man beobachtet dabei wesentliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Typen stickstoffhaltiger Verbindungen. Die Länge der Äthylenoxydketten beeinflusst die Herauslösbarkeit nur wenig. Mit steigender Konzentration an Neutralsalz ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$  und  $\text{ZnSO}_4$ ) in den sauren Bädern kann der Modifikator leichter entfernt werden.

Spinnversuche zeigten, daß der Modifikator im Spinnbad nur unbedeutend und auch während der Heißver Streckung bloß zu einem geringen Teil ( $\leq 30\%$ ) herausgelöst wird. Der Hauptanteil des Modifikators soll deshalb im Sekundärbad und während der Waschstufen zurückgenommen werden. Bei erhöhter Temperatur und verlängerter Behandlungszeit (Kontaktzeit zwischen Faser und Flüssigkeit) wird mehr herausgelöst. Die individuellen Unterschiede der Modifikatortypen hinsichtlich ihres Löseverhaltens konnten auch in Spinnversuchen gezeigt werden.

Um eine maximale Herauslösung und Rückgewinnung des Modifikators zu erreichen, sollen zumindest drei Faktoren in Betracht gezogen werden:

- Wahl geeigneter Modifikatoren, die in den sauren Stufen gut herausgelöst werden können;
- hohe Temperatur und lange Kontaktzeit in den sauren Prozeßstufen mit niedrigem Neutralsalzgehalt (Sekundärbad und Waschstufen);
- Rückführung der sauren Bäder, welche wesentliche Anteile des herausgelösten Modifikators enthalten (siehe b).

The removal of ethylene oxide derivatives of nitrogen compounds from viscose into acid baths was first studied with viscose films as models. Over the range of practical interest the influence of ethylene oxide chain length is insignificant, but marked differences occur depending on the nitrogen compound chosen. The dissolution of modifiers in acid baths decreases strongly with increase in neutral salt content ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$  and  $\text{ZnSO}_4$ ).

In spinning experiments almost no modifier was found in the spin bath, and only a minor part ( $\leq 30\%$ ) in the hot stretch bath, which

means the main part of the remaining modifier has to be removed in the secondary bath and during washing. Here the removal of modifier increases with increase in temperature and time of treatment (contact time between filaments and liquid). Spinning experiments also confirm the differences between individual modifiers regarding removal from filaments.

In removing the maximum amount of modifier from the filaments, three points should be considered:

- choice of a suitable modifier giving good removal from filaments into acid baths;
- high processing temperature and long contact times in acid stages with low neutral salt content: secondary bath and washing stages;
- recycle of acid baths containing the main part of the modifier (see b).

Um verbesserte Festigkeitseigenschaften beim Superfaserverfahren zu erhalten, werden der Viskose vor dem Spinnen spezielle Verbindungen, Modifikatoren genannt, zugesetzt. Es ist jedoch im allgemeinen erwünscht, den Modifikator aus den gesponnenen Fäden zu entfernen und so viel wie möglich davon zurückzugewinnen. Einige Gründe können hierfür angegeben werden:

- Um eine gute Verspinnung zu gewährleisten, wird eine gewisse Gleichgewichtskonzentration an Modifikatoren in den Bädern als notwendig angesehen. Die Löslichkeit des Modifikators im Spinnbad beeinflusst auch die Gelquellung der frischgesponnenen Fäden<sup>1)</sup>. Je höher der Prozentanteil an zurückgewonnenem Modifikator ist, desto ökonomischer wird der Prozeß.
- Die Modifikatoren sind zumeist oberflächenaktive Mittel mit einer gewissen Schäumungstendenz. Eine Spinnbadrückgewinnung mit beträchtlichen Verlusten an Modifikatoren kann das Schäumungsproblem in Abwässern vergrößern.
- Zurückbleibender Modifikator in den Fäden wird als Ursache für verschiedene Schwierigkeiten angesehen: verschlechterte Ermüdungswerte bei Reifengarn und möglicherweise auch gewisse Anfärbprobleme bei der HWM-Faser. Daher soll der Modifikatorrückstand so gering wie möglich sein.

In einem idealen Prozeß sollte deshalb der Modifikator aus den Spinnfäden völlig entfernt und zurückgewonnen werden. Über dieses Thema sind erst wenige Untersuchungen publiziert worden. A l e x a n d e r und K r o s s <sup>2)</sup> gaben zum Zellstoff ein nichtionogenes Zusatzmittel und studierten dessen Entfernung während der Herstellung eines Zellulosefilms. Während des Viskoseprozesses, inklusive der Regeneration der Folie, wurden nur sehr kleine Mengen des Zusatzmittels herausgelöst. Daher war in der regenerierten Folie beinahe noch die gesamte Additivmenge vorhanden, die ursprünglich dem Zellstoff zugesetzt worden war. Durch geeignetes Auswaschen konnte es jedoch völlig aus der Folie entfernt werden, wobei das hauptsächliche Herauslösen in der ersten sauren Waschstufe erfolgte. In dieser Arbeit

\*) Übersetzung eines Vortrags, der beim 2. Internationalen Symposium über viskosetechnische Fragen in Stockholm (2.-4. Oktober 1967) gehalten wurde.

wurde jedoch weder die Entfernung des Modifikators in Abhängigkeit von dessen chemischer Struktur, noch dessen Verteilung in den verschiedenen Prozeßstufen systematisch untersucht. Die Verteilung von Cyclohexylamin und Polyoxyäthylenglykol zwischen einigen Prozeßstufen und dem fertigen Reifengarn wurde neulich von Schmiedeknecht und Claus<sup>7)</sup> bestimmt.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, die Herauslösung des Modifikators aus der Viskose in den verschiedenen Bädern des Spinnprozesses zu untersuchen. Hierbei wurden Äthylenoxydderivate stickstoffhaltiger Verbindungen als Modifikatoren benutzt.

Zuerst wurden Modellexperimente mit Viskosefilmen von 0,5 mm Dicke durchgeführt. Der Film wurde auf eine Glasplatte gestrichen und dann 4 Minuten in ein Spinnbad von 60°C (Zusammensetzung: 6 % Schwefelsäure, 6 % Zinksulfat, 10 % Natriumsulfat) eingetaucht. Als Zweitbad wurde destilliertes Wasser bei 90°C verwendet, und die Eintauchzeit betrug wieder 4 Minuten. Die Menge des in die Bäder herausgelösten Modifikators wurde durch Messung der Kationenaktivität bestimmt und auf die gesamte Modifikatormenge, welche der Viskose zugesetzt worden war, bezogen. Die Analyse beruht auf der Methode von Few und Ottewill<sup>3)</sup>, welche etwas modifiziert wurde<sup>4)</sup>. Das Prinzip besteht darin, daß ein wasserlöslicher anionischer Farbstoff (Orange II) einen Komplex mit dem kationischen oberflächenaktiven Mittel bildet. Dieser wird quantitativ in die organische Phase extrahiert, in der der Farbstoff selbst unlöslich ist. Die Farbintensität der organischen Phase ist

der Konzentration des kationischen Mittels direkt proportional.

Zuerst wurde die Herauslösung von verschiedenen Modifikatoren verglichen, von denen jeweils 4 % (auf Zellulose) verwendet wurden. Fettmonoamine, -polyamine und -amidpolyamine mit variierenden Äthylenoxydkettenlängen wurden untersucht. Abbildung 1 zeigt den Anteil an gelöstem Modifikator sowohl im Spinnbad (offene Zeichen, gestrichelte Linien) als auch im Spinnbad + Zweitbad (ausgefüllte Zeichen, ausgezogene Linien) in Abhängigkeit von der Äthylenoxydkettenlänge. Die Unterschiede zwischen den untersuchten Modifikatoren sind augenscheinlich. Die Herauslösung im Spinnbad selbst sowie die gesamte Herauslösung ist bei den Äthylenoxydderivaten der Verbindung A am niedrigsten, mittel bei jenen aus B und am höchsten bei Derivaten von C. Innerhalb des Bereiches von praktischer Bedeutung ist der Einfluß der Äthylenoxydkettenlänge beinahe unbedeutend.

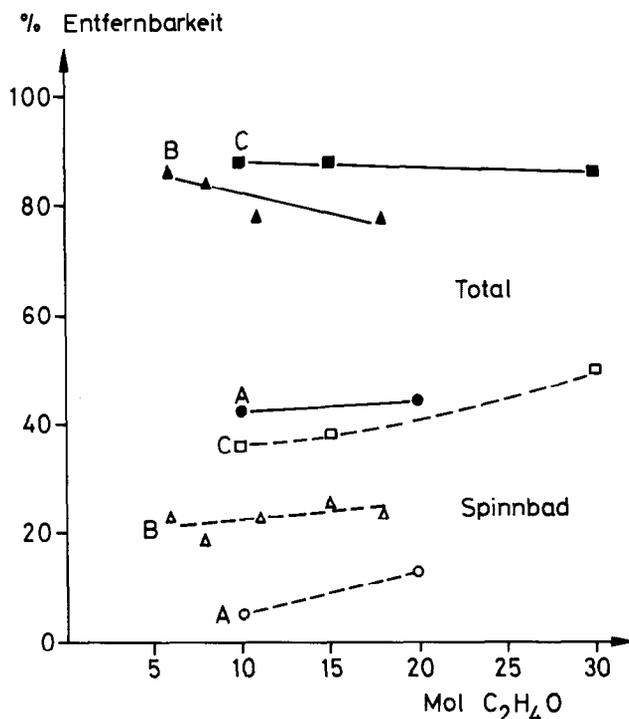
Die Löslichkeit dieser Modifikatoren ist zumindest von zwei Faktoren abhängig, und zwar:

- a) vom Verhältnis zwischen der hydrophilen Äthylenoxydkette und der hydrophoben Verbindung. Eine Erhöhung der Äthylenoxydkettenlänge ergibt eine höhere Hydrophilie und infolgedessen eine bessere Löslichkeit des Moleküls.
- b) Auf Grund der Protonisierung wird das N-Atom in saurem Medium positiv geladen. Erhöhte kationische Ladung des Moleküls erhöht die Löslichkeit. Bei einer ge-

Tabelle 1

Produkt	Chemische Struktur *	Polaritätsindex (Hydrophilie)	Entfernbarkeit in %		
			Modellversuche Spinnbad	Gesamt	Spinnversuche Gesamt
A) Äthylenoxyd-Fettsäureamidpolyamin		124	5	42	16
B) Äthylenoxyd-Fettsäuremonoamin		127	23	81	78
C) Äthylenoxyd-Fettsäurepolyamin		128	36	88	75

\*  = R (aliphatisch)  
 = N  
 =  $-(C_2H_4O)_n-C_2H_4OH$



- A = Fettsäureamidpolyamin
- B = Fettsäuremonoamin
- C = Fettsäurepolyamin

Abb. 1: Der Einfluß der chemischen Struktur des Modifikators auf die Entfernbareit im Spinnbad (gestrichelte Linien) und im Spinnbad + nachfolgender Heißwasserbehandlung („Gesamt“, voll ausgezogene Linien).

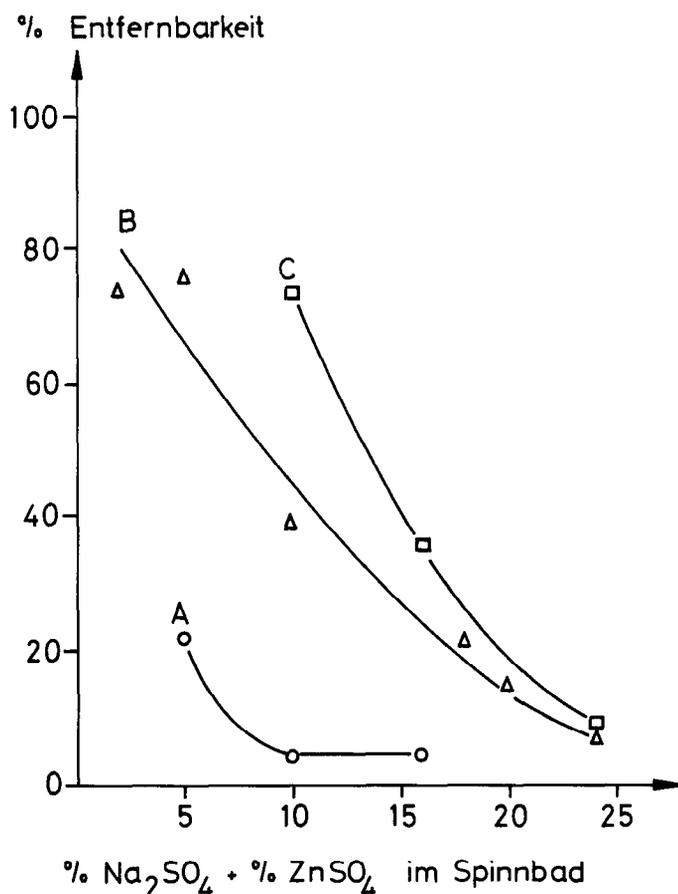
gebenen Ladung des N-Atoms erhöht die Verlängerung der Äthylendioxydkette das Molekulargewicht, wodurch eine entsprechende Verminderung der spezifischen Ladung entsteht. Die Löslichkeit, welche durch die spezifische Ladung bedingt ist, nimmt deshalb ab.

Bei einer variierenden Äthylendioxydkettenlänge können diese beiden gegeneinanderwirkenden Effekte sich wahrscheinlich gegenseitig kompensieren. Darum zeigt sich auch keine merkbare Änderung der Herauslösung.

Beide gegeneinanderarbeitenden Faktoren tragen zum hydrophilen-lipophilen Gleichgewicht des Moleküls bei. Nach Hübner<sup>5)</sup> kann dieses Gleichgewicht als Polaritätsindex mittels der Gaschromatographie bestimmt werden. Die Methode beruht darauf, daß die polaren Verbindungen der beweglichen Phase von einer polaren stationären Phase stärker zurückgehalten werden als die unpolaren. Mit wachsender Äthylendioxydkettenlänge und kationischer Ladung nehmen die Hydrophilität und daher auch der Polaritätsindex der Verbindung zu<sup>6)</sup>, die zusammen eine bessere Löslichkeit in Wasser bewirken. Die unterschiedlichen Polaritätsindizes ergeben sich aus den Strukturunterschieden dieser Moleküle.

Der Polaritätsindex von Verbindungen der Typen A, B und C wurde in saurem Medium bestimmt. Tabelle 1 zeigt den Polaritätsindex und die herausgelöste Menge an Modifikator gemäß den früheren Versuchen (siehe Abb. 1). Verbindung A mit niedrigem Polaritätsindex (124) löst sich schlechter, wogegen aus den Verbindungen B und C mit höherem Polaritätsindex (127 und 128) der herausgelöste Anteil in den Bädern höher ist. Im Hinblick auf diese scheinbar kleine Differenz im Polaritätsindex sollte erwähnt werden, daß der ganze Bereich der Polaritätsindizes für N-haltige oberflächenaktive Mittel, die in Viskose löslich sind, ziemlich eng ist:  $120 \leq P \leq 140$ .

Der Elektrolytgehalt des Bades ist ein weiterer wichtiger Faktor, der die Herauslösung des Modifikators beeinflusst. Bei konstanter Schwefelsäurekonzentration (6 %) im Spinnbad wurde die Konzentration an Natrium- und Zinksulfat variiert. Der gesamte Gehalt an Neutralsalzen, das heißt die Summe der Natrium- und Zinksulfatkonzentrationen, wur-



- A = Äthylendioxyd-Fettsäureamidpolyamin
- B = Äthylendioxyd-Fettsäuremonoamin
- C = Äthylendioxyd-Fettsäurepolyamin

Abb. 2: Der Einfluß des Neutralsalzgehaltes im Spinnbad auf die Herauslösbarkeit des Modifikators.

de zwischen 2 und 24 % variiert. In Abbildung 2 wird die Löslichkeit verschiedener Modifikatoren im Spinnbad als Funktion der gesamten Neutralsalzkonzentration gezeigt. Aus den Ergebnissen folgt, daß bei wachsendem Neutral-salzgehalt weniger Modifikator aus der Viskose herausgelöst wird, was mit den allgemeinen Erwartungen übereinstimmt. Auch unter diesen Bedingungen werden die merk-baren Unterschiede zwischen den Modifikatoren A, B und C beobachtet. Was den individuellen Einfluß der Salze auf die Herauslösung der Modifiatoren betrifft, so scheint inner-halb eines weiten Konzentrationsbereiches keine spezifi-sche Differenz zwischen Natrium- und Zinksulfat vorzulie-gen.

Die Rolle der Schwefelsäurekonzentration betreffend, wei-sen die Versuche auf eine gewisse Zunahme der Modifikator-löslichkeit bei hohen Saurekonzentrationen ( $\geq 9\%$ ) hin. Dies beruht möglicherweise auf einer erhöhten Protonisie-rung der N-Atome.

Modellversuche mit Viskosefilmen sind zur Ausführung einer großen Anzahl orientierender Versuche geeignet und erge-ben reproduzierbare Resultate. Diese können jedoch nicht direkt auf praktische Spinnbedingungen übertragen werden. Die Dicke des Modellfilms, aus dem der Modifikator heraus-gelöst wurde, ist ungefähr zehnmal so groß wie der übliche Düsenlochdurchmesser ( $500\mu$ , verglichen mit  $50\mu$ ). Weiter-hin wurde der Film 4 Minuten in das Bad eingetaucht, das ist etwa 100mal länger als die entsprechende Kontaktzeit der frischgesponnenen Fäden im Spinnbad. Daher war es von Interesse, auch Spinnversuche durchzuführen. Die Ver-suchsspinnmaschine auf Abbildung 3 besteht aus zwei Hauptteilen, und zwar:

- a) aus der Anlieferung der Viskose und dem Spinnbad-Kreislaufsystem. Durch eine geeignete Schaltvorrich-tung können verschiedene Spinnbadvolumina (14 - 80 l) zirkuliert werden;

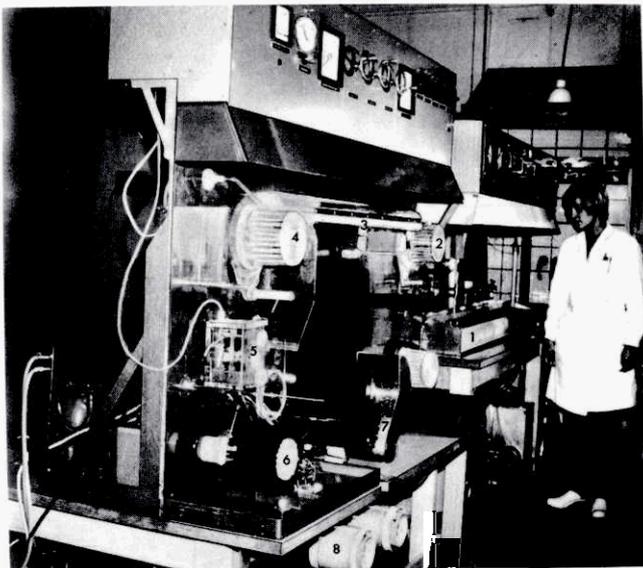


Abb. 3: Versuchsspinnmaschine

Tabelle 2: Typische Spinnbedingungen

Viskose

Zellulose	6,9 %
Natronlauge	5,8 %
Schwefelkohlenstoff (bezogen auf Zellulose)	39,0 %
Viskosität	60 Kgf
$\gamma$ -Wert	4,7
Modifikator (bezogen auf Zellulose)	3,0 %

Spinnbad

Schwefelsäure	5,5 %
Zinksulfat	5,0 %
Natriumsulfat	10,0 %
Temperatur	45°C

Heißver Streckung

Schwefelsäure	3,0 %
Temperatur	$\geq 95^\circ\text{C}$
Verstreckung	60-100 %

Spinnbedingungen

Spinndüse	80/50 und 250/150
Abzugsgeschwindigkeit	35 m/min
Einzelfadendenier	1,3

- b) aus einer Einheit, welche Heißver Streckung, zweites Säurebad, Wäsche, Nachbehandlung und Trocknung enthält. Alle Flüssigkeiten werden in individuell getrennten Systemen zirkuliert. Die Prozeßbedingungen (Temperatur, Geschwindigkeit, Verstreckung, Relaxation) können in weiten Grenzen variiert werden.

Typische Prozeßdaten werden in Tabelle 2 angegeben. Bei jedem Experiment wurden 2 kg Viskose versponnen und drei vorher untersuchte Modifikatoren eingesetzt (3 % Modifikator, bezogen auf Zellulose). Nach dem Verspinnen wurde der Modifikatorgehalt in den verschiedenen Prozeßstufen bestimmt und auf die ursprünglich zugesetzte Menge bezogen (Abb. 4).

Das Ziel der ersten Spinnversuchsserie war es, das grundlegende Verhalten der Modifikatoren mit dem der Modell-experimente zu vergleichen. Die Verteilung des Modifikators wurde an den drei potentiell wichtigsten Stellen bestimmt, nämlich im Spinnbad, in der Heißver Streckung und schließlich auch die Restmenge im Garn. Deshalb folgte nach dem Spinnbad und dem Heißver Strecken nur eine leichte Wasch-stufe mit Wasser mittlerer Temperatur (40°C) und eine Nachbehandlung mit nicht zurückgewonnenen Bädern.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind interessant (Abb. 5). Es zeigte sich vor allem, daß im Gegensatz zu früheren Modellversuchen praktisch keine Herauslösung des Modifi-kators im Spinnbad ( $\leq 1\%$ ) erzielt wurde. Die kürzere Kon-taktzeit ( $\leq 2$  Sekunden, verglichen mit 240 Sekunden), möglicherweise in Verbindung mit der niedrigeren Tempera-tur (45°C an Stelle von 60°C), könnte diese mangelnde

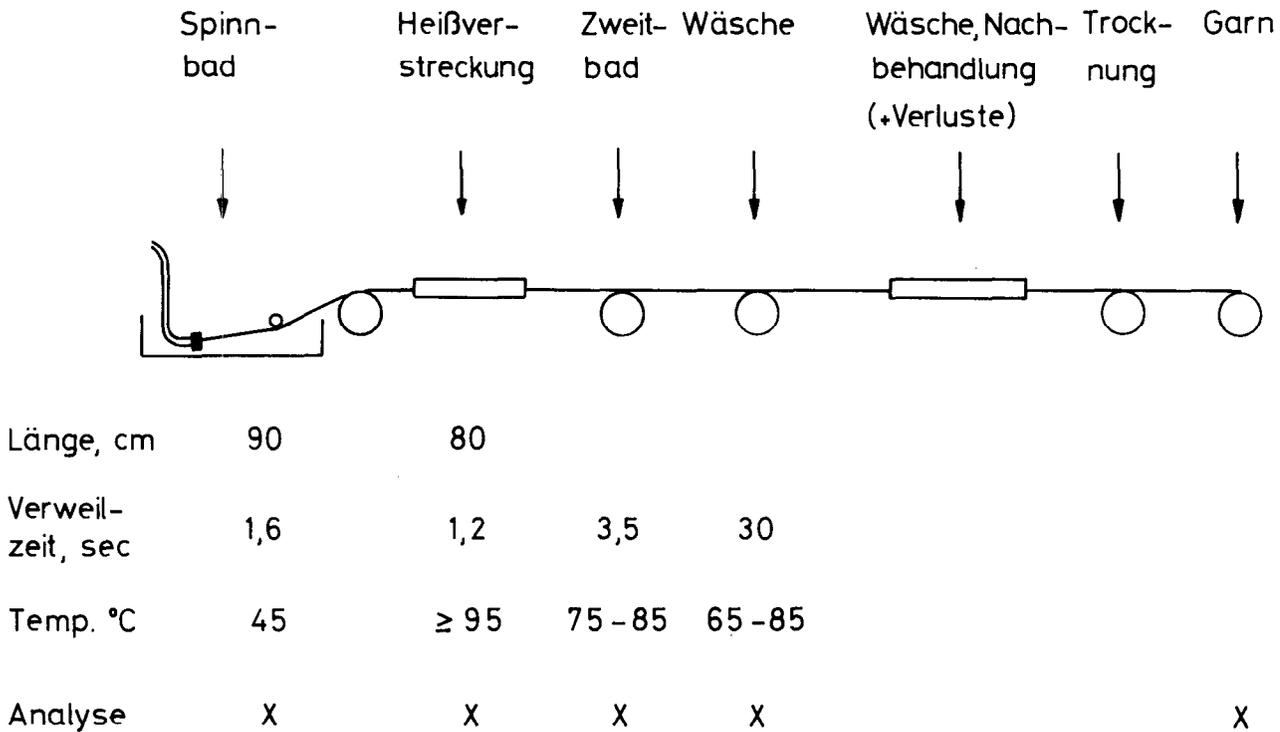


Abb. 4: Spinnschema mit Hinweis auf die Probenahmestellen

Übereinstimmung zwischen Spinn- und Modellversuchen erklären.

Auch im Heißver Streckbad wurden nur ziemlich niedrige Mengen gefunden: 2 %, 17 % und 23 % für die Modifikatoren A, B und C. Die Reihenfolge der Herauslösung von A, B und C stimmt jedoch völlig mit den Modellversuchen überein. Das Herauslösen bei der Wäsche und bei der Nachbehandlung zeigt dieselbe Tendenz: Es nimmt von 30 auf 54 % zu, wenn man von Verbindung A auf C übergeht. Die Restmengen im Garn fallen dementsprechend von 67 auf 50 bzw. 22 % für die Modifikatoren A, B und C ab. Verglichen mit den praktischen Anforderungen, ist dieser Spiegel an zurückbleibendem Modifikator unrealistisch hoch. Nichtsdestoweniger wurde hier nur das grundlegende Verhalten der Modifikatoren untersucht. Daher wurde kein vollständiges Schema entworfen, kein Säurezweitbad benutzt und keine völlige Auswaschung durchgeführt.

Die extrem schlechte Herauslösung des Modifikators im Spinnbad ( $\leq 1$  %) war ziemlich überraschend. Deshalb wurden verschiedene Versuche durchgeführt, um den herausgelösten Modifikatoranteil zu erhöhen. Durch Reduktion des Einzelfadentiters von 1,3 auf 0,9 den und durch die sich daraus ergebende Verkürzung der Diffusionsdistanz hoffte man, mehr Modifikator herauslösen zu können. Um den Übergang des Modifikators von den Fäden ins Spinnbad zu erleichtern, wurde die Oberflächenspannung des Spinnbades durch Netzmittelzugabe von ca. 60 auf 33 dyn/cm reduziert. Auch die Abwesenheit von solubilisierenden Zusätzen im Bad könnte vielleicht die schlechte Entfernbareit des MO-

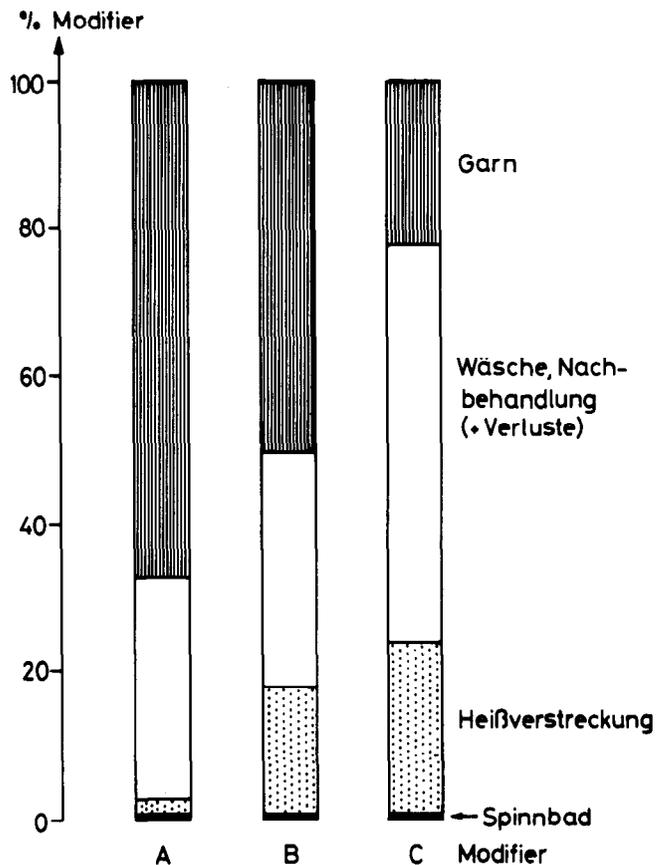


Abb. 5: Verteilung des Modifikators nach leichtem Waschen

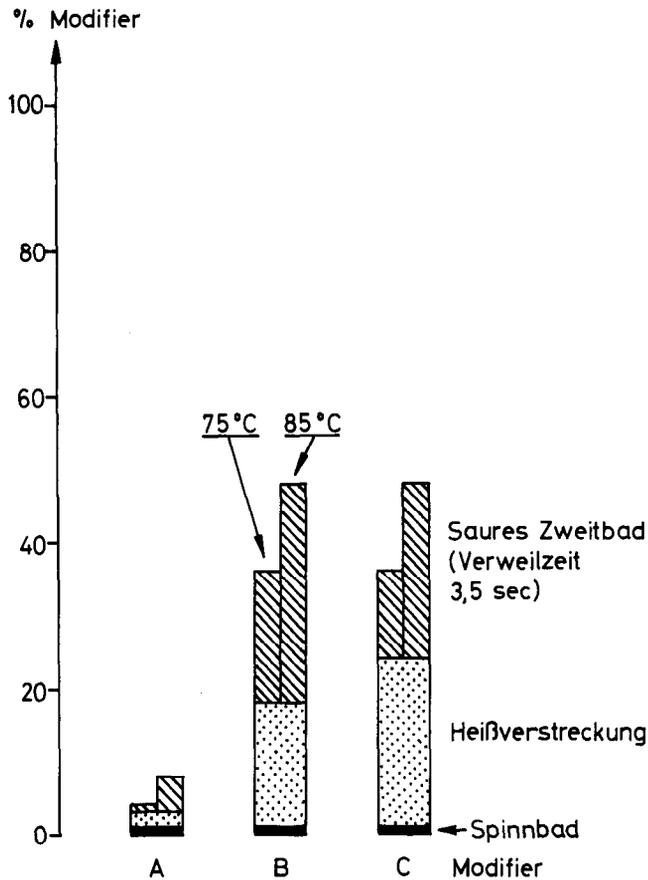


Abb. 6: Herauslösung des Modifikators im sauren Zweitbad

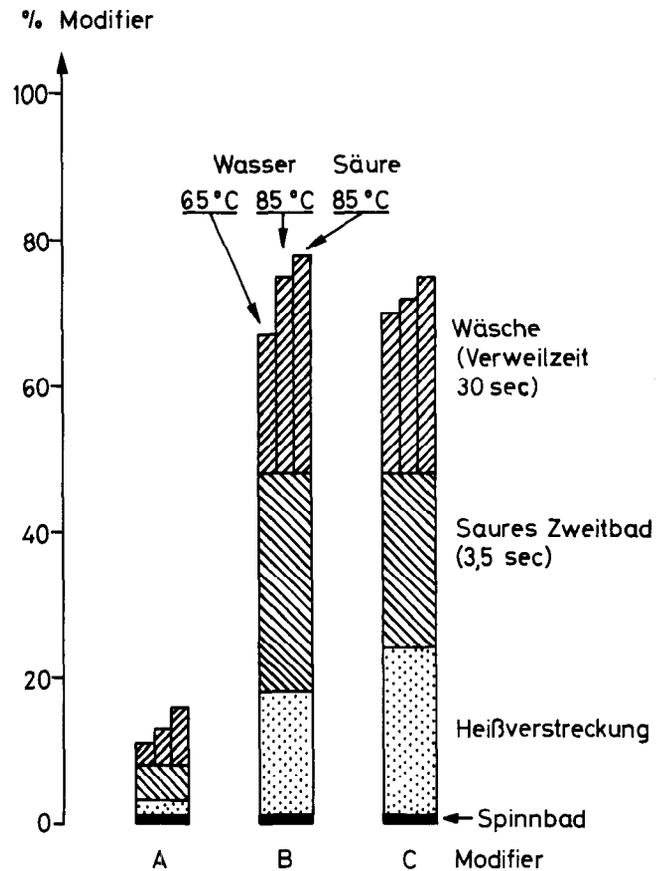


Abb. 7: Herauslösung des Modifikators bei verschiedenen Waschbedingungen

difikators erklären. Daher wurden Kontrollversuche mit einem Spinnbad, welches 1 g/l Dimethylamin (oder ein anderes Spinnhilfsmittel) enthielt, durchgeführt. Auch die Temperatur wurde bei einem Versuch von 45 auf 55°C erhöht.

Keiner dieser Versuche förderte jedoch die Herauslösung des Modifikators im Spinnbad. Die entfernte Menge betrug noch immer weniger als ein Prozent der gesamten zugegebenen Menge. Daher scheinen die Hauptfaktoren, die die Herauslösung des Modifikators im Spinnbad beeinflussen, der Neutralsalzgehalt und die Eintauchzeit zu sein. Wegen der kurzen Kontaktzeit wurde unter den gegebenen Bedingungen (Eintauchlänge 90 cm, Spinn geschwindigkeit 35 m/min) praktisch kein Modifikator herausgelöst.

Bei diesen Versuchen wurden weniger als 25 % Modifikator im Spinnbadkreislauf und im Heißver Streckbad gefunden. In den folgenden Versuchen wurde deshalb das Verhalten des Modifikators in den zirkulierenden sekundären Säure- und Waschbädern studiert.

Auf Grund gewisser Begrenzungen der vorhandenen Spinnmaschine betrug die maximale Kontaktzeit im sauren Zweitbad bei der verwendeten Spinn geschwindigkeit ungefähr 2,5 Sekunden. Der Einfluß der Temperatur wurde bei einem Zweitbad mit 3 % Schwefelsäure untersucht. Wie aus Abbil-

dung 6 hervorgeht, wird die Verbindung A nur in geringem Maße (1 % und 3 %) entfernt. Von Verbindung B und C wurden in dieser Stufe bei 75°C 18 bzw. 12 % herausgelöst und zurückgewonnen. Die entsprechenden Zahlen für 85°C sind 30 bzw. 24 %. Mit steigender Temperatur nimmt auch in dieser Stufe die Herauslösung des Modifikators beträchtlich zu.

Im Falle der potentiell leicht entfernbaren Verbindungen B und C können nicht mehr als 47 % zurückgewonnen werden. Diese Menge ist zwischen Heißver Streckung und saurem Zweitbad verteilt. Obwohl eine verlängerte Kontaktzeit im Zweitbad sicher die Herauslösung verbessern könnte, bleiben doch noch wesentliche Anteile des Modifikators zurück, die erst beim nachfolgenden gründlichen Waschvorgang entfernt werden.

Im folgenden wurde der Einfluß der Waschbedingungen studiert. Die kontinuierliche Waschzeit betrug 30 Sekunden, wobei sowohl destilliertes Wasser bei 65 und 85°C als auch angesäuerte Waschflüssigkeit von 85°C verwendet wurden. Die Wäsche wurde in einem getrennten Kreislaufsystem vorgenommen. Abbildung 7 stellt die Herauslösung des Modifikators während des Waschens unter verschiedenen Bedingungen dar. Die Ergebnisse zeigen, daß Verbindung A nur eine geringe Herauslösetendenz aufweist, und zwar 3 bis 8 %

(abhängig von den Bedingungen). Die Verbindungen **B** und **C** werden dagegen während der Wäsche zu 20 bis 30 % entfernt. Die Herauslösung wird durch erhöhte Waschtemperatur verbessert. Eine angesäuerte Waschflüssigkeit entfernt mehr Modifikator aus dem Garn als reines Wasser. Auf Grund der Protonisierung des N-Atoms im sauren Medium wird - wie schon früher erwähnt - das Modifikatormolekül kationisch geladen und der Polaritätsindex steigt. Wahrscheinlich ist dies für die geringe Erhöhung der Modifikator-entfernung verantwortlich, sobald man angesäuerte Waschflüssigkeiten verwendet.

Bei Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt es sich, daß die leichter entfernbaren Modifikatoren **B** und **C** zu fast 80 % unter den oben erwähnten Bedingungen in den Bäderkreisläufen wiedergefunden werden. Im Spinnbad wurde praktisch kein Modifikator herausgelöst, bei der Heißver Streckung dagegen ca. 20 bis 25 %. Die zurückbleibende Menge (ca. 50 %) scheint in diesem Falle zwischen dem sauren Zweitbad und den nachfolgenden Waschstufen ungefähr gleich verteilt zu sein.

Man muß recht vorsichtig sein, wenn man aus den Versuchen allgemeingültige Schlußfolgerungen ziehen will. Es gibt verschiedene Maschinenkonstruktionen für kontinuierliche und diskontinuierliche Spinnverfahren. An diversen Stellen können die Prozeßbedingungen auch bei der gleichen Maschinentype beträchtlich variieren. Der Sinn dieser Untersuchungen liegt nicht darin, Ratschläge zu erteilen, die direkt unter praktischen Bedingungen angewandt werden können. Die Intention besteht vielmehr darin, einige allgemeine Richtlinien aufzuzeigen und mit Vorschlägen zur Planung industrieller Prozesse beizutragen. Nichtsdestoweniger können im Falle der untersuchten Modifikatoren folgende allgemeine Schlußfolgerungen gezogen werden:

1. Im Hinblick auf die Herauslösung aus den Reyonfäden in die flüssige Phase liegen wesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Modifikatoren vor. Bei optimalen Prozeßbedingungen sind gewisse Verbindungen äußerst schwer aus den Fäden herauszulösen, andere Modifikatortypen dagegen leichter. Dies wird höchstwahrscheinlich von mehreren Faktoren beeinflusst. Einer der wichtigen Faktoren scheint der Polaritätsindex der Moleküle zu sein. Dieser wird sowohl durch die Äthylenoxydkettenlänge als auch durch die kationische Ladung des Moleküls bedingt.
2. Wegen der kurzen Kontaktzeit, dem hohen Salzgehalt und der niedrigen Temperatur ist die Herauslösung des Modifikators im Spinnbad unbedeutend.
3. Während der Heißver Streckung werden ca. 25 % Modifikator aus den Fäden entfernt und in die zirkulierende Flüssigkeit zurückgeführt. Wegen der strengen Einschränkungen hinsichtlich der Prozeßbedingungen in dieser Stufe kann diese Menge nicht wesentlich erhöht werden. Deshalb verbleibt die Hauptmenge des Modifikators auch nach diesem Stadium im Faden.

4. Der Hauptanteil des Modifikators muß in den darauffolgenden Stufen unter sauren Bedingungen und bei niedrigem Neutralsalzgehalt entfernt werden. Um so viel Modifikator wie möglich in dieser Stufe zurückzugewinnen, scheinen erhöhte Temperatur und lange Kontaktzeit zwischen den Fäden und der Flüssigkeit die wichtigsten Faktoren zu sein. Die Verteilung des herausgelösten Modifikators zwischen dem sauren Zweitbad und den Waschstufen hängt von der Temperatur und der Kontaktzeit in diesen Bädern ab. Durch die Wahl optimaler Bedingungen für diese Variablen kann die Verteilung des Modifikators zwischen diesen Stufen geregelt werden.
5. Da die Anwesenheit des Modifikators im Spinnbad und wahrscheinlich auch bei der Heißver Streckung eine gute Verspinnung gewährleistet, wird eine sorgfältige Planung der Modifikatorrückgewinnung und des Fließschemas empfohlen. Die Anwesenheit von Modifikatoren ist im allgemeinen in den ersten Stufen des Spinnsystems erwünscht, die Hauptmenge wird aber erst in den späteren Stufen zurückgewonnen. Deshalb soll der Modifikator mittels eines geeignet gekoppelten Fließschemas in einem Gegenstromverfahren durch das Spinnsystem geleitet und wiederverwendet werden. Auf diesem Wege können ökonomische Vorteile erzielt werden.
6. Um den restlichen Gehalt an Modifikatoren im Garn zu reduzieren - abgesehen von einem geeigneten Modifikator -, sind hinreichend hohe Temperaturen und lange Kontaktzeiten in den Sauerbädern und Waschstufen nach der Heißver Streckung erforderlich.

**Dank:** Die Autoren sind Frau Dipl.Ing. I. Fineman für ihre wertvolle Hilfe bei der Bestimmung der Polaritätsindizes und für die allgemeinen Diskussionen über die analytischen Aspekte dieser Arbeit zu Dank verpflichtet. Ebenso möchten sie Herrn Direktor H. Grunewald für seine freundliche Erlaubnis zur Veröffentlichung dieser Arbeit danken.

*(Übersetzung aus dem Englischen von Dr. I. Seebauer)*

Literatur:

- 1) S. Morimoto, Sen-i Gakkaishi 20(2), 87, 155 (1964)  
Ref. CA 1963, 4441
- 2) W.J. Alexander und R.D. Kross, Ind. Eng. Chem. 51(4), 535 (1959)
- 3) A.V. Few und R.H. Ottewill, J. Coll. Sci. 11, 34 (1956)
- 4) Information Nr. 4, Berol Aktiebolag, Gothenburg (Mai 1958)
- 5) V.R. Huebner, Anal. Chem. 34, 488 (1962)
- 6) I. Fineman, veröffentlicht in J. Am. Oil Chem. Soc.
- 7) H. Schmiedeknecht und W. Claus, Faserforsch. u. Textiltechn. 17(7), 313 (1966)

## Farbenwahrnehmung (II. Teil\*)

Dipl.Ing. Kurt Eugen Rössel  
Chemiefaser Lenzing AG., Lenzing

Im zweiten Teil dieser Arbeit werden die Grundlagen des C.I.E.-Systems der Farbmessung besprochen. Aus Wellenlänge und Intensität des einfallenden, sowie aus dem Anteil des von einem Körper reflektierten Lichtes läßt sich eine physikalische Kenngröße jeder Färbung berechnen. Aus der additiven Mischung der drei Grundfarben Rot, Grün und Blau entsteht der Farbeindruck des monochromatischen Lichtes.

Optische Messungen auf Grund des C.I.E.-Systems sollen die subjektiv beeinflusste Beurteilung von Farbnuancen durch den Koloristen ergänzen bzw. ersetzen.

Part II of this article deals with the fundamentals of the C.I.E.-system employed in colorimetry. A physical characteristic can be calculated for any given coloration from the wave-length and intensity of the incident light and the proportion of light reflected by a given body. The color impression of monochromatic light is based on the cumulative mixture of the three primary colors of red, green and blue.

Optical measurement on the basis of the C.I.E.-system is intended to supplement and/or replace the subjective evaluation of color shades by colorists.

Wir haben uns schon früher mit dem Problem der Farbenwahrnehmung sowie mit den Auswirkungen der subjektiven Beobachtung befaßt und festgestellt, daß dies ein Reiz, ein individueller Sinneseindruck ist, dessen Auswirkung von subjektiven Eigenschaften überdeckt werden kann. Nachdem es aber für eine einheitliche Beurteilung und einen kontinuierlichen Produktionsablauf erforderlich ist, ein absolutes Maß zu besitzen, gehen schon jahrelange Bemühungen dahin, Aussagen über Farbe und Farbenwahrnehmung auf objektive Art zu gewinnen, vor allem um auch jederzeit reproduzierbare Ergebnisse zur Hand zu haben. Es geht darum, die physikalischen Eigenschaften einer Färbung zu definieren. Mit Hilfe der Farbmetrik würden sich Aussagen über die Farbe machen lassen.

Zunächst war es nötig, aus einer Vielzahl subjektiver Beobachtungen eine Basis für die Definition des Farbsehens zu finden. Bereits im vorhergehenden Artikel (siehe Fußnote) haben wir das Verhältnis von Licht zu Farbe im Wellenlängenbereich 400 bis 700 m $\mu$  ausführlich erläutert. Wir wollen nochmals die wichtigsten Punkte zusammenfassen:

Größen, die einen Farbeindruck hervorrufen, sind einerseits die *Intensität* des einfallenden Lichtes und andererseits die *Remissionskurve* des Körpers, jeweils gegen die Wellenlänge  $\lambda$  aufgetragen. Wir wissen, daß gefärbte Gegenstände nur dann farbig wirken, wenn sie vom Licht bestrahlt werden. Die *Lichtfarbe*, das heißt die spektrale Energieverteilung, ist maßgebend für das Aussehen eines Gegenstandes. Das Auge kann aber auch eine ungleiche spektrale Energieverteilung als gleichartig empfinden.

Um nun wirklich gleiche Farben zu definieren, ist es die Aufgabe der *Farbmessung*, die tatsächliche Energieverteilung der Strahlung festzustellen, wobei auch die relative Energieverteilung der Lichtquellen als bekannt vorausgesetzt wird. Es werden zwei Normlichtquellen genannt:

1. Normlicht C - entspricht der Energieverteilung des mittleren Tageslichtes, und
2. Normlicht A - entspricht dem Glühlampenlicht.

Die Farbmessung verlangt, daß die Strahlung auf den farbigen Gegenstand fällt und von diesem - wenigstens zum Teil - reflektiert wird (es muß zumindest teilweise Lichtundurchlässigkeit bestehen). Der reflektierte Anteil bestimmt den spektralen *Remissionsgrad*; dieser ist das Verhältnis des von einem Gegenstand bei einer bestimmten Wellenlänge remittierten Lichtes zu jenem Licht, das von einer ideal weißen Fläche reflektiert wird. Von einer mattweißen Fläche wird sämtliches Licht diffus in den Raum zurückgeworfen.

Der spektrale Remissionsgrad ( $R_\lambda$ ) ist eine Verhältnißgröße, die nicht von der Energieverteilung des Lichtes abhängt. Bei Auftragung gegen die Wellenlänge  $\lambda$  ergibt sich die Remissionskurve als physikalische Kenngröße für jede Färbung. Daraus läßt sich ein Zusammenhang mit der Farbstoffkonzentration errechnen. Für die Farbempfindung ist das Produkt aus  $E_\lambda \cdot R_\lambda$  maßgebend (Abb. 1).

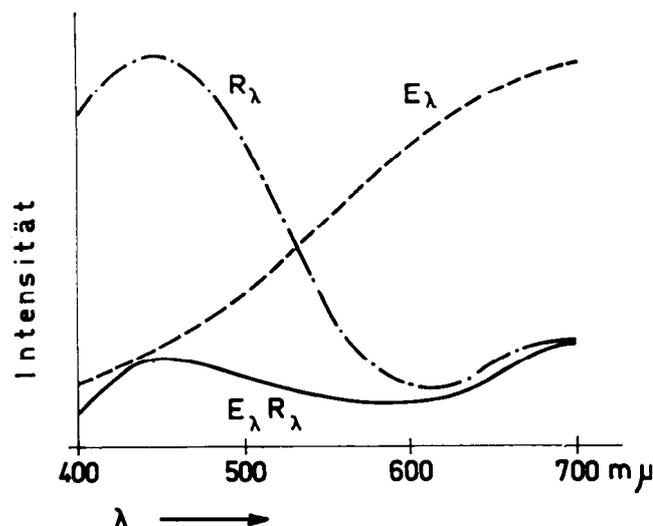


Abb. 1: Spektrale Intensitätsverteilung  $E_\lambda R_\lambda$  eines beleuchteten Körpers

$E_\lambda$  = Intensitätsverteilung des einfallenden Lichtes

$R_\lambda$  = Remissionskurve des Körpers

\*) I. Teil in Heft 23 der „Lenzinger Berichte“, Seite 75-87 (1967)

Körperfarben mit verschiedenen Remissionskurven können dem Beobachter denselben Farbeindruck vermitteln - sie sind bedingt gleich oder *metamer* (aber nur unter bestimmten Beleuchtungsverhältnissen). Wenn Körperfarben auch identische Remissionskurven aufweisen, sind sie unbedingt gleich.

Die *Mischung* einer Farbe wird vom Auge niemals als Mischung - sei sie nun additiv oder subtraktiv - empfunden, sondern immer nur als einheitliche Farbe. Das additive Mischen der drei Grundfarben Rot, Grün und Blau mit einer entsprechenden Variation der relativen Intensitäten erlaubt die Herstellung sehr vieler Farben und -nuancen. Auf diesem additiven System baut sich nun die Farbmeßmethode auf.

Im Dreifarbensystem bestimmt der Anteil je einer der drei Grundfarben die Farbe - es läßt sich daraus eine eindeutige Definition ableiten. Jede Farbe erhält dadurch ein charakteristisches Kennzeichen in den drei monochromatischen Grundfarben mit den Wellenlängen:

- Rot . . . . . = 700,0 m $\mu$
- Grün . . . . . = 546,1 m $\mu$
- Blau . . . . . = 435,8 m $\mu$

Durch Abstufung der Intensität der Grundfarben erhält man in der Mischung alle vergleichbaren Farben, allerdings nicht nur durch additives Mischen allein. Es ist nötig, gelegentlich Farbbestimmungen mit zwei positiven und einem negativen (d.h. subtraktiven) Anteil durchzuführen. Letzterer kann auf das Vergleichsmuster bezogen werden. Jeder Farbenvergleich ist vom Beobachter abhängig. Im großen Durchschnitt haben 90 Prozent aller Menschen normale Farbempfindlichkeit. Das einfarbige monochromatische Licht wird durch die von der Wellenlänge abhängigen drei Zahlen  $\bar{r}_\lambda$ ,  $\bar{g}_\lambda$  und  $\bar{b}_\lambda$  bestimmt.

Die Mischung der drei Grundfarben  $\bar{r}_{500}$ ,  $\bar{g}_{500}$  und  $\bar{b}_{500}$  bewirkt den Farbeindruck des monochromatischen Lichtes von 500 m $\mu$ , wobei diese Größen die *Intensität* angeben. Rechnerisch ist jedoch die negative Größe  $\bar{r}_{500}$  sehr unhandlich, weshalb man sie stets durch eine geeignetere Definition und Auswahl zu vermeiden sucht. Dies gelingt, wenn man zum Beispiel für Rot, Grün und Blau die drei fiktiven Normvalenzen X, Y und Z einsetzt. Diese Normvalenzen sind eine Rechnungshypothese und führen zu einem System, welches 1931 durch die C.I.E. (Commission Internationale de l'Eclairage) festgelegt wurde. Hierbei werden drei neue *Normspektralwerte* ( $\bar{x}_\lambda$ ,  $\bar{y}_\lambda$  und  $\bar{z}_\lambda$ ) definiert, die positiv sind, das heißt also, daß das monochromatische Licht dem Gemisch der drei Grundfarben  $\bar{x}_\lambda$ ,  $\bar{y}_\lambda$  und  $\bar{z}_\lambda$  unter Bezug auf dieselbe Farbempfindung entspricht.

In diesem System der C.I.E. ist auch die Augenempfindlichkeitskurve für Normalbeobachter enthalten, die der Helligkeit eines Farbreiz entspricht, der der Kurve  $y_\lambda$  angepaßt wurde. Somit korrespondiert jeweils der Y-Wert mit der Hellempfindlichkeitskurve des Auges. Wenn man eine Farbe,

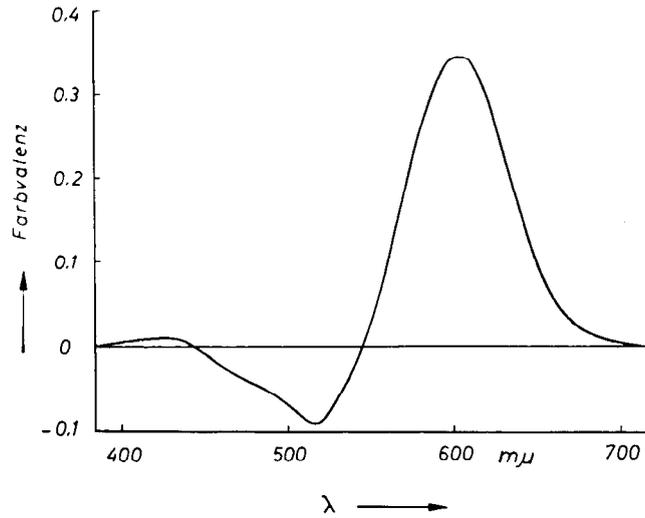


Abb. 2a

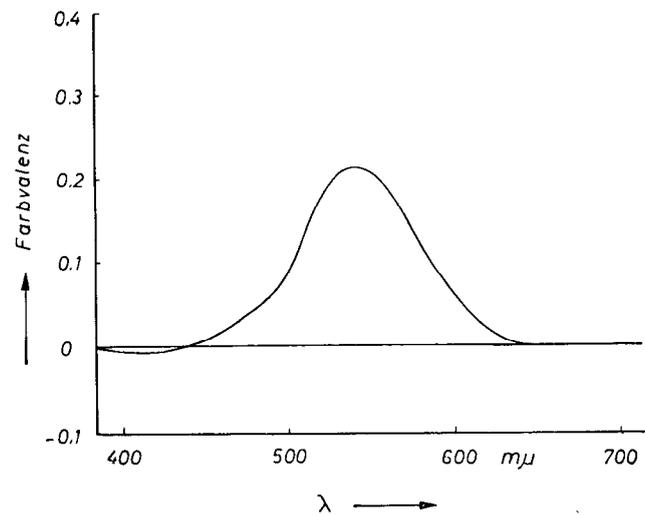


Abb. 2b

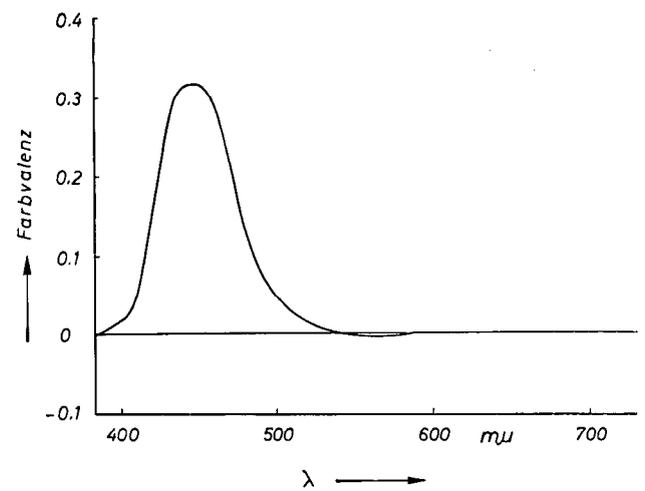


Abb. 2c

Abb. 2: Eichung der Spektralfarben mit Hilfe von drei Primärfarben

deren spektrale Energieverteilung  $E_\lambda \cdot R_\lambda$  bekannt ist, definieren will, so muß man vorerst die Anteile der drei Grundfarben, die nötig sind, um die Körperfarbe für die gegebene Wellenlänge zu bestimmen, wie folgt festlegen:

$$E_\lambda \cdot R_\lambda \cdot \bar{x}_\lambda$$

$$E_\lambda \cdot R_\lambda \cdot \bar{y}_\lambda$$

$$E_\lambda \cdot R_\lambda \cdot \bar{z}_\lambda$$

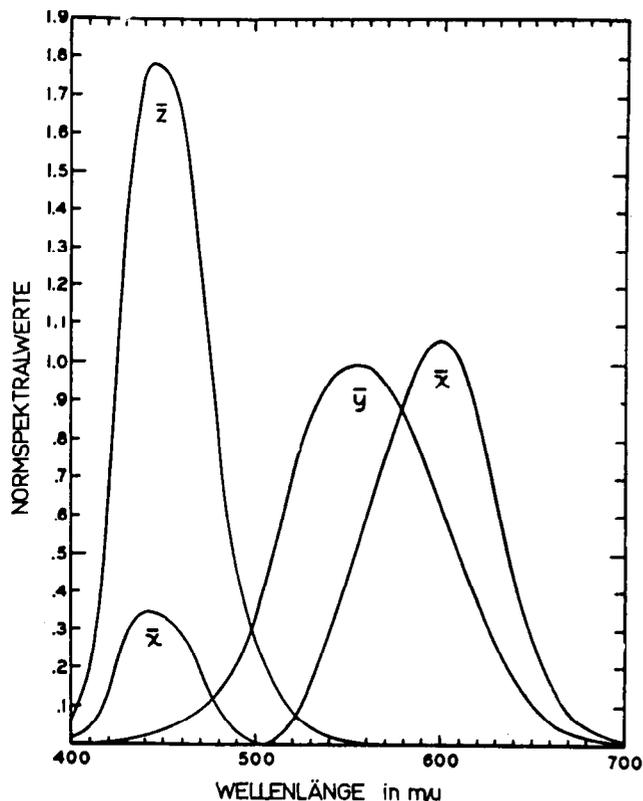


Abb. 3: Normspektralwertkurven für das C.I.E.-System

Obige Werte sind für alle Wellenlängen des sichtbaren Bereiches und für jede einzelne Wellenlänge des Spektrums gültig. Es gelten somit die Integrationsformeln:

$$X = \int_\lambda E_\lambda \cdot R_\lambda \cdot \bar{x}_\lambda \cdot d\lambda$$

$$Y = \int_\lambda E_\lambda \cdot R_\lambda \cdot \bar{y}_\lambda \cdot d\lambda$$

$$Z = \int_\lambda E_\lambda \cdot R_\lambda \cdot \bar{z}_\lambda \cdot d\lambda$$

Dies sind nun die Normfarbwerte (d.h. die drei virtuellen Grundfarben), deren additive Mischung dem Normalbeobachter dieselbe Farbempfindung vermittelt wie ein Körper mit der Remissionsverteilung  $E_\lambda \cdot R_\lambda$ . Durch sie wird eine Farbe charakterisiert. Man kann die drei Größen nur in einem dreifachen Koordinatensystem exakt darstellen, wobei die Gesamtheit aller Punkte den Farbkörper ergibt. Aus

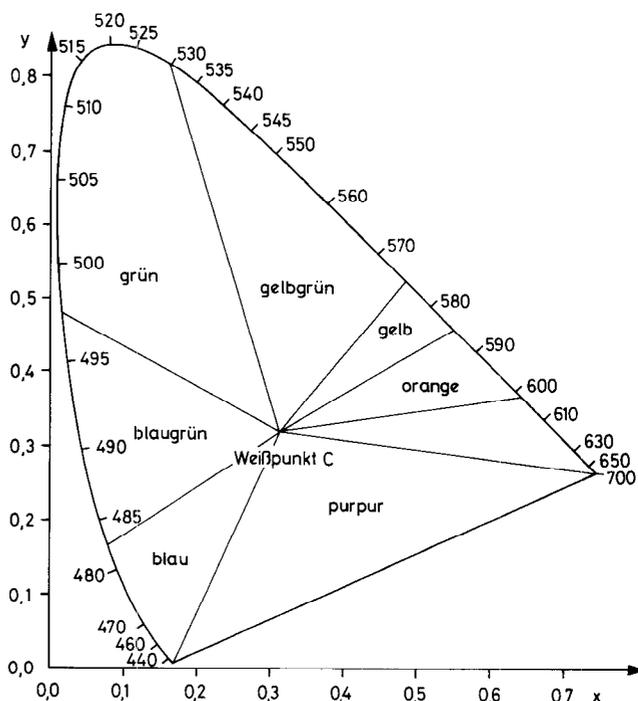


Abb. 4: C.I.E.-Normtafel

Zweckmäßigerweise verwendet man hierzu jedoch eine zweidimensionale Farbtabelle. Kennzeichnend für die Art der Farbe ist das Verhältnis der Normfarbwerte X, Y und Z nach folgender Definition:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}; \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}; \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

Somit ergibt  $x + y + z = 1$ ; z ist bestimmt, wenn x und y vorgegeben sind. Darum ist  $x + y \leq 1$ , und alle Punkte liegen bei rechtwinkligen Koordinaten innerhalb eines Dreiecks. Allerdings sind nicht alle Punkte dieses Dreiecks durch reelle Farben „belegt“, sondern nur jene innerhalb einer Fläche, die teils durch die Purpurlinie, teils durch den Spektralfarbenzug begrenzt ist. Die gesättigten Farbtöne liegen beim Spektralfarbenzug und auf der Purpurlinie, der „Unbuntpunkt“ (Weiß bis Schwarz mit allen Grautönen) bei  $x = y = z = \frac{1}{3}$ .

Mischt man zwei Farben additiv, so liegt die resultierende Mischfarbe auf der Verbindungslinie der Bestimmungspunkte. Die Abstände des Punktes für das Gemisch von den Farbpunkten der Einzelkomponenten stehen in reziprokem Verhältnis zu den gemischten Mengen. Das gilt auch für die Farben auf dem Spektralfarbenzug bzw. auf der Purpurlinie bei der Mischung mit Weiß. Auf diese Weise kann man jede Farbe mit Hilfe der farbtongleichen Wellenlänge auf dem Spektralfarbenzug sowie durch das Verhältnis der Strecke vom Unbuntpunkt zum entsprechenden Punkt auf dem Spektralfarbenzug definieren und den spektralen Anteil daraus ablesen (Helmholtz-Maßzahlen).

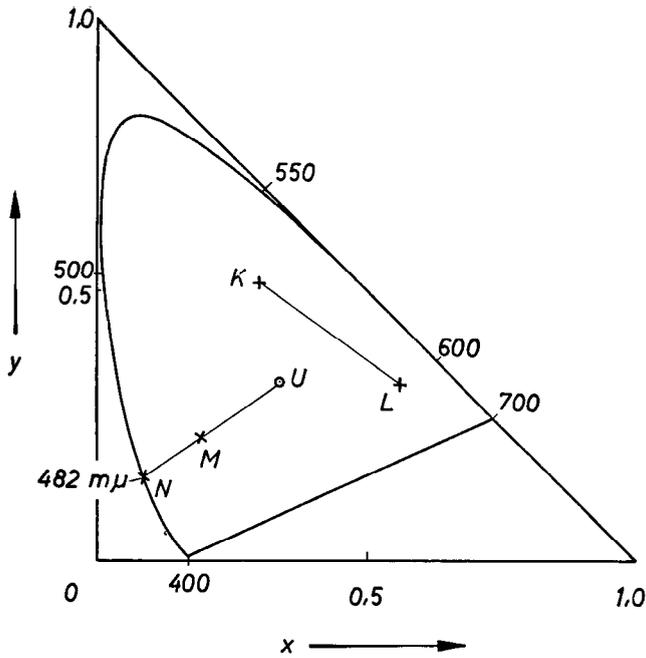


Abb. 5: Farbtafel

Die C.I.E.-Farbtafel gilt streng genommen nur für die Strahlung, die in das Auge gelangt. Für Farbkörper, das heißt für Körper, deren Farbe bestimmt werden soll und die nicht selbstleuchtend sind, entsteht ein Farbreiz aus der Resultierenden zwischen dem Absorptionsspektrum des Körpers und dem Strahlungsspektrum der zur Beleuchtung benutzten Lichtquelle. Daher gelten für die Anteile der drei Grundfarben mit dem Faktor  $k$  die früher genannten Integrationsformeln:

$$k \cdot X = \int_{\lambda} E_{\lambda} \cdot R_{\lambda} \cdot \bar{x}_{\lambda} \cdot d_{\lambda} \text{ usw.}$$

$k$  hängt von der zur Beleuchtung verwendeten Lichtquelle ab.

Die Genauigkeit beim Vergleich von Farben hängt davon ab, inwieweit ein Beobachter zwei Farben als ungleich empfindet, deren Farbörter in der Farbtafel noch nicht beisammen liegen. Durch zahlreiche Versuche hat diese Definition für den Durchschnittsbeobachter ergeben, daß Ellipsen verschiedener Größe in das Farbdreieck gelegt werden können, in deren Flächen Farbunterschiede nicht wahrgenommen werden. Vergleiche zwischen Farben, die innerhalb und außerhalb der Ellipse liegen, weisen dagegen Unterschiede auf, wobei die Abstufungen dementsprechend differieren.

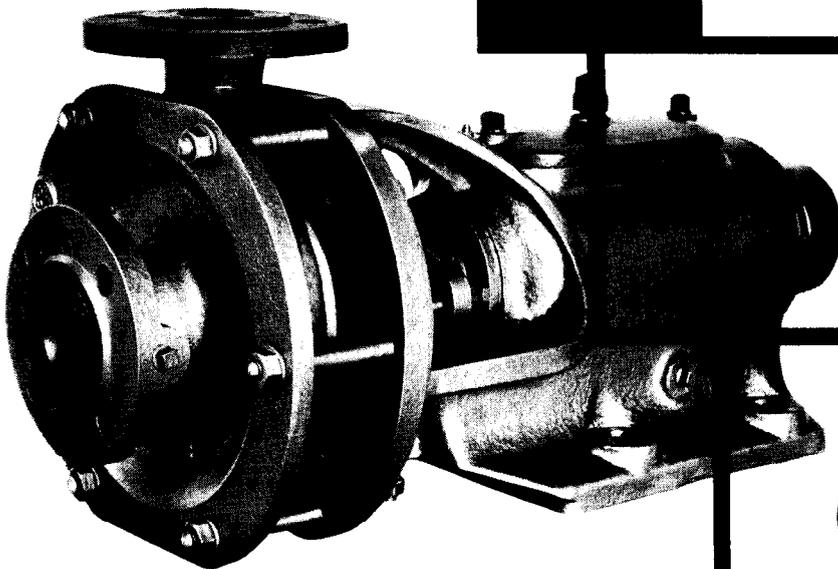
*Das ist die*

# Chemie-Pumpe

für alle Anforderungen

## RCE

4 Wellenabdichtungen nach dem Baukastensystem



**RHEINHÜTTE** Wiesbaden-Biebrich

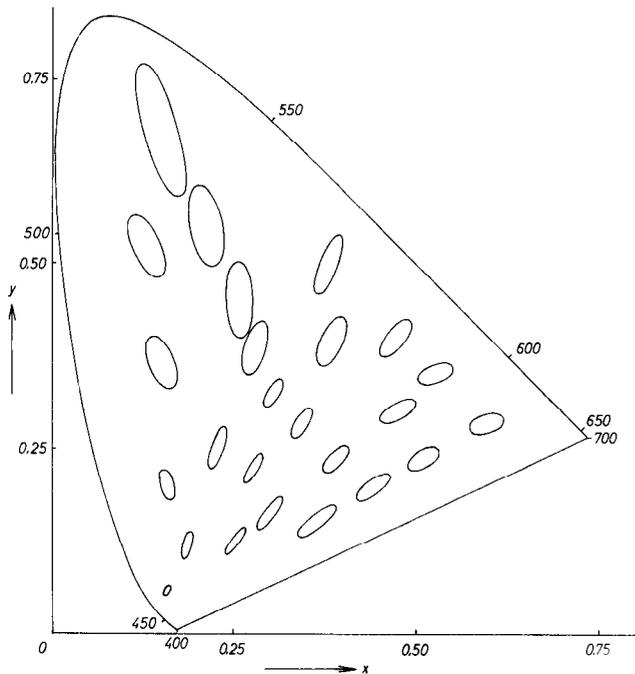


Abb. 6: Mac Adam-Ellipsen, zehnfach vergrößert.

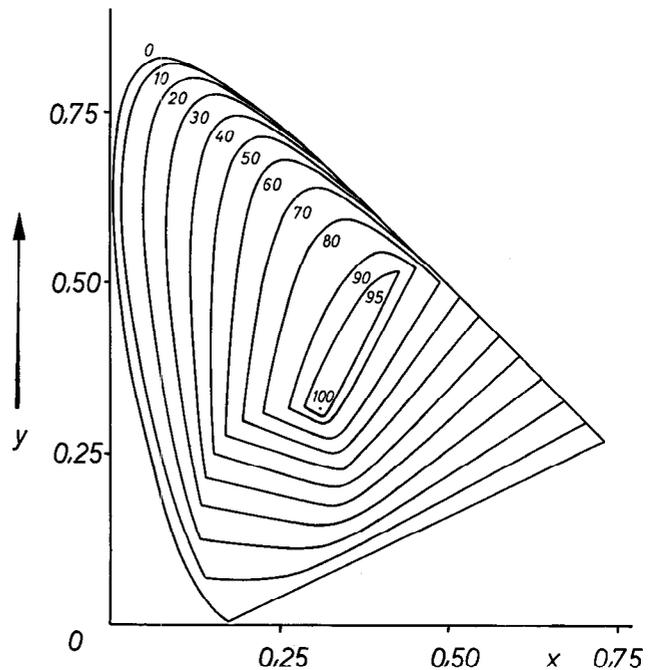


Abb. 7

Die Größe des Schwellenwertes, welche in der Farbtafel durch die bereits erwähnten Ellipsen dargestellt ist, gilt nur für die konstante Helligkeit. Für helle Farben bedeutet ein kleiner Meßfehler im Remissionsgrad bloß eine geringe Abweichung, für dunkle Töne verändert dagegen derselbe physikalische Fehler die empfindungsgemäße Größe der Helligkeit bedeutend stärker. Das heißt also: Je dunkler die Farbe, desto größer muß die hierfür aufgewendete photometrische Genauigkeit sein.

Mit der Farbtafel und ihren Koordinaten  $x$  und  $y$  ist zwar die Farbart, aber noch nicht die Helligkeit festgelegt. Hierzu benötigt man einen dreidimensionalen Farbkörper, den *Rösch* und *Mac Adam*, auf das C.I.E.-System aufbauend, beschrieben haben. Die beiden Koordinaten  $x$  und  $y$  werden selbstverständlich wieder verwendet, man führte jedoch noch den Normfarbwert  $Y$  (d.i. der Hellbezugswert) als farbmtrische Größe und dritte Koordinate ein. Dieser C.I.E.-Farbkörper hat die Form eines Berges, dessen Basis vom Spektralfarbenzug bzw. der Purpurlinie gebildet wird. Seine Form hängt von der Lichtquelle ab, wobei sich die Spitze jeweils verschieben kann. Die Höhenquoten umschließen Flächen mit gleichem „Hellbezugswert“. Ist zum Beispiel  $x = 0,2$  und  $y = 0,5$  (für Grün), dann können die Hellbezugswerte nicht höher als 60 liegen. Dies entspricht auch der Optimalfarbe auf der Oberfläche des Farbkörpers. Auf dem Spektralfarbenzug und auf der Purpurlinie ist der maximal mögliche Hellbezugswert gering (fast null). Die Graustufen mit den Koordinaten  $x = y = \frac{1}{3}$  haben Hellbezugswerte zwischen Null (für Schwarz) und 100 (für Weiß). Der Farbkörper ist nicht symmetrisch; daraus ergeben sich für verschiedene Farben in den maximal möglichen Hellbezugswerten erhebliche Unterschiede (Abb. 7).

Aus den vorerwähnten Ausführungen resultieren folgende Möglichkeiten zur praktischen Farbmessung (Abb. 8):

Mit dem Reflexionsspektralphotometer ist die Messung von Körperfarben vollkommen und einwandfrei möglich. Der Apparat besteht im wesentlichen aus zwei Teilen: dem Monochromator und der Reflexionseinheit mit der Ulbrichtschen Kugel. Letztere weist je eine Aussparung für den Weißstandard und das Farbmuster auf. Ein schwingender Spiegel wirft auf beide Proben (Weißstandard und Farbe) abwechselnd einen Lichtstrahl, dessen Remissionswert von einer Photozelle aufgenommen wird; es wird das Verhältnis beider Remissionsintensitäten als Funktion der Wellenlänge aufgezeichnet. Aus der Remissionskurve  $R_\lambda$  kann man die Normfarbwerte  $X$ ,  $Y$  und  $Z$  errechnen.

Anlagen mit eingebautem Integrator, die  $X$ ,  $Y$  und  $Z$  direkt angeben, sind zwar in Benützung, aber relativ teuer. Im allgemeinen wird man sich zunächst mit der numerischen Methode der Auswahlkoordination nach *Schultze* begnügen, deren Ergebnisse mit einem modernen Elektronenrechner rasch auswertbar sind.

Bei den Dreifilterinstrumenten werden statt des Monochromators drei austauschbare Filter eingesetzt, deren spektrale Durchlässigkeit ungefähr den drei Normspektralwertkurven entspricht. Die Lichtquelle (mit Tageslichtfilter) wirft das Licht in die Ulbrichtsche Kugel, und das diffus reflektierte Licht von Standard und Muster fällt durch das Filter auf den Empfänger. Man erhält dadurch direkte Anzeigen von  $X$ ,  $Y$  und  $Z$  (jeweils durch das  $\bar{x}$ -,  $\bar{y}$ - und  $\bar{z}$ -Filter). Allerdings ist es fertigungstechnisch außerordentlich schwierig,  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  und  $\bar{z}$  exakt zu erhalten, sodaß infolgedessen auch die Absolutwerte entsprechend ungenau sind. Diese Meßmetho-

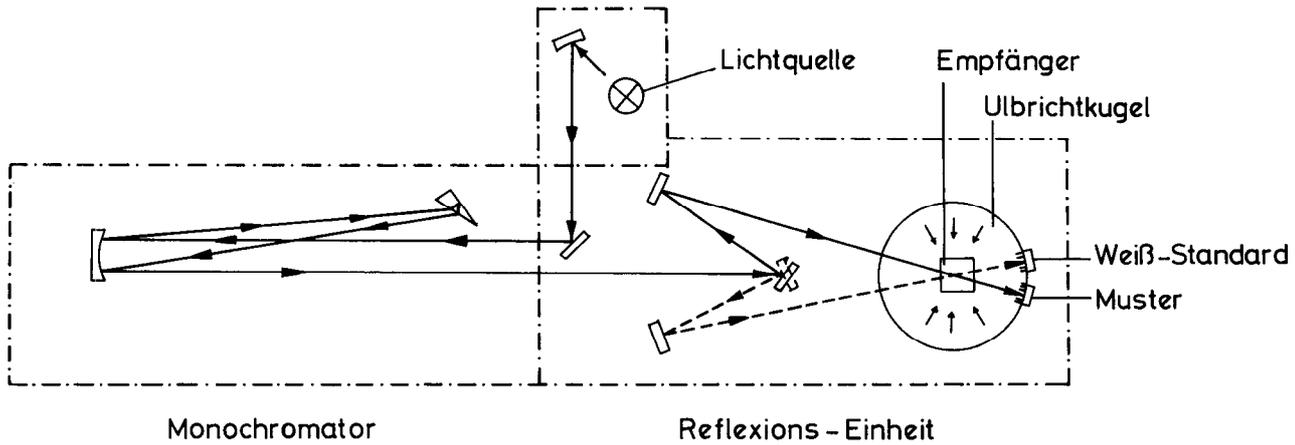


Abb. 8: Reflexionsspektralphotometer

de erweist sich jedoch für die Erfassung von Relativwerten in großer Anzahl, auch bei kleinen Differenzen, als sehr gut brauchbar.

So ermöglicht es das C.I.E.-System, eine Körperfarbe durch drei Zahlen einwandfrei zu charakterisieren. Es ist grundlegend für alle Anwendungsbereiche der Koloristik und wird in weiterer Folge dazu führen, daß auch Farbtoleranzen objektiv festgelegt werden können. Optische Messungen und dazugehörige, entsprechend geeignete Auswertverfahren sollen die subjektiv beeinflusste Beurteilung der Koloristen ergänzen bzw. ersetzen. (Es ist einmal nicht daran zu zweifeln, daß das ausgeruhte Auge andere Farbvergleiche feststellt, als das durch Licht bzw. Überanstrengung ermüdete!) Ferner ist auch noch zu berücksichtigen, daß das C.I.E.-System für 90 Prozent aller Menschen gilt und daß subjektive Unterschiede in allen Bereichen des Farbsehens bestehen können. Andererseits werden aber auch physikalisch verschiedene Farben oft als gleich empfunden.

Bei der Beurteilung von Farbunterschieden ist es sicherlich wichtig, daß gewisse Mindestanforderungen (sie variieren individuell) beachtet werden, und zwar:

- Einhaltung eines Mindestmaßes von Helligkeit (50 Lux);
- Schwingelgleichheit bei der Betrachtung, da eine Änderung der Farbe außerhalb des Schwinkels möglich ist;
- Ausschaltung des Glanzes;
- Gleichartigkeit der Beleuchtungsverhältnisse.

Sicherlich ist die Größe der gerade noch tolerierbaren Farbunterschiede ein Streitpunkt, der empfindungsgemäß und subjektiv differiert. Auch nach Mac Adam entsprechen gleichen Abständen zwischen den Farbpunkten in der Farbtafel Farbunterschiede, die nicht als gleich groß empfunden werden. Die quantitative Bewertung von Ton- wie auch von Reinheitsdifferenzen ist problematisch. Aus diesem Grund ist der Kolorist unersetzbar. Routineuntersuchungen bzw.

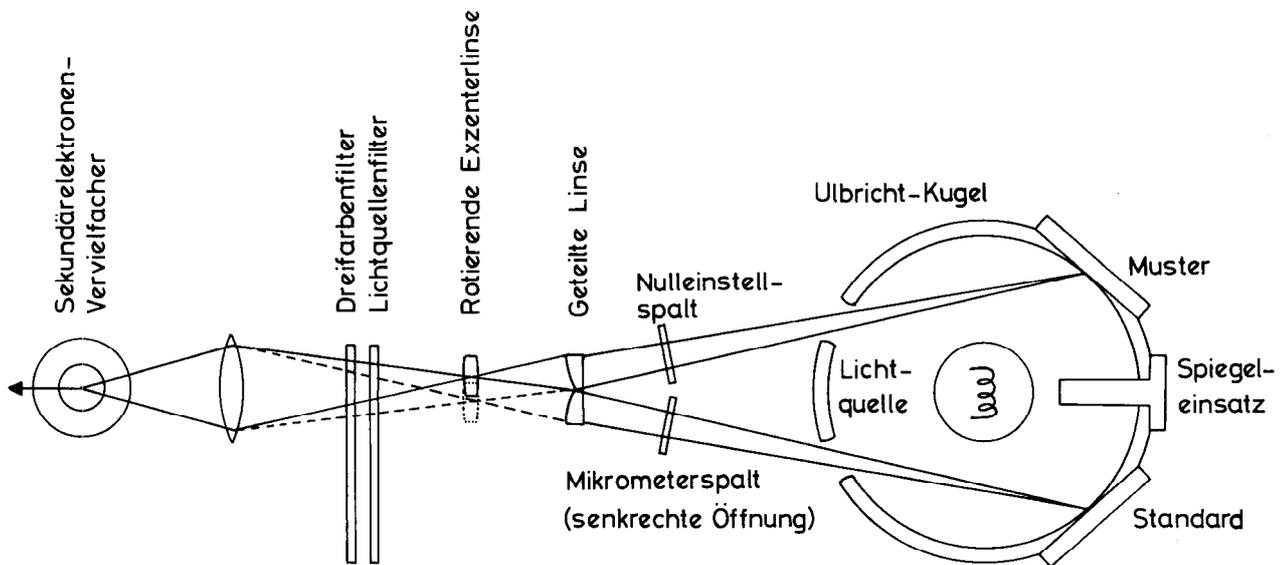


Abb. 9: Dreifilterinstrument

-beurteilungen kann man jedoch einem Meßgerät übertragen, vor allem dann, wenn solche in großer Anzahl anfallen und das Auge des Koloristen ermüden, das sich auch durch andere Reize, wie Abendfarbe etc., ablenken läßt. Auf diese Weise würden subjektive Abschätzungen durch objektive Messungen ersetzt: einerseits zur Festlegung und Kontrolle der Einhaltung von Farbtoleranzen, andererseits zur Einsparung von Zeit und Arbeitskräften bei der Rezeptur.

Voraussichtlich sind Farbzepturen, die mit Hilfe der objektiven Farbmessung formuliert wurden, nicht ohneweiters durchschaubar. Ein gewisser mathematischer Aufwand - dessen Ausarbeitung jeweils einen Spezialisten erfordert - ist mit den vorhandenen Rechenanlagen durchaus vertretbar. Als Vorteile ergeben sich aber daraus die Rationalisierung der Nachstarbeiten mit einer Verringerung der Nachstellschritte, sowie eine Qualitätssteigerung. Der große Nachteil liegt allerdings darin, daß nur die Anwendung hochwertiger Geräte zum Ziel führen kann, weil nur diese eine entsprechende Genauigkeit besitzen. (Minderwertige Geräte sind untauglich und führen zu Fehlurteilen!) Der Mensch soll sich dieser Apparate so rationell wie möglich bedienen und die Ergebnisse kritisch beurteilen, die subjektive Beurteilung durch den Fachmann darf deshalb aber keineswegs entfallen.

## Literatur:

- 1) W. Schultze; Farbenlehre und Farbmessung  
Springer-Verlag, 1966
- 2) P.J. Bouma; Farbe und Farbwahrnehmung  
Philips Technische Bibliothek, 1951
- 3) A. Berger, A. Brockes; Farbmessung in der Textilindustrie  
Bayer-Farben-Revue, Sonderheft 3, 1964
- 4) M. Richter; Kennzeichnung von Farben durch Messen oder Farbsysteme. VDI-Z. 98, 761 (1956)
- 5) W.D. Wright; Farbe und Farbmessung. Instrumentale Meßverfahren. Farbentheorie und Farbmessung in der Textilindustrie und Färberei.  
CIBA-Rundschau 1961(2), S. 2
- 6) DIN 5031 - Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik  
DIN 5033 - Farbmessung  
DIN 6163 - Farben und Farbgrenzen für Signallichter  
DIN 6164 - Farbkarte  
DIN 6169 - Farbwiedergabe
- 7) R. Zbinden; Grundlagen der Farbmetrik  
Textil-Rundschau 18(5), 233 (1963)
- 8) E. Ganz; Farbmetrik und Koloristik  
Textil-Rundschau 18(5), 242 (1963)
- 9) K. Thurner; Farbmessung und Farbmeßtechnik  
Z.f.d.ges. Textil-Ind. 64, 1085 (1962)

# BÖHLER

Gebr. Böhler & Co., AG, Wien I,  
Elisabethstraße 12, Tel. 57 35 35  
Lager: Wien XVII, Comeniusg. 11

## Edelstähle in der Textilindustrie

Bei der Herstellung von Textilien stehen — angefangen vom Rohmaterial bis zum Fertigerzeugnis — auch Maschinen und Apparate aus rost- und säurebeständigen Stählen in Verwendung. Das vielseitige BÖHLER-Erzeugungsprogramm bietet für die Anwendungsbereiche der Textilindustrie:

**Halbfabrikate:** Bleche, Stabstahl, Schweißelektroden, Böden, Guß- und Schmiedestücke usw. **Apparatebau:** Apparate, Behälter, Rasten, Wärmeaustauscher, Siebe; **Rohre:** geschweißte Rohre jeder Abmessung, Formstücke, Verrohrungen.

In Fragen der Materialauswahl und bei allen damit in Zusammenhang stehenden Problemen lassen Sie sich bitte von unseren erfahrenen Fachtechnikern beraten.

## Von der österreichischen Kleidung zum „Austrian Look“

### Ein Beitrag Österreichs zur Weltmode

Lucie Hampel

Modesammlungen der Stadt Wien, Wien-Hetzendorf

Im Verlauf eines historischen Rückblicks vom 18. Jahrhundert bis in die Gegenwart werden einzelne Beiträge Österreichs zur Weltmode erwähnt, vom „Biedermeierstreifen“ bis zur Vorarlberger Stickerei. Starken Einfluß übte auch die alpenländische Volkstracht auf einen Teil der Mode aus. Nach dem Ersten Weltkrieg begann sich das Dirndl allgemein als Sommer- und Hauskleid durchzusetzen. Nach 1950 wurde der Begriff „Austrian Look“ geprägt, der heute - außer dem Dirndl - auch Sportkleidung, Kostüme, Mäntel und Accessoires umfaßt. Der kleidsame und unerhört wandlungsfähige Austrian Look ist heute in aller Welt beliebt. Seine Ausläufer reichen bis in die letzten Winkel der Mode, wie zum Beispiel die Unterkleider mit Bauernröschchen, die Schnallenschuhe, die rotgestreiften Regenschirme, ja bis zu den handgewebten Tischtüchern und den Korbflechterarbeiten.

Some of Austria's contributions to international fashions, ranging from Biedermeier stripes to Vorarlberg embroidery, are mentioned in reviewing fashion developments from the 18th century to this day. National costumes of the Alpine regions have largely influenced some fashion sectors. After World War I, the Dirndl began to assert itself everywhere for summer wear and as a house dress. The Austrian Look was conceived after 1950, and - quite apart from the Dirndl - can be observed in today's sportswear, suits, coats and accessories. The becoming and exceedingly variable Austrian Look has gained popularity all over the world. Its offshoots reach down to the last fashion details, as exemplified by slips adorned with rustic roses, buckled shoes, umbrellas with red stripes, and even hand-woven table cloths and basketry.

In diesem Artikel soll auf jene Tendenzen der Mode hingewiesen werden, die ihre Wurzeln in Österreich haben. Diese sind in der Landschaft, in den Menschen und in deren Trachten zu suchen. Trotzdem wird die Volkstracht nur insoweit aufgezeigt, als dies für Gegenüberstellungen notwendig ist, denn sie selbst bleibt ja heimatgebunden. Nur was die Mode davon übernahm, das ging und geht in die Ferne.

Auch die Wiener Mode wird nur besprochen, sofern sie für die österreichische Kleidung und für den Austrian Look von Einfluß ist\*).

\* ) Siehe Lenzinger Berichte, Heft 7 (1959): „Die Wiener Mode seit der Weltausstellung im Jahre 1873“.

Schon im 13. Jahrhundert wurden verschiedene Neuerungen in der Mode durch die Kreuzzüge und die damit verbundene Bekanntschaft mit arabischen und byzantinischen Kleidformen ausgelöst. Knapp nach 1300 erzählt darüber ein Anonymus Leobensis: „*Es verdient Beachtung, daß nach dem Tode des Römischen Königs Albrecht in Österreich und Steiermark wie aber auch in anderen Ländern in der Kleidertracht verschiedene Erfindungen und Neuerungen zum Vorschein kamen.*“ (Der auffallendste Hinweis darauf war der, daß zum Beispiel einige Männer auf der linken Seite der Brust ein Porträt getragen haben sollen.) Dieser Bericht bedeutet freilich nicht, daß es schon damals eine einheitliche österreichische Kleidung gegeben hätte, er zeigt aber doch die ersten Ansätze hiezu auf.

Das Bestreben, eine eigene österreichische Kleidung zu schaffen, ist unter der Herrschaft Kaiser Maximilians I. zu finden. Durch die verschiedenen Kleiderordnungen war für viele Jahre die Kleidung der Stände festgelegt. Diese Vorschriften sollten vor allem den Luxus bekämpfen und die zur Verfügung stehenden Textilien planvoll einsetzen. Selbstverständlich erfolgte die Verteilung nach Rang und Macht der Fürsten. Der höchststehende durfte für sich auch das prächtigste und reichste Material beanspruchen. Allerdings nahmen diese Reglements weder auf die Vorschläge der Mode noch auf den persönlichen Geschmack des einzelnen Rücksicht.

Nach dem Muster der Reichskleiderordnungen sind auch jene für die österreichischen Erblände verfaßt gewesen. Im Innsbrucker Generallandtag zu Beginn des Jahres 1518 verlangten die österreichischen Stände einheitliche Richtlinien für ihre Kleidung. Der Kaiser verwies sie auf die früher erlassenen Bestimmungen des Reichstages. Bereits im Frühjahr desselben Jahres stand Maximilian I. mit den Vertretern seiner österreichischen Erblände in Verhandlungen. (Er befand sich nämlich in schweren finanziellen Nöten, da seine militärischen Pläne viel Geld brauchten, handelte es sich doch um den Krieg gegen Venedig einerseits wie auch um die Bekämpfung des im Osten drohenden osmanischen Reiches.) Als Gegenleistung für die Beschaffung der hohen Beträge verlangten die Stände unter anderem auch die Erlassung einer territorialen Kleiderordnung. Sie strebten nicht nur eine Unterscheidung von anderen durch die eigene Tracht an, sondern wollten außerdem eine Verhinderung der Einkäufe aus dem Ausland erzwingen. Allerdings diente die Reichskleiderordnung weiterhin noch als Vorbild.

Als Anregung blieb, die Fabrikation von Tuch-, Samt- und Seidenware in den Erbländern aufzunehmen. Doch erst Ferdinand I. erließ die Gesetze, welche die Stände seinerzeit von Maximilian I. gefordert hatten. In der Zentralregierung waren unterdessen auch die hiezu notwendigen Behörden geschaffen worden. Durch die „*Neue Polizei-Ordnung der Handwerker und des Dienstvolkes der niederösterreichischen Lande*“ vom Jahre 1527 gab es somit ein erstes Gesetz für eine rechtliche und soziale Ordnung dieser Bevölkerungsgruppe.

Die Handwerker im alten Österreich kamen aus verschiedenen Ländern und übten die unterschiedlichsten Berufe aus. So stellten zum Beispiel die Posamentierer ein eigenes Gewerbe dar. Die ersten „Schnürmacher“ waren Ende des 17. Jahrhunderts aus Ungarn nach Wien gekommen und ihre Erzeugnisse wurden später von der Tracht aufgenommen, von wo sie wieder zur Mode gelangten - ebenso aber auch umgekehrt.

Österreich-Ungarn besaß keine Garden im Sinne des Preußischen Gardekörps, sondern nur Hof- und Palastgarden. Die älteste dieser Truppen war die Erste Arcieren-Leibgarde. Sie wurde von Ferdinand II. ins Leben gerufen und war zur Begleitung des Kaisers auf Reisen sowie zum Wachdienst bestimmt. Im Jahre 1700 bestand deren Uniform aus einem goldbordierte Hut mit weißen Federn und schwarzem, goldbesetztem Rock, ebensolchem Kamisol und schwarzen Unterkleidern. Die roten Ärmel hatten gelbe Aufschläge, und die grün- und rotgestreiften Überärmel hingen hinten hinunter. Obwohl es sich bei dieser reich mit Goldlitzen besetzten Kleidung in erster Linie um eine Uniform bzw. Livree handelte, war es doch eine solche, die ausschließlich in Österreich getragen wurde.

Was im ersten Viertel des 18. Jahrhunderts als „*Teutsche Kleidertracht*“ beschrieben wurde, ist zum Teil auch als österreichische Kleidung zu betrachten. Wie bereits erwähnt, war diese damals ein Ausdruck der Macht, ein Ausdruck der Größe, ja sogar ein Ausdruck des Glaubens. Und so ist es zu verstehen, daß in dem Werk „*Der neu-eröffnete Historische Bilder-Saal*“ aus dem Jahre 1724 folgendes veröffentlicht wurde: „*Der Römisch-Kaiserliche Botschafter ist der erste unter allen vorigen gewesen, welcher in der österreichischen Mantel-Tracht zu Constantinopel erschienen und dieselbige nicht nur beständig an sich gehabt, sondern in der Audienz bei dem Groß-Sultan damit gezeiget, welches man ehemals denen Teutsch-Ungarischen Ambassadeurs bei denen Türken nicht gestattet hat ...*“

Im 18. Jahrhundert wurden die Kleiderordnungen für die österreichischen Erblande sehr erleichtert. Ein Patent von 1749 ordnete an, daß jedermann in Österreich Gold- und

Silberborten etc. tragen dürfe, sofern diese im Inland fabriziert worden wären. Damit war auch die Hebung der einheimischen Erzeugnisse verbunden. In Österreich unter der Enns förderte Karl VI. die Seidenerzeugung besonders. Seine Tochter, Maria Theresia, sorgte für den Handel und die Wirtschaft in Österreich-Ungarn. Die Kaiserin und ihr Sohn, Joseph II., wußten sehr gut, warum sie das einheimische Gewerbe unterstützten. Im Verein mit ihren Töchtern und den Damen ihres Hofstaates stellte sie selbst eine Anzahl von Meßgewändern her, wofür oftmals die Stoffe der kostbaren Staatsgewänder verwendet wurden. Aber nicht nur der Adel beschäftigte sich damals mit der Handarbeit, sondern auch die bäuerliche Bevölkerung. Vor etwas mehr als zweihundert Jahren ist im Bodenseeraum die Stickerei als Heimarbeit aufgenommen worden. Die „*farbig geblümelten Leinewebe und Mousseline*“ wurden bis nach Frankreich ausgeführt, freilich vorerst durch Vermittlung der St. Galler Stickereien. In Vorarlberg fehlte nämlich vor der Eröffnung der Arlbergbahn vieles Lebenswichtige. Getreide - zum Beispiel - mußte über das „*Kornhaus*“ in Bayern gekauft werden. Schon aus diesem Grunde war die Stickerei ein überaus wichtiger und notwendiger Erwerbszweig. Darum befaßte sich auch die gesamte bäuerliche Bevölkerung - im Winter sogar die Männer - mit dem Sticken. Auf diese Weise entwickelte sich die Vorarlberger Stickerei schon damals zu einem Gewerbe und später zu einer Industrie, die bis heute einen Beitrag Österreichs zur Weltmode liefert, und zwar einen der liebenswürdigsten. Auch in der Gegenwart spielt die Stickerei - wie ehemals - eine große Rolle. Ohne sie wäre der „*Austrian Look*“ nicht zu denken.

In dem Buch „*Reisen durch Österreich*“ von Benedikt Franz Herrmann steht im Brief vom 11. Juli 1780 unter anderem: „*In Steyermark z.B. kenne ich allein unter dem gemeinen Volke bis zu zehn verschiedene Kleidungsarten. An einem Orte trägt man große, an einem anderen wieder kleine Hüte. Dort ist er tief, hier flach. An einem Orte wieder grün, an einem andern schwarz gefärbt. An vielen Orten trägt man rothe, an andern blaue und an manchen graue, grüne oder weiße Strümpfe.*“

Allerdings war damals die Tracht ohne jede Vorschrift, sie



BÜRO-ORGANISATION

**Robert Streit**

L I N Z - A M S T E T T E N - W I E N

- BÜROMASCHINEN-V.V. APPARATE
- BÜROBEDARF-ORGANISATIONSMITTEL
- TECHNISCHE ZEICHENARTIKEL - PAPIERE
- SPEZIAL-FACHREPARATURWERKSTÄTTE

war ja noch nicht aufgezeichnet. Sie ließ darum einen großen Spielraum für Veränderungen frei. Darum sind auch zum Beispiel die Darstellungen Andreas Hofers so verschieden. Er trägt zwar immer die Tiroler Tracht, doch sind einmal die Hosenträger bzw. die Strümpfe rot, dann wieder grün oder schwarz (Abb. 1).



Abb. 1: Andreas Hofers letzter Gang (nach einem Gemälde von Franz Defregger)

Die Französische Revolution leitete in ganz Europa eine neue Epoche ein: Reifrock und Perücke mußten verschwinden. Infolge dieses modischen Vakuums wurden Teile der Tracht von der Mode an- und aufgenommen. In den „Briefen eines Eipeldauers an seinen Herrn Vetter in Kagrán über d'Wienerstadt“ steht folgendes: „In der Linzerstadt haben wir uns nur ein' Tag aufgehhalten, da hab ich aber grad glaubt, daß ich wieder z'Wien bin. Vor Zeiten solln sich d'Frauzimmer dort alle nach der Nazionaltracht gtragn habn, und die steht gwiß recht schön ...“ In einem anderen Brief können wir lesen: „D'Männer habn auch wieder ein' neue Modi. Statt ein' Rock tragn s'jetzt ein kurzes Jankerl, und da sehn s'accurat aus wie d'Makier oder d'Kellnerbursch.“ (Teile der österreichischen Nationaltrachten wie auch die „kurzen Janker“ wurden später vom Austrian Look aufgenommen.)

Um das Jahr 1805 war der eigentliche Gesellschaftstanz immer noch das Menuett. Erst bei den Festen des Wiener Kongresses begann auch der Walzer langsam salonfähig zu werden - und mit ihm trat das Tanzkleid aus Wien in den

Blickpunkt der Weltmode. Aus diesem Tanzkleid ging schließlich das Biedermeierkleid hervor, dessen Stil später auch auf die Sonntagstracht der Landbevölkerung einwirkte, von wo er zuletzt wieder von der Mode übernommen wurde.

Zum Gesellschafts- wie auch zum Straßenkleid (beim „Promenieren“) trugen die Damen sehr gerne den Kaschmirschal. Dieser war ein Modeaccessoire, das im 19. Jahrhundert viele Wandlungen erlebte. In Österreich wird der Kaschmirschal meist als „Türkischer Schal“ bezeichnet, der Ausländer nennt ihn jedoch „Wiener Schal“<sup>\*)</sup>. Im Jahre 1807 findet sich erstmals die Erwähnung der sogenannten „Wiener Tücher“, und zwar im „Journal für Literatur, Kunst, Luxus und Mode“. Sie blieben seit damals beliebt, und auch die Volkstracht übernahm und gebrauchte sie als Hals- oder Schultertücher. Gewebe mit türkischen Mustern wurden für Damenkleider wie auch für Herrengilets verwendet, später ebenso für Dirndlrocke, Blusen, Krawatten usw. Im 19. wie auch im 20. Jahrhundert finden sich die türkischen Tücher einmal bei der Mode, dann wieder bei der Tracht - eine interessante Wechselwirkung.

Zum Wiener Kongreß kamen viele Ausländer in ihren Trachten nach Wien. Dadurch standen auch die österreichischen Trachten und die dazumal gerade modernen Kleider im Mittelpunkt des Interesses. In dem bereits genannten Journal steht im Dezember 1814: „Das dritte große Ball-Fest, welches der Kaiserlich-Österreichische Hof in allen drei Sälen gab, hatte am 10. November stattgefunden, wozu mehr als 7000 standesgemäße Personen geladen waren. Die erhabenen Monarchen beglückten auch dieses Fest mit ihrer Gegenwart. Sie durchwanderten nach der Musikbegleitung einer beliebten Polonaise in verschiedener Richtung über eine Stunde die Säle und gewährten so den Tausenden der Eingeladenen das ersehnte Schauspiel einer näheren Betrachtung.“

Die Kleidung des Herrscherpaares fand selbstverständlich große Beachtung und verlockte zur Nachahmung. In derselben Zeitschrift wird auch über ein militärisches Fest berichtet, das am 18. Oktober des gleichen Jahres stattgefunden hatte, und zwar: „Neben dem Kaiser Franz ritten der Kaiser Alexander, in der Uniform des nach seinem Verlangen ihm verliehenen österreichischen Infanterie-Regimentes Hiller, und der König von Preußen, in der Husarenuniform des ihm verliehenen Regimentes Stipsics.“ Das Volk und die Gäste des Kongresses sahen die schmucken, von höchsten Persönlichkeiten getragenen Uniformen Österreich-Ungarns sowie die reizvollen Fest- und Ballkleider der Damen und strebten deren Stil auch in der eigenen Kleidung an.

Ja, während dieses Kongresses gab es sehr viele Festlichkeiten in Wien. 1815 berichtet darüber das bereits zitierte Blatt: „... man ging zur minne- und kampfreichen Zeit des Mittelalters zurück und veranstaltete in der wirklich einzig schönen, großen K.K. Reitschule ein Carroussel oder Ritterspiel. Vier-und-zwanzig Frauen des hohen Adels, Fürstinnen und Gräfinnen, hatten sich ihre Ritter gewählt und in vier Qua-

<sup>\*)</sup> Siehe Lenzinger Berichte, Heft 23 (1967): „Vom persischen und vom türkischen Schal zum Wiener Schal“.

drillen oder Gruppen, jede zu sechs getheilt, die nach den Farben der Kleidung die schwarze, rothe, weiße oder blaue Quadrillenanntwurde...“

Gerade dieses Fest, und vor allem das Vorbild der im Mittelalter als „deutsche Kleidung“ angesehenen *Tracht*, brachte die Wiener Dichterin Karoline Pichler dazu, ihren Vorschlag für eine Nationalkleidung der Öffentlichkeit zu präsentieren. Sie erklärte unter anderem folgendes: „An mehreren Orten Teutschlands fängt der Gedanke an eine Nationaltracht sich mächtig zu regen an, und es ist nicht bloß ein frommer Wunsch irgend eines deutschfühlenden Herzens, es scheint wirklich die Gesinnung vieler besserer Menschen, ja in gewisser Hinsicht eine Art Bedürfnis der Zeit zu sein, was so oft und von so verschiedenen Orten des gemeinsamen theuren Vaterlandessich äußert und laut wird. ... Unter diesen Umständen ist es also gewiß weder ein unzeitiges noch ein überflüssiges Unternehmen, auch in Österreich über diese Angelegenheiten zu sprachen Wenn Sitte, Sprache, Bauart und Lebensweise bei jeder Nation ein Product von Klima, Boden, Character und eigenthümlicher Lage dieses Volkes zwischen seinen Nachbarn ist, so ist es gewiß auch die Kleidungsart, die ganz vorzüglich von der Beschaffenheit des Himmelsstriches und Landes abhängt, und wodurch sich die Völker noch schärfer und auffällender voneinander unterscheiden, als durch ihre körperlichen Eigenheiten und Stammeszeichen. ... Hierzu wäre nun gewiß die Einführung einer Nationaltracht ein bedeutender Schritt, und die guten Folgen davon würden, trotz aller Einwendungen, die man machen könnte, von unberechenbarem Nutzen für allgemeines Wohl, wie häusliches Glück seyn.“ (So zu lesen im Journal für Literatur, Kunst, Luxus und Mode, 1815). Freilich blieb die Nationaltracht nur eine Anregung. Jedenfalls hatte einmal jemand darauf hingewiesen, daß die „majestätische alteutsche Kleidung den Vorrang vor den französisch-englischen Zwittermoden, die uns beherrschen“, verdiene.

1816 waren in Wien und damit in Österreich hauptsächlich weiße Kleider, zumeist aus Perkal oder Batist und überaus kunst- und geschmackvoll bestickt, an der Tagesordnung. Die Muster der Stickerei - eigentlich der „Fein-Näherei“ - waren mannigfaltig. Man verzierte Überrocke, Spenser, Negligés und die sogenannten „halben Anzüge“ (Abb. 2). Der gezeigte Anzug ist folgendermaßen beschrieben: „... erhalten unsere Leserinnen die Abbildung eines sehr schönen halben Anzuges aus der dortigen Modezeitung entlehnt.“ (Gemeint ist die ‚Wiener Moden-Zeitung‘) „Er ist von Vapeur und über dem Rücken wie über der Brust ausgeschnitten Die untere breite Falbel und das spiralförmig sich emporziehende Rosenknospen-Gewinde sind reich gestickt und ganz mit Gittern durchbrochen.“ (Aus dem Journal für Literatur, Kunst, Luxus und Mode, 1816; in der Wiener Moden-Zeitung wird dieses Kleid als Negligé-Kleid bezeichnet.) In Österreich liebte man damals bereits das Einheimische und erfreute sich der „herrlichen Erzeugnisse des vaterländischen Kunstfleißes“.

in der Wiener Moden-Zeitung des Jahres 1817 steht unter der Rubrik „Neue Erfindungen“ folgende interessante Mit-



Abb.2: Wien 1816 (Wiener Modenzeitung und Zeitschrift für Kunst, schöne Literatur und Theater)

teilung: „Joseph Madersperger, Bürger von Wien, hat seine bereits vor einigen Jahren erfundene Nähmaschine insoweit vervollkommenet, daß selbige nunmehr auch zur Ausführung der schwereren Näharbeiten, namentlich des Ausschlingens, verwendet werden kann Der Mechanismus derselben ist einfach und erfordert, um in Bewegung gesetzt zu werden, nur einen unbedeutenden Kraftaufwand.“ (Das Ausschlingen war eine Handarbeit, die viel Zeit erforderte. Darum war auch das Bestreben verständlich, hierfür eine Maschine zu erfinden.) Eine andere Technik war das Applizieren. Dabei wurden Muster aus Stoff ausgeschnitten und auf die entsprechenden Teile eines Kleidungsstückes, einer Decke etc. kunstvoll aufgesteppt. Applikationen finden wir häufig in der österreichischen Volkstracht wieder, welche später abermals von der Mode übernommen wurden.

interessant war auch die Herrenmode von damals. So ist zum Beispiel ein Modebild folgendermaßen beschrieben: „Schwarzer Frack, mit breitem, langgeschnittenem Kragen Gilet von schwarzem Moiré. Beinkleider von Kasimir. Durchbrochene Strümpfe.“ Die gemusterten Strümpfe blieben bis heute in der österreichischen Volkstracht erhalten. Die Stricker und Strickerinnen haben dazumal viele hübsche Muster erfunden und weitergegeben, die in neuester Zeit auch von der Mode wiederentdeckt werden.

Die Wiener Schneider bemühten sich ebenfalls um die Mode. Kleider aus Österreich gefielen im Ausland allgemein und wurden oftmals kopiert, sodaß in der Wiener Moden-Zeitung des Jahres 1818 folgende „Moden-Rüge“ zu lesen ist: „Wir haben bisher zu den oft sehr unsauberen Nachstichen unserer Abbildungen in dem Weimarischen Moden-Journal ge-

schwiegen, wenn aber der feine Geschmack der hiesigen Damen so beleidigt und angegriffen wird, wie dies im Märzheft dieses Journals geschehen ist, so ist wohl ein Fingerzeig notwendig. ... Aus zwey ganz verschiedenen Abbildungen der unserigen hat jener Modenfabrikant ein Bild gemacht: von der einen (in unserer Zeitschrift vom 5. März) hat er den Überrock und die ganze Gestalt der Dame genommen. Statt aber den hierzu passenden einfachen Hut zu lassen, hat er von der anderen Abbildung (Zeitschrift vom 26. Februar) einen mit Federn gezierten geborgt, der bey uns zu einem eleganten Gesellschaftskleide gehört. Das Gesicht macht dem Ganzen Ehre, denn durch seine Verlängerung drückt es das Erstaunen über die barocke Zusammensetzung sehr treffend aus." (Es machte zu dieser Zeit zwar nichts aus, wenn ein Modekupfer kopiert wurde, daß man aber die Idee selbst verfälschte, das nahm man nicht so ruhig hin, dagegen erhob man Einspruch.)

1819 kam aus einem Frauenzirkel folgender „Vorschlag an die Damen Wiens“: „Es ist Zeit, die Taschen wieder einzuführen. In der Revolution sind sie abgekommen. Damals wollten die Damen nichts verborgen halten, sogar Schlüssel und Geldbörse nicht. Alles sollte gemeinsam seyn. Das Bedürfnis brachte endlich die Ridicules auf, eine Benennung, die nicht schnell genug vergessen werden kann. ...“ Es dauerte aber noch lange, bis die Handtasche das unentbehrliche Accessoire wurde, welches sie der Frau von heute ist.

In der Wiener Moden-Zeitung des Jahres 1816 wird bereits ein Damenkleid mit schottischem Muster gezeigt. Um 1820 etwa griff die Mode diese „quadrillten oder gewürfelten“ Muster auf, die in Wien - nach anfänglicher Ablehnung - un- gemein beliebt wurden. Das Karo aus Seide war geradezu eine Revolution auf dem Textilsektor. Die Wiener Seiden- weber schufen reizende Entwürfe nach schottischer Art und probierten viele Neuheiten aus. Der Fabrikant H o r n b o s t e l erfand den „Crêpe de Chine“ in Gaze und in Dünntuch und wurde dafür vom Kaiser privilegiert. Das Schotten- karo aus Seide eroberte die Damenkleidung und zugleich die Kindermode. Die Muster blieben bis in die Gegenwart modern, aber heute webt man sie auch aus Chemiefasern.

Im Jahre 1822 kamen in Wien Verzierungen aus Schnüren in Mode. Als Beispiel wird eine „Blouse aus Merino mit eingereichten Rollen von gleichem Stoff, die Verzierungen sind aus Schnüren gemacht,“ angeführt. Dieser Aufputz blieb bis heute in verschiedenen österreichischen Trachten erhalten, um von Zeit zu Zeit wieder von der Mode aufgegriffen zu werden.

Damals unterzog Stephan Edler von K e e s seine Sammlung von Erzeugnissen des österreichischen Gewerbes sowie der inländischen Industrie einer aufmerksamen Prüfung und forderte „eigenthümliche neue Fabrikate“, also Erzeugnisse, die noch ‚österreichischer‘ sein sollten. Dadurch kam es zu einer Reihe von Erfindungen, die jedoch erst viel später von der Mode aufgenommen wurden. Ewig jung ist nur der damals übliche Biedermeierstreifen geblieben (Abb. 3).



Abb. 3: Wiener Mode 1826 (Zeitschrift für Kunst, Literatur Theater und Mode)

Diese Streifen - mit oder ohne Blumen - sind ein Beitrag Österreichs zur Weltmode und werden wohl niemals un- modern werden. Sie beschränkten sich auch nicht nur auf Kleidungsstücke, wir entdecken sie auf Möbelstoffen genau- so wie auf Tapetenmustern, und so mancher Zweig der Mode erinnert sich immer wieder an diese Spezialität.

Einen anderen beachtlichen Beitrag hiezu leistete auch der Erfinder Johann Nepomuk R e i t h o f f e r, welcher 1828 eine Methode entwickelte, wonach man Kautschukfäden mit Garn umspinnen und daraus dehnbare Gewebe herstel- len konnte („Federharz“ nannte man den Gummi damals). Die Wiener Moden-Zeitung erklärte: „Es sind dies nämlich Federschnüre und Gewebe mit einem bisher noch unerreich- ten Grad an Elastizität, welche nicht durch Gegenstände aus dem Metallreiche (wie bisher gewöhnlich), sondern aus dem Pflanzenreiche gebildet werden, daher sich diese vorzugs- weise zum Waschen eignen.“ Aus diesem neuen Material wurden Schnürriemen, Gesundheitsmieder (ohne Fischbein oder Metallfäden), Hosenträger, Kniespangen, sowie Leib- binden hergestellt. Für diese Erfindungen gab es kaiserliche Privilegien, denn auch die wasserdichte Kleidung wurde zu einer sehr begehrten Neuheit. (Da die Gewebe mit Kaut- schuk überzogen waren, waren sie gleichzeitig wasserdicht, ja sogar luftdicht.) Selbst bei den Schuhen dichtete man jetzt die Nähte mit Gummi ab und verhinderte so das Ein- dringen von Nässe. Die Erfindung Reithoffers fand viele Nachahmungen. Wasserdichte Kleidung war für den Sport

überaus wichtig, und auch diese Entwicklung\*) hat den Austrian Look zum Teil beeinflusst.

Der Wiener Schneider Josef Ritzenthaler verfaßte das erste Wiener Fachbuch dieses Gewerbes, eine „Gründliche Darstellung des Männer-Kleider-Zuschnittes nach Anleitung der geometrischen Linienzeichnung und Anwendung der Lehre von den Proportionen“. Aber erst 1848 wurden die ersten Herrenmodelle mit einem Schnittmuster veröffentlicht, ein Jahr später (in der Zeitschrift „Iris“) auch die Damenmode. Seither legen die Schneider Österreichs großen Wert auf einen guten Schnitt und gute Ausführung. (Eine Eigenheit der Kleidung im Austrian Look ist ja auch die gute Paßform, die den guten Schnitt voraussetzt.)

Der Nobelschneider des Wiener Biedermeier war Joseph Gunkel. 1839 schuf dieser Phantasieröcke, die von der Tracht beeinflusst waren. Abbildung 4 zeigt ein Modell aus Paris, das in der Wiener Theaterzeitung des Jahres 1839 aufscheint. Schon damals wurden also einige Merkmale typisch österreichischer Provenienz von der Pariser Mode aufgegriffen.

Im Jahre 1786 tauchte in England erstmals der Zylinder auf, 1839 vermerkte jedoch die Wiener Moden-Zeitung, daß ein bürgerlicher Hutmacher in der Vorstadt Spittelberg den



Abb. 4: Modebilder aus der Theaterzeitung (1839)

\*) Siehe Lenzinger Berichte, Heft 12 (1962): „Die Erfindungen in der Textil- und Modeindustrie, die zur Sportkleidung führten“.

Klapphut erfunden hätte. Dies war ein Männerhut aus Filz oder Seide, der sich durch eine einfache Vorrichtung in seinem Innern zusammenlegen ließ und daher für Theater und Reise sehr praktisch war. Die Wiener Hutfabrikanten strebten ebenfalls nach einem angesehenen Platz innerhalb der Weltmode. Späterhin nahm sich Adolph Loos (der Initiator der Wiener Mode des beginnenden 20. Jahrhunderts, dem auch das Kunstgewerbe eine grundlegende Reform des modischen Geschmacks verdankt) des Wiener Hutes besonders an und suchte dafür den europäischen Absatzmarkt zu interessieren.

Auch Handschuhe, Fächer, Schirme etc. trugen dazu bei, den Wiener Geschmack und die Wiener Mode zu verbreiten. Die österreichischen Handwerker schenkten ihren Erzeugnissen stets große Aufmerksamkeit, indem sie deren Gebrauchseigenschaften immer wieder zu verbessern suchten. So verdanken wir dem dazumal bekanntesten Schirmfabrikanten Winkelmann eine sehr wesentliche Erfindung. Früher wurden nämlich die Schirmstangen oben und unten durch einen Schlitz, in dem der Schieber festzuklemmen war, sehr geschwächt. Winkelmann fixierte den Schieber mittels einer Springfeder, wodurch der Schirmstock bei aller Leichtigkeit sehr an Stabilität gewann. Dadurch kam es, daß die Sonnenschirme der Biedermeierzeit - sie wurden in Wien von den Damen genauso wie von den Herren getragen - bedeutend leichter waren als die italienischen oder die englischen.

Um 1839 schrieb A.A. Schmidl in seinem Buch „Das Kaiserthum Österreich“: „Die Tracht ist natürlich nach den Volksstämmen sehr verschieden. Der deutsche Steiermärker hat eine der malerischsten Trachten, besonders im Oberlande. Kurze Schnürstiefel, blaue oder graue Strümpfe, Hosen von schwarzem Leder oder Zwillich, von einem grünen Hosenträger gehalten, ein breiter Ledergurt, darunter ein Brustfleck, dann eine braune oder grüne Jacke oder ein kurzer Rock von Loden, und der breitkrepelige schwarze oder grüne Hut sind die Bestandtheile des gewöhnlichen Anzuges bei der Arbeit. Sehr häufig sieht man aber graue Jacken und Röcke, grün vorgestoßen oder mit grünen Aufschlägen, ja es scheint, als ob diese immer allgemeiner würden.“ Der grau-grüne „Steirerrock“ begann sich somit von der Tracht zu lösen, um sich der Mode zuzuwenden. Und weiter steht in dem genannten Brief: „Wer irgend ein Volksfest in der Steiermark gesehen hat, wer etwa an einem Marienfeste in Mariazell war und ein paar hundert Steirer in dieser stattlichen, malerischen Tracht sah, wird gestehen, daß diese zu den schönsten in Europa gehört, fern von jeder Ziererei und widersinnigen Beugung des Körpers, vollkommen geeignet, die kräftige Gestalt hervorzuheben. Den Jäger, den wohlhabenden Landmann, selbst die Bürger der Landstädte sieht man immer so gekleidet, und auch unter den höheren Ständen ist diese Tracht zum Aufenthalt, zu Bergreisen u. dgl. sehr beliebt, wenigstens doch der Hut oder die Jacke.“ Gewisse Volkstrachten erreichten damals fast die Bedeutung von Landestrachten.

Der Seckauer Stiftschreiber Johann Vinzenz Sonntag vertrat in seiner Handschrift (1855) folgenden Standpunkt:

„Der Steiermärker hat eine Volkstracht, die an Bequemlichkeit und Schönheit nichts zu wünschen übrig läßt und als deutsche Nationaltracht geiten sollte.“ Noch immer waren also die Bestrebungen Karoline Picbiers nach einer Nationalkleidung lebendig.

Große Volkstümlichkeit erwarb sich Erzherzog Johann, als er mit seiner Frau, der Postmeisterstochter Anna Plochl, viele Jahre auf seinem Brandhof lebte, durch das Tragen der steirischen Landestracht. Wer immer dorthin kommt, spürt selbst heute noch die Verbundenheit von Landschaft, Mensch und Tracht.

Auch in anderen Teilen Österreichs wurde jetzt die Tracht zur Mode; in Tirol war dies ja schon viel früher geschehen. Genrebilder des berühmten Malers Ferdinand Waldmüller, wie zum Beispiel die „Perchtoldsdorfer Hochzeit“ sind eine wahre Fundgrube für den Trachtenforscher.

Am 24. April 1854 fand die Hochzeit Sr. Majestät des Kaisers Franz Joseph mit Prinzessin Elisabeth statt. in der Zeitschrift „Iris“ steht: „Der Dampfer ‚Franz Joseph‘, welcher gegenwärtig auf der Werfte zu Korneuburg liegt, ist dazu bestimmt, die durchlauchtigste Braut Sr. k. k. Majestät in Linz aufzunehmen und nach Wien zu bringen.“ Die Linzerinnen und Linzer waren in ihren Trachten bei diesem Empfang dabei (Abb. 5).



Abb. 5: Die schöne Linzerin (Kupferstich aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, Landesmuseum Linz)

Doch die Mode wandelte sich wieder. 1856 finden wir in derselben Zeitschrift folgenden wichtigen Bericht: „Zwar ganz neu, aber unschön (mag es vielleicht eben dieser Neuheit wegen sein) finden wir die Mode der Damenpaletots aus Doppeltuch, die einem Herrenrock ähnlich sind, weiche eine kurze, enganschließende, am Rücken mit zwei Knöpf-



Abb. 6: Berg- und Touristenkostüme aus Lodenstoff (Die Modenwelt. 1884)

chen versehene Taille und sehr lange pagodenförmige Ärmel haben“ (Längst schon verwendete man Doppeltuche für die Umhänge der Tracht, die man beidseitig tragen konnte.)

1862 wurde der Österreichische Alpenverein gegründet, welcher sich erstmals bewußt in den Dienst des Sports stellte, mit dem Ziel, seinen Mitgliedern die Bergwelt zu erschließen. (In Österreich wurde und wird der Sport und damit auch die Sportkleidung sehr gepflegt.) Er erkannte die Zweckmäßigkeit der österreichischen Trachten für das Wandern in den Bergen. Auch der Kaiser- Franz Joseph I. erschien bei den von ihmveranstalteten Jagden stets in Trachtbrachte diese zu höherm Ansehen. Der Herrscher liebte seine Jagdkleidung und seine Gäste eiferten ihm nach.

An sich wurde zu dieser Zeit die Mode in Österreich nur wenig von der Tracht inspiriert, weil diese zu dem damaligen Stil nicht gut paßte. Eine interessante Nachricht brachte jedoch 1880 die Zeitschrift „Das Ausland“ in dem Aufsatz „Land und Leute in der Steiermark“: „Die Tracht des Obersteirers ist schön und kleidsam. Bei schlechtem Wetter und im Winter wird der aus einem Stück Loden bestehende, mit einer Halsöffnung versehene Wettermantel umgeworfen“ Diese Art Umhang fand später als Regen- oder Staubmantel zur Mode. Natürlich veränderte sich auch die Tracht im Laufe der Jahre, wenn auch viel langsamer als die raschem Wechsel unterliegende Mode. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts beklagte man sich aber bereits darüber, daß die alte Tracht durch eine neue ersetzt worden sei.

1884 konnte man in der Berliner Zeitschrift „Die Modenwelt“ folgende Meinung über die Tracht der Gebirgsbauern lesen: „Ob man sonst Anhänger der Wollen-Kleidung sein mag oder nicht, für die Reise im Hochland bietet dieselbe entschieden große Vorzüge, welche auch von erfahrenen Touristen und vor allem von den Bergbewohnern selbst längst erkannt und nutzbar gemacht worden ist. Und je unternehmungslustiger die Damen werden, desto mehr müssen auch sie der bequemen, praktischen Tracht der Herren die ihrige annähern und das Kostüm aus Lodenstoff acceptieren, das jedem Wetter Trotz bietet und dabei sein Ansehen behält. Die Industrie Tyrols sorgt neuerdings auch auf's Ausreichendste für ‚Damenloden‘ in verschiedenster Qualität und einer großen Auswahl heller und dunkler Farbtöne in Grau, Blau und Grün.“ (Abb. 6)

Nachdem solche Hinweise in in- und ausländischen Modezeitschriften gebracht wurden, erwachte auch langsam das Bestreben, die Schönheit der österreichischen Trachten auf gewisse Zweckkleidungen zu übertragen. Leichter konnte



Abb. 7: Jagdkostüm (Wiener Mode, 1893)



Abb. 8: Wiener Mode (1908)

dies erreicht werden, wenn nur ein Stück der Tracht zur Komplettierung der übrigen Kleidung verwendet wurde. So war zum Beispiel bereits 1893 der Trachtenhut die selbstverständliche Ergänzung zur Jagdkleidung der Dame (Abb. 7).

Im 19. Jahrhundert wurde in Österreich sehr viel gearbeitet, wodurch sich eine gewisse Verbundenheit zwischen Stadt und Land ergab. Wenn die Bäuerin im Winter Zeit hatte, dann stickte sie, oder sie arbeitete an schönen Klöppelspitzen. Die Städterinnen kauften diese Ware und verwendeten sie modisch. Seit 1880 ging die österreichische Mode eigene Wege, und es wurde sowohl die Handarbeit als auch die maschinelle Erzeugung gefördert. In diesen Jahren entstand - wiederum von Vorarlberg ausgehend - die Strick- und Wirkwarenindustrie, die Trikotagen, Feinstrickerzeugnisse und Wäsche herstellte. Man hatte auch bereits erkannt, daß die Maschine zwar der Massenproduktion diene, die Handarbeit aber individualisiere und ihre gezielte Anwendung (Säume, Stickerei etc.) sehr wichtig sei. Dieses Wissen kam später vor allem der Bluse zugute, die als spezielles Wiener Erzeugnis Weltruf erlangte. Und gerade die Bluse



a) Kärnten



b) Oberösterreich



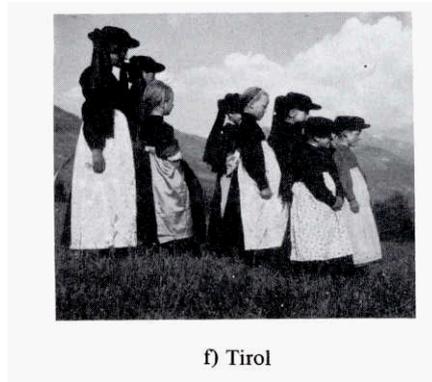
c) Steiermark



d) Salzburg



e) Vorarlberg



f) Tirol



g) Dornbirn (Vorarlberg)

Abb. 9: Österreichische Trachten

spielt in der Gegenwart bei Kostümen im Austrian Look eine besondere Rolle und fand ihren eigenen **Stil**.

Österreich war **das** erste Land, in dem man versuchte, Trikotstoffe zu Kleidern zu verarbeiten. Diese fanden dann rasch Eingang beim Sport (Abb. 8)

Derartige „Tourenkleider“ gefielen den Ausländern **so** gut, daß sie diese **als** spezifisch österreichisch betrachteten. Man verwendete hierfür die verschiedensten Materialien und trug je **nach** Witterung Blusen oder gestrickte Jacken dazu. Um die Jahrhundertwende wurden **schließlich** Dirndkleider für den Landaufenthalt der Städterin modern. War die Wollkleidung für das Wandern in den Bergen bestimmt, **so** wurden Baumwollstoffe, Leinen, Batist, Seide usw. in der Sommerfrische im Tal getragen. Man wollte zwar **so** ähnlich wie die Bäuerin gekleidet, durch das **bessere** Material jedoch als Gast gekennzeichnet **sein**.

Um 1910 brachte der Sport neuerlich die Strickwaren zu großem Aufschwung. Man trug jetzt die Wintersportgarnituren und -kostüme **sogar** als Straßenkleidung, und **so** manches Muster der alten Strickkunst (nach dem früher vor allem Strümpfe gefertigt worden waren) gebrauchte man nunmehr auch für gestrickte Schultertücher und Jacken. Während des Ersten Weltkrieges wurde die Tracht von den Heimatvereinen sehr gefördert, **gleichsam** als Zeichen österreichischer Gesinnung. Die Mode fand zu dieser Zeit allerdings wenig neues Material für ihre Erzeugnisse; denn Wundwatte, Verbandzeug und Uniformstoffe waren jetzt wichtiger. Die Tracht wurde aber **als** Vorbild hingestellt, da diese seit jeher **als** zeitlos und haltbar bekannt war.

Österreich verlor mit dem Krieg auch den Großteil seiner Textilindustrie, da ja die diversen Betriebe nahezu auf alle Länder der ehemaligen Monarchie verteilt gewesen waren.

Durch die Abtrennung dieser Länder zu selbständigen Staaten entstanden neue Grenzen, und viele Produktionsstätten mußten in das verbliebene Stammland verlegt und neu eingerichtet werden. 1920 war aber die Strick- und Wirkwarenindustrie schon wieder so weit, daß sie ihre Erzeugnisse sogar exportieren konnte. 1924 finden wir in der „*Österreichischen Stricker- und Wirker-Zeitung*“ folgenden Bericht: „*Die österreichische Trikotagenindustrie - und Wien voran - bringen durch größtmögliche Ausnutzung der gegebenen technischen Möglichkeiten und des Wiener Geschmacks Form, Farbe und Qualität ihrer Erzeugnisse zu vollendeter Harmonie.*“ Österreichische Erzeugnisse gingen also in die Welt: ein Beitrag Österreichs zur Weltmode.

Die Nachkriegszeit brachte den Damen den kurzen Rock, wobei die Röcke für junge Mädchen noch bedeutend kürzer waren. Anklang fanden damals auch die aus Wolle gestrickten Dirndlkleider. Mieder und Rock wurden farblich voneinander abgesetzt. Trachtenmotive schienen anfangs nur in der Kinder-, später aber auch in der gestrickten Damen- und Herrenkleidung auf. Um 1930 war so manches Kinderkleidermodell von der alpenländischen Tracht inspiriert. Der Janker zum Beispiel wurde von Buben und Mädchen gleich gerne getragen. Man sah den „*Steirerbuam*“ und das „*Steirerdirndl*“ im grau-grün gestrickten Kostüm. Kinderkleidung aus Österreich war schon damals beliebt als eine in aller Welt anerkannte Qualitätsware.

Die Trachten des 18. und 19. Jahrhunderts wurden nunmehr in Museen gesammelt. Museumsbeamte für Volkskunde, das Bildungs- und Heimatwerk sowie die Trachtenvereine waren und sind darum bemüht, die vielen österreichischen Volkstrachten echt und unverfälscht kommenden Generationen weiterzugeben. Auf Abbildung 9 werden einige Beispiele echter Trachten aus den Bundesländern gezeigt.

In Österreich gibt es oft in jedem Bundesland mehrere Trachten. Allen gemeinsam ist jedoch das Material. In den Gebirgsgegenden herrschen bei der bäuerlichen Kleidung Loden, Leder, Wolle und Leinen vor. Dort haben die Frauen auch manche Kleidungsstücke mit den Männern gemeinsam. Diese echten Trachten dienten als Quelle für die Dirndlkleider sowie für die bäuerlichen Anzüge der Städter. Auf solche Weise drückten die Trachten auch dem Austrian Look ihren Stempel auf. Die berühmte Revue „*Im weißen Rössel am Wolfgangsee*“, mit der nach 1920 der Theaterunternehmer C h a r e l l die ganze Welt bereiste, trug damals sehr viel zur Verbreitung des Dirndls bei.

Im Jahre 1932 wird in der Zeitschrift „*Wiener Mode*“ die Tracht in den Vordergrund gestellt. Die Bilder „*Sonntagsmorgen im Burgenland*“, „*Sonntagsmorgen im Salzkammergut*“ und „*Kirchgang in Tirol*“ zeigen diese in der dazugehörigen Landschaft. Die österreichischen Alpenländer luden auf diese Weise zum Besuch der Sommerfrischen ein. Und die Gäste kamen. Jetzt sahen sie die Trachten im Original, jetzt sahen sie auch die Dirndl.

Seit dem Jahre 1930 begann man den Volkstrachten besonderes Augenmerk zu schenken. In der soeben erwähnten Modenzeitschrift dieses Jahres finden sich Dirndl für Kinderbälle, aber auch für Eisfeste.



Abb. 10: Dirndlkleider (1931)

Die hier gezeigten Modelle unterlagen damals dem Diktat der Mode und ersetzten sogar die Sommerkleider. Das beweisen auch zum Beispiel die Beschreibungen aus dem Jahre 1932: „*Dirndlkostüm aus kariertem Kattun. Das Leibchen hat niedliche Puffärmel und eine Verschnürung, die jeweils mit der Farbe der Schürze harmonieren soll.*“ Ein anderes Dirndl ist so beschrieben: „*Ein schottisch gemusterter Indanthrenstoff ergab den Rock, dessen Blende mit dem einfarbigen miederartigen Leibchen harmoniert. Unterziehbluse aus weißem Waschstoff.*“ Oder: „*Dirndlkleid aus gewürfeltem Kretonne mit gekreuzten Trägern. Hübsch und praktisch ist das kurzärmelige winzige Leinenjäckchen mit aufgestickten oder applizierten roten Herzen auf der Herzseite.*“

Ein Jahr später weiß man bereits, was man will. Wir lesen: „*Während man bis vor ein paar Jahren dem Dirndlkleid nur wenig Beachtung schenkte, hat sich nun das Interesse für diese praktische und bequeme Kleidung im heurigen Jahr sehr gesteigert, wie schon die diesjährigen Faschingsveranstaltungen zeigten.*“ (Damals waren die Dirndl im Fasching das bevorzugte Tanzkleid, und so wie einst im Biedermeier erfreute man sich wieder des weiten Rockes.) Und weiter steht: „*Ebenso wurde für die sommerliche Landschaft das Loden- oder Leinenkostüm mit grünem Tuchbesatz und echten Hirschhornknöpfen entdeckt, das man gerne an kühlen Tagen zum Ausflug trägt, ergänzt durch Strickjäckchen im Stil der ländlichen Tracht. Die Grundlagen zu dieser beliebten Kleidung bilden aber hauptsächlich die Volkstrachten, die sich ja nicht nur für die Jugend eignen, auch die reife*

*Frau sieht im Trachtenkleid vorteilhaft aus Nicht zu vergessen sind die Trachtenhüte in ihren, durch Generationen vererbten eigentümlichen Formen, die sogar imstande waren, die Pariser Mode zu beeinflussen"*

Volkstänze und Volkstanzfeste trugen zur Verbreitung der Tracht wesentlich bei, vor allem auch zum Beliebterwerden des Dirndls. Auch die hierfür verwendeten Materialien wurden dadurch interessant: „Es gibt wundervolle Bauernbrotate, zarte Dirndlstoffe im Arlberg-Geschmack, jugendliche Baumwollkretonne mit ganz einfachen, stilisierten Ornamenten, und Leinen mit den ‚soliden‘ Mustern.“

Schließlich gewann die Tracht auch für den Skisport an Bedeutung (Abb. 11). Die Erzeugnisse der „weltberühmten Stick- und Jerseyhaffenden“ aus Wien fanden 1934 besonders wegen des neuen alpenländischen Stils Anklang. Man wandelte die niederösterreichischen Jäckchen, die Kärntner Joppen, die Salzburger Jackerln und die Tiroler Janker den Forderungen der Mode entsprechend ab. Diese entnahm der Volkstracht zuweilen auch bloß Einzelheiten, ganz gleich, aus welchem Bundesland diese gerade stammten, wie zum Beispiel die Aufschläge des Salzburger Jankers, die gestickten Blenden des Leibes der Vorarlberger Tracht, Motive der gestickten Haube der Linzerin, von den Tirolern Janker und Hüte, von den Steirern die Lederhose, die Schuhe oder nur deren Verzierungen (Schnallen etc.), den Dirndlrock, die Halstücher und noch vieles mehr.

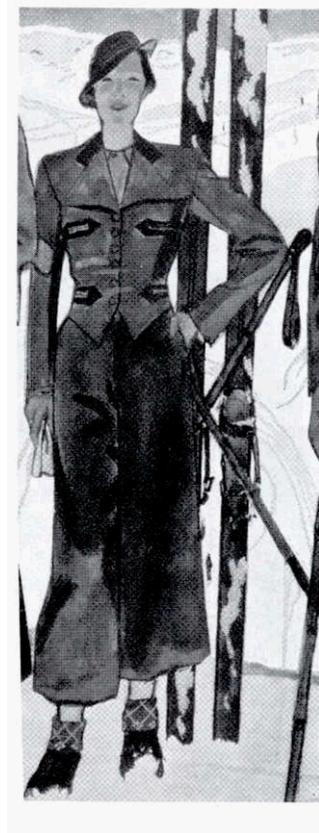


Abb. 11: Skianzüge (1933)

Die vielen Entlehnungen riefen aber schließlich die Volkskundler auf den Plan, die den Grundsatz prägten: „Eine zeitgemäße Tracht - und nur eine solche - hat die Möglichkeit, wirklich lebendige Tracht zu sein“ (So stand es in dem Blatt „Zeitgemäße Steirer-Trachten“ aus dem Jahre 1936.) Vorgeschlagen wurden unter anderem: der Hohenlohespenser, der Wetterfleck, der Holzknechtmantel, der Jägerrock, der Franz Joseph-Rock und der Viktor Hammer-Rock (Abb. 12). Weiters wurde auch vermerkt, daß in allen Fällen weiße (nicht farbige) Leinenhemden, feinfarbige, wenn möglich seidene Halstüchlein (keine giftgrünen Touristenkrawatten) und echtseidene Schultertücher getragen werden soll-

ten, sowie schwarze oder blaue (keine gelben, grünen, roten oder rosafarbenen) Schürzen und außerdem keine Stöckelschuhe.

Schon ein Jahr vorher hatte die Zeitschrift „Profil“ über das „Salzburger Kleid“ wie folgt berichtet: „F. Humhal hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Volkstrachten durch zeitgemäße Formen und Schnitte unter Verwendung handgewebter Stoffe künstlerisch und handwerklich zu neuem Leben zu erwecken. Die in Material, Form und Farbe harmonisch gestalteten Schöpfungen sind als ‚österreichisch‘ im besten und wahrsten Sinne des Wortes anzusprechen Liebe, Sorgfalt und Verständnis standen Pate bei dieser nach bester



Abb. 12: Zeitgemäße Steirertrachten (1936)

*Tradition geschaffenen Frauenkleidung.*"(Abb. 13) Die Modelle von damals sind immer noch modern, und man müßte bloß die Rocklänge der heutigen angleichen, um eine zeitgemäße Kleidung im Austrian Look zu erhalten.



Abb. 13: Salzburger Kleid (Profil, 1935)

Die lustigen karierten oder bedruckten Baumwollstoffe werden seit dem Jahre 1933 für Sommerdirndl verwendet. Schon damals war Baumwolle mit Zeiwolle gemischt, wodurch der Rockstoff einen besseren Fall erhielt. Im Frühjahr wie im Herbst trug man die Trachtenkostüme, und wanderlustige Damen komplettierten diese mit dem praktischen Hosenrock.

Die Herren trugen im Sommer kurze Hosen sowie Joppen aus Leinen oder aus leichten karierten Schafwollgeweben. Im Winter war der Janker aus gewalktem Loden sehr beliebt, da er ebenso warm wie zweckmäßig war. Oder man zog zur Skihose eine an Kragen- und Manschettenaufschlägen mit grünem Laubwerk verzierte Joppe an. Aber nicht nur die Bekleidung - auch der Lebensstil selbst sollte ländlich wirken (Abb. 14). So sah im Jahre 1936 die Sommer bzw. die Winterbeiriedung im österreichischen Stil für Herren aus.



Abb. 15: Dirndlkleider

Die fröhlich-bunten Dirndlkleider wurden von den Damen im Sommer bevorzugt getragen (Abb. 15). in einem Dirndlheft liest man: „Wenn man die Umfrage an hundert Frauen stellte, welchen Anzug sie am liebsten trügen, so würden neunzig antworten: das Dirndlkleid. Und das ist verständlich, denn mit der neuerwachten Liebe zur heimatlichen Scholle entdecken wir auch unsere Leidenschaft für die volkstümliche Trachtenmode. Welche Kleidung paßt besser in den Rahmen der Alpenlandschaft als das Dirndlkleid, das Salzburger Koshim? Kein Wunder also, daß sie allerorts zu

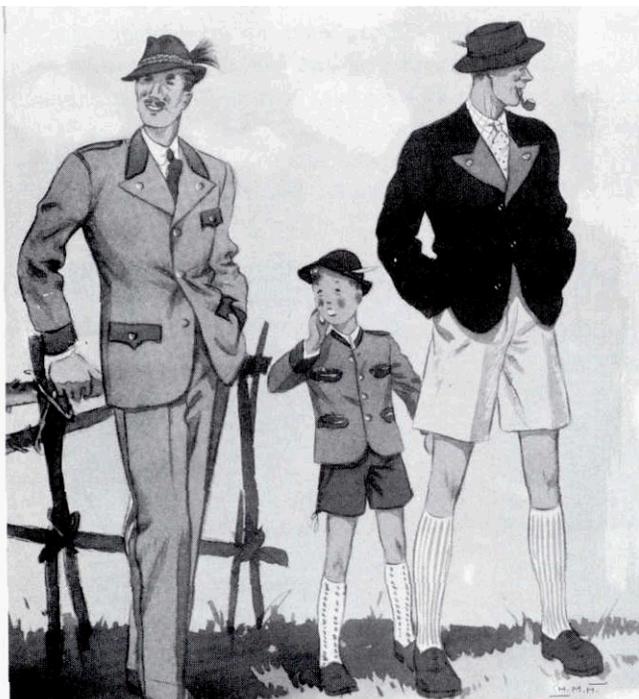


Abb. 14: Sommerkleidung für Herren (1936)

Hundertern auftauchen, nicht nur in der Sommerfrische, auf Ausflügen und im Garten, sondern auch zu Hause, bei der Arbeit, abends im Wintersporthotel, auf Kostümfesten und Maskenbällen." Auch als Hüttenkleidung - damals gab es die Bezeichnung „après ski“ noch nicht - war das Winterdirndl schon häufig anzutreffen. Die Damen blieben dem geliebten Dirndl treu, das im Sommer und im Winter das Hauskleid ebenso wie den Morgenrock in vorteilhafter Weise ersetzen konnte. Das Winterdirndl war in wärmeren, dunkleren Farbtönen gehalten als das für heitere Sommertage gedachte, und nahm - je nach seiner Bestimmung (als Arbeits-, Freizeit- oder gar als Festkleid) - die verschiedensten Formen an. Möglicherweise ist diese Wandelbarkeit der Grund, daß es dermaßen beliebt wurde und dies auch blieb. Vielleicht wurde es gerade deshalb im Dritten Reich nahezu zur Kleidung der Österreicher schlechthin. Nicht zu vergessen sind jedoch die Volkstanzfeste, insbesondere die Volkstänze selbst, die wesentlich zur Verbreitung der Tracht beigetragen haben, vor allem aber des Dirndls.

Selbstverständlich konnte man die Grundzüge der kostbaren bäuerlichen Festgewänder auch für schlichte Alltagsdirndl verwenden. An die Stelle von „Barockbrokat“ traten dann eben einfachere Gewebe. So fanden sich damals schon folgende Hinweise: „Was gäbe es nicht alles über das Material zu berichten! Wasch- und lichtechte Webspiegelstoffe, Zellwolle, Vistramusseln, Kunstseide, schillernder und schottischer Taft, Zellwollkretone oder -musselin, Leinen. Buntdruck, Baumwollgewebe in leuchtenden oder in zarten Farben, einfarbig oder gemustert, dann ausgesprochene Trachtenstoffe werden für die verschiedenen Dirndlkostüme verarbeitet. Für das Winterdirndl kommen Barchent, Flanell, köperartige Gewebe mit flauschig aufgerauhter Abseite in Betracht.“ Schon 1937 gab es die Jackeneinfassungen, die nach dem Zweiten Weltkrieg durch die Kostüme der Madame Coco Chanel so modern geworden sind.

Freilich, der Krieg ging auch an der Mode nicht vorbei - und so mancher Österreicher saß damals in Lederhose und Jar-



Abb. 17: 1940 bis 1945

ker im Luftschutzkeller oder hatte diese Kleidung gut verpackt im Koffer mitgenommen. Auch der aus der bäuerlichen Arbeitskleidung stammende Lodenmantei war zum Allzweckstück geworden, das sich jetzt besonders gut bewährte. Ebenso erwies sich das Dirndl als überaus praktisch, konnte man doch dessen Oberteil, sobald er nicht mehr brauchbar war, mit nur wenig Stoff (Kleiderkarte!) erneuern.

Wer aber noch ein Sommerkleid hatte und dieses modernisieren wollte, stückte sich einen Gürtel. Es galt als modisch, diesen mit Trachtenmotiven zu verzieren (Abb. 16). Auch Taschen und Wanderbeutel, die man zur Tracht trug, wurden so bestickt.

Der ländliche Einfluß machte sich nun auf allen Gebieten der Mode bemerkbar. Die vielen liebenswürdigen kleinen Dinge, die die bäuerliche Tracht ergänzen, gewannen jetzt ebenfalls an Bedeutung. Was immer die Volkskunst ersinnen und die ländliche Hausindustrie schaffen konnte, wurde herangezogen: schillernde Seidenschürzen und geblumte Busentücher, derbe Halsketten, zierlicher Filigranschmuck, bestickte Borten, alte Münzenknöpfe, große, handbemaite Bauernbrotschen. Langsam entwickelte sich aus all dem jener Stil, der heute als Austrian Look so beliebt und bekannt ist (Abb. 17). Dieses Modell ist sichtlich von der Tracht inspiriert- und doch der Mode zuzurechnen.

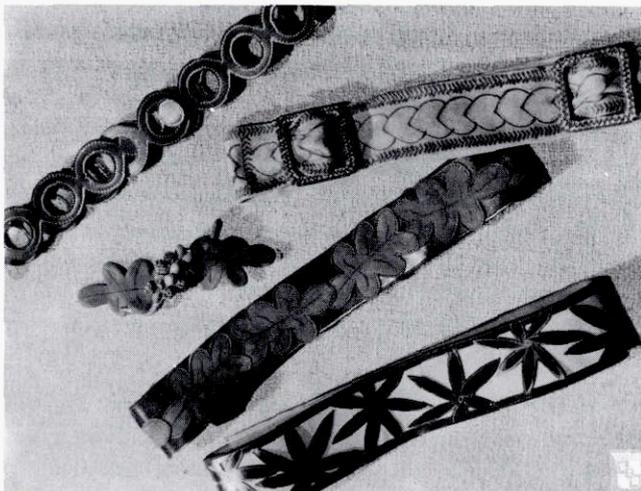


Abb. 16: Gürtel

Nach dem Krieg gehörte die österreichische Tracht wieder dem Österreicher. Die Politiker trugen sie, um dadurch schon rein äußerlich sogleich nach ihrer Staatszugehörigkeit erkannt zu werden. Die Mode hatte Zweckmäßigkeit und Schönheit der bäuerlichen Kleidung jetzt erst richtig erfaßt, und so wird über den Hubertusmantel, den Salzburger- und den Rosegger-Rock, den Salzburger Anzug, das Steirer-, Ausseer- und Leobner-Kostüm wie auch über die Erzherzog Johann-Hose eingehend berichtet. Durch die vielen Kriegsdienstleistungen während der vergangenen Jahre hatten sich Mädchen und Frauen an das Hosentragen gewöhnt. Schließlich wurde für das Wandern und Bergsteigen die „Bundhose“, die der Tracht der Gebirgsbauern entlehnt ist, gerade zu modern. Sie wurde zusammen mit den bäurisch-bunten Strümpfen getragen.

in den ersten Nachkriegsjahren kamen noch wenige Fremde nach Österreich, man hatte Angst vor dem ‚Eisernen Vorhang‘. Dafür zog bald nach Kriegsende eine Gruppe junger Leute des Büros für Studentenwanderungen in die USA, um mit Liedern und Tänzen für ihre österreichische Heimat zu werben. Sie trugen stets Dimdl oder Trachtenanzüge. Dazu schreibt Dr. Franz Matsch, der Vertreter Österreichs bei den Vereinten Nationen: „Sie und die von ihnen geführten Gruppen haben sich wirklich als österreichische ‚Goodwill-Ambassadors‘ bestens bewährt und unserem Heimatland viele neue Freunde in den Vereinigten Staaten gewonnen und das Wissen um Österreich auch in kleinere Orte getragen, wo es oft noch unbekannt war.“ Diese Tourneen waren in den Jahren 1948 bis 1952 durchgeführt worden.

Auch eine Veröffentlichung unter dem Titel „Ein Gruß aus Österreich“ ging in die Feme. Die farbenprächtigen Trachten sollten für Österreich werben. Sie stand unter dem Motto: „Dieses Heft soll ein herzlicher Gruß sein aus Österreich an die Ausländer, die unser Land in drangvoll harter Zeit kennenlernten oder die es später einmal kennenlernen wollen. Österreich wurde schon früher als Alpen- und Seenland - besonders nach 1918 - von den Fremden gern und häufig besucht und wegen seiner landschaftlichen Reize sehr bewundert. Eingeschlossen in diese Bewunderung waren aber stets auch die vielen bunten Trachten, die heute noch in unserem Land üblich sind.“ So kam es, daß diese zu einem wichtigen Exportgut wurden, das unter dem Slogan „Austrian Look“ den Weltmarkt zu erobern suchte.

Um 1958, als die Mode bereits großen Einfluß auf die Dirndtkleidung gewonnen hatte, strebte man eine Rückkehr zu den echten Trachten an. Als Grundsatz galt: „Selbstverständlich darf das Dirndl nicht maniert sein, es soll frisch und geschmackvoll im Rahmen der volkstümlichen Tracht bleiben. So ist auch das sogenannte ‚Salondirndl‘, das vor Jahren auftauchte, fast gänzlich wieder verschwunden, nur in Amerika findet es noch Anhängerinnen.“ in Salzburg, in Tirol und in der Steiermark trugen damals die Ausländerinnen, die dort den Sommer verbrachten, bereits mit Vorliebe das Dirndtkleid, und der Stil à la Tyrolienne warb durch sie in der ganzen Welt für Österreich.



Abb.18: 1959

Auch die Chemiefaser Lenzing Aktiengesellschaft zeigte bei Messen oder Modeschauen stets auch Dimdl (Abb. 18). Damals kam die Bezeichnung „Austrian Look“ auf, um für Besucher aus dem Ausland die österreichischen Erzeugnisse auf dem Bekleidungssektor hervorzuheben. Mit diesem Begriff wurde aber ein Stil geschaffen, der heute seinen festen Platz in der Weltmode behauptet. Ja, bald ist es so weit, daß diese Art Kleidung sogar im Ausland konfektioniert wird. Neben dem schlichten Alltagsdirndl und den echten Dimdlkleidern, die die Tradition wahren, gewannen auch die Trachtenkostüme und -mäntel für Reise, Sport und Touristik immer mehr an Bedeutung. Bei den Kostümen sind die Anklänge an die Tracht oft so diskret, daß man sie zu den verschiedensten Gelegenheiten tragen kann. Bei den Festspielen zum Beispiel vereinte sich die einheimische Bevölkerung der Stadt Salzburg mit den Gästen aus dem Ausland, und siehe da - die Tracht hielt der modischen Konkurrenz stand! Und so mancher Besucher fuhr dann mit dem Austrian Look zurück in seine Heimat und propagierte Dimdl und Lederhose, Trachtenkostüm und Wetterfleck, Janker und Tirolerhut usw. in den fernsten Ländern (Abb. 19).

Selbstverständlich werden in Österreich die echten Trachten ganz besonders gepflegt und gefördert. So stellte man zum Beispiel anlässlich des 4. Österreichischen Bundestrachtenfestens in Dornbirn 1958 fest: „Trachtenfeste sind nicht Volksbelustigung im kommerziellen Sinn, sondern Dokumentation, daß die Lebenden über genügend Kräfte ver-



Abb. 19: 1967

*fügen das Erbe ihrer Ahnen würdig zu pflegen." Man fragt: „Ist denn Trachtentragen überhaupt noch zeitgemäß?“, und die meisten Menschen verneinen diese Frage. „Aber wenn man so denkt, dann kann man auch sagen, die Zeit der Blumen und Schmetterlinge ist im Zeitalter der technisierten Landwirtschaft mit ihrer durchorganisierten Ertragswirtschaft vorbei. Vielleicht bezeichnet man uns, die wir uns der totalen Zweckmäßigkeit entgegenstemmen, als weltfremde Romantiker! Wir tun es dennoch, denn wir wissen, daß jeder Mensch - bewusst oder unbewußt - die Sehnsucht nach dem verlorenen Paradies in sich herumträgt.“*

Bodenständige Volkstracht und Dirndl existieren weiterhin nebeneinander. Dazu kommt der Austrian Look, der zwischen Tracht und Mode steht. Wer die Tracht fördert, zählt ihn zur Mode, wer sich mit der Mode beschäftigt, sieht ihn als einen Teil der Tracht. Die Musterzeichner jener Textilfabriken, die auch Dirndlstoffe erzeugen, suchen in den Heimatmuseen nach Ideen für ihre Entwürfe. Und weil es in Österreichs Bundesländern so mannigfaltige Trachten gibt, sind auch die Möglichkeiten, sich ein Dirndl nach persönlichem Geschmack zu schneiden, schier unerschöpflich. Es ist auch ganz natürlich, daß diese vielen Variationsmöglichkeiten von Handwerk und Industrie weidlich genutzt werden.

Der Austrian Look bleibt also neben allen Richtungen der Mode bestehen, verändert sich aber stets mit ihr. Einmal ist ein Kleid aus Dirndlstoff, dann wieder ein Mantel aus Loden vorgeschlagen. Auch die Verzierungen der Tracht finden wir an modischer Kleidung wieder, - ein Besatzstreifen der

Tracht belebt das Kostüm. Oft werden bloß deren Schnittformen übernommen. In Österreich wie im Ausland werden bereits Modelle im Austrian Look hergestellt. Seit 1966 werden aus Dirndlstoffen sogar Boutique-Modelle geschneidert. Ein Hauch unseres Landes umgibt diese Kleider, die als Stadtgarderobe genauso zweckmäßig sind wie für Reise und Urlaub.

Jeder, der heute in der Mode tonangebend sein will, schmückt sich gern mit dem Schlagwort „international“. Den Stoffen aus Österreich gelang es jedoch, gerade durch ihre Bodenständigkeit weltbekannt zu werden, und solche im *Austrian Look* oder im *Tyrolienne Look* sind heute bereits ein internationaler Begriff. Der Austrian Look hat damit den Ruf der „*Wiener Mode*“ erreicht - und beide werben nunmehr gemeinsam für die heimische Textilindustrie.

Der Ausländer kennt Österreich hauptsächlich als Urlaubsland. Daß hier die Mode ebenfalls eine sehr wichtige Rolle innerhalb der Wirtschaft spielt, weiß man kaum. Um den bei uns üblichen kleidsamen Modestil noch bekannter zu machen und das Ausland dafür zu interessieren, werden dort sogenannte „*Österreich-Wochen*“ veranstaltet. Darüber schreibt 1967 die „*Wirtschaft*“: „*Österreichs Modechancen gegenüber Paris, Rom und London stehen unter guten Vorzeichen. Der ‚Trachten-Look‘ hat Wien modische Bedeutung gebracht. Dirndl in allen Varianten machten jahrelang den Großteil des österreichischen Modeexports aus. In den letzten zwei Jahren war aber der Sprung unter die Kostüm-, Kleider- und Mantelkollektionen gelungen. Der Anteil der Trachtenmodelle beträgt nur noch etwa 10 Prozent. Der Beweis für den Einfallsreichtum wurde durch den großen Erfolg bei der EXPO wie auch durch die positive Aufnahme der Wiener Modelle in Paris erbracht.*“ Daraus geht hervor, daß nach dem Zweiten Weltkrieg der Austrian Look zum Wegbereiter für die Wiener Mode wurde.

Die Stärke auf diesem Sektor liegt zweifellos in gewebten Stoffen, in Strickwaren und in Jerseykleidern. Ein großer Vorteil besteht darin, daß man sich auf langjährige Erfahrungen stützen kann und außerdem gute Fachkräfte in Heimarbeit beschäftigt. Die Bekleidungsindustrie verfügt bereits über einen festen Kundenstock in den Vereinigten Staaten, in Skandinavien und in der Bundesrepublik Deutschland. Auf diese Weise erhielt der Austrian Look allerorten lobende Kritiken. Hier ein Bericht über eine Modeschau in London aus dem Vorjahr: „... *Dieser dritte Teil bildete für die Londoner zweifellos den Höhepunkt, denn in der passenden und modischen Bekleidung für den Wintersport und den stilistisch nachgeahmten Trachten hat sich die österreichische Modeindustrie ein Sonderfeld erschlossen, auf dem sie konkurrenzlos ist und richtunggebende Bedeutung erreicht hat.*“ (Abb. 20)

Gegenwärtig beeinflussen die Chemiefasern durch ihre Vielfalt die Kleidung (miteingeschlossen auch die Zweck- und Sportkleidung) stark. Die Entwicklung der Textilfasern ging international vor sich, wie auch die Mode international wurde. Österreich hat es aber verstanden, mit dem Austrian Look einen spezifischen Beitrag zur Weltmode zu leisten.



Abb. 20: 1967

Die „Klagenfurter Volkszeitung“ schrieb 1967: „Wie beliebt der Austrian Look ist, zeigt sich erst, wenn man in andere Länder kommt und dort die uns so vertraute Kleidung, nämlich Dirndl, Lodenjanker, Lederrock, Wetterfleck und Trachtenkostüm, sieht. Es ist eigenartig, wenn wir die Italienerin, die Engländerin und andere in ‚unserem Gewand‘ vor uns stehen haben. ... Die echte Tracht ist für die großen Festtage im Land bestimmt, dafür aber werden Modedirndl und Trachtenensembles zu mancherlei Gelegenheiten getragen. Loden ist das bevorzugte und - man muß wohl gestehen - auch das idealste Material für die Trachtenkleidung. Man erhält ihn sowohl in gedämpften als auch in leuchtenden Farben. Das Lodenkostüm sieht man in vielen Varianten: mit Stehkragen, Revers aus Samt, kurzen Ausseerjäckchen mit Silberschnallenverschluß, taillierten wie losen Jacken. ... Das Trachtenkostüm ist gerade deshalb so bequem und gut tragbar, weil sich Loden (im Strich gebürstet) als Wollstoff aushängt und der Regen an den Haaren abgleiten kann. Kommen zum Trachtenensemble ein glatter Hut sowie Trachtenschuhe - dann wird wohl jeder sagen, daß Sie im Austrian Look auf der ganzen Welt gerne gesehen sind.“

Natürlich kommt auch die Herrenmode beim Austrian Look nicht zu kurz. 1968 wurden Modelle geschaffen, die für „Sie und Ihn“ dieselben Richtlinien zeigen, denn die Jugend geht gerne gleich angezogen. Um diesen Stil zu erreichen, haben sich zwei österreichische Bekleidungsfirmen abgesprochen. Sie stellen zweierlei Gruppen vor, und zwar sind

in der einen die Modelle zur Gänze aufeinander abgestimmt, das heißt also nicht nur das Kostüm oder das Hosenensemble mit dem Anzug des Partners, sondern auch Bluse und Hemd, Krawatten, Schuhe und Kopfbedeckung sind in Farbe, Form und Dessin gleich. Die zweite Gruppe bringt Modelle, die wohl miteinander korrespondieren, aber doch nicht völlig gleich sind.

Diesem Bericht über die Bekleidung in Österreich und über den Austrian Look könnte noch viel hinzugefügt werden, denn die Vielfalt der österreichischen Mode kann gar nicht erschöpfend beschrieben werden. Daher die Bitte: „Kommt in unser Land und schaut, was hier die Textil- und Modeindustrie alles schafft.“

#### Literatur:

- Lucie Hampel: Lenzinger Berichte ab dem Jahr 1956, soweit sich darin Veröffentlichungen der Verfasserin befinden, die sich mit der Wiener Mode befassen.
- Leopoldine Springschitz: Wiener Mode im Wandel der Zeit. Wiener Verlag, 1949
- Katalog „Gotik in Österreich“ über die Ausstellung in Stein bei Krems 1967. Herausgegeben von der Stadt Krems an der Donau
- Gertraud Kallbrunner-Hampel: Beiträge zur Geschichte der Kleiderordnungen unter besonderer Berücksichtigung Österreichs. Verlag des wissenschaftlichen Antiquariats H. Geyer, Wien, 1962
- Lucie Hampel: Zwei Linzer Schnittbücher aus dem ersten Viertel des 18. Jahrhunderts. Historisches Jahrbuch der Stadt Linz, Linz 1962
- Univ. Prof. Dr. Viktor Geramb: Steirisches Trachtenbuch - Ausseer Landl und Ennstal Verlag: Universitätsbuchhandlung Leuscher & Lubensky, Graz, 1935
- Die Welt der Frau, Heft 1 (Trachtenheft: Ein Gruß aus Österreich) Verlag: G. Mikulasek, Wien
- Dr. Oskar F. Bock, Dr. Günther Hampel: Vierzig Jahre internationale Verständigungsarbeit Verleger: Büro für Studentenwanderungen, Wien
- Festschrift zum 4. Österreichischen Bundeustrachtenreffen in Dornbirn 1958
- Knötel-Sieg: Handbuch der Uniformkunde Verlag: Diepenbrock-Grüter & Schulz, Hamburg
- Propagandaverreinigung der Österreichischen Strick- und Wirkwarenbranche: Maschen - Geschichte der Mode der Strick- und Wirkwaren. Verlag: Eugen Ketterl, Wien

## Grundzüge eines modernen Führungsstils

Professor Dr. Friedrich Fürstenberg

I. Institut für Soziologie der Hochschule für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, Linz a.d. Donau

Bezogen auf das Verhältnis Mitarbeiter - Vorgesetzter bedeutet Führen, den Leistungserfolg einer Gruppe auf der Basis gegenseitiger Achtung zu sichern. Der Vorgesetzte erwartet vom Mitarbeiter reibungslose Zusammenarbeit und volle Zuverlässigkeit. Ein Chef soll das Arbeitsfeld überblicken können, ein persönliches Vorbild sein und dem Mitarbeiter Anerkennung und Verhaltenssicherheit geben.

In der Praxis werden meist direkte Weisungen erteilt und deren Ausführung strikte kontrolliert. Grundlagen der indirekten Führungsmethode hingegen sind:

- Persönlichkeitsentwicklung des Mitarbeiters,
- Bessergestaltung des Arbeitsvollzugs.

Durch Delegation von Verantwortung wird von den Mitarbeitern selbständige Arbeit verlangt und die Vorgesetzten werden entlastet.

Durch langfristige Planung können im eigenen Betrieb Nachwuchskräfte herangezogen werden. Zuerst muß der Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern ermittelt werden, dann kann an Auswahl und gezielte Förderung geschritten werden. Je nach ihrem Verhältnis zur Arbeit, zu den Mitarbeitern und zu den Vorgesetzten wird es befähigten Persönlichkeiten gelingen, im Beruf vorwärts zu kommen.

Personnel management as related to the proper relationship between workers and their superiors designates the process of securing successful team performance on the basis of mutual respect. What the executive expects of his subordinate is smooth cooperation and absolute reliability. Any executive should be capable of evaluating the field of operations, of setting a personal standard for the workers to live up to, and of showing the workers his recognition and giving them self-confidence.

In actual practice, direct instructions are generally given, and their performance is strictly supervised. The method of indirect personnel management, on the other hand, is based on

- developing the worker's personality, and
- improving performance.

The delegation of responsibilities serves to challenge the worker into performing on his own, and to relieve the superior.

Any factory can train its rising generation of workers at its own plant by long-term planning. Once the requirement of qualified personnel has been determined, proper selection and systematic personnel development can set in. Capable workers will then make a successful career, depending on the attitude they take towards their work, their fellow workers, and their superiors.

Alle betrieblichen Führungskräfte stehen vor der Grundaufgabe, möglichst langfristig die Festigung des inneren Zusammenhalts des Unternehmens und seine Anpassungsfähigkeit an die soziale und wirtschaftliche Umwelt zu gewährleisten. Dies ist nur möglich, wenn eine tragende Schicht qualifizierter Mitarbeiter vorhanden ist, die dem Unternehmen neue Impulse zu geben vermag und sich auch dessen Grundaufgabe verpflichtet fühlt. Ein Blick auf den Entwicklungstrend am Arbeitsmarkt zeigt deutlich, daß wir in Zukunft mit dem Faktor *Arbeit*, insbesondere mit der qualifizierten Arbeit, noch besser haushalten müssen als bisher. Nach einer offiziellen Schätzung wird die Erwerbsquote in Österreich, die 1961 noch 47,6 % der Wohnbevölkerung betrug, bis 1970 auf 43 % zurückgehen und auch 1980 erst einen Stand von 44 % erreichen. Bei weiterem Wirtschaftswachstum ist also eine wesentliche Verstärkung des Engpasses Arbeit vorauszusehen. Außerdem bringen wirtschaftliche und technische Veränderungen ständige und in Zukunft wahrscheinlich noch spürbarere Umschichtungen in der Qualifikationsstruktur der Arbeitskräfte mit sich, sodaß ein dauernder Anpassungsdruck auf den arbeitenden Menschen entsteht. Dies alles ist ein Grund, sich intensiver mit der Möglichkeit zu beschäftigen, den Einsatz des entscheidenden Produktionsfaktors Arbeit langfristig wirksamer zu gestalten.

### Die Rentabilität von Personalinvestitionen

Auf die Notwendigkeit einer größeren Kontrolle der Personalinvestitionen ist in letzter Zeit wiederholt hingewiesen worden. Am deutlichsten wird die wirtschaftliche Dimension des Mitarbeitereinsatzes, wenn wir die Kosten analysieren, die das freiwillige Ausscheiden eines Mitarbeiters dem Unternehmen verursacht. Schon die Werbung, insbesondere durch Inserate, stellt einen erheblichen Aufwand dar, der bei vielen Firmen jährlich in die Hunderttausende geht. Auch die eigentliche Auswahl der Bewerber sowie das Einstellungsverfahren sind mit Kosten verbunden, die sich dadurch erhöhen, daß gerade bei qualifizierten Kräften mehr Vorstellungsbesuche erforderlich sind, als Mitarbeiter eingestellt werden. Den Hauptteil der Fluktuationskosten stellen aber die Verluste durch eine mehr oder weniger lange Einarbeitungszeit dar. Als Faustregel kann gelten, daß bei qualifizierten Mitarbeitern die Fluktuationskosten etwa ein Jahresgehalt betragen.

Wir können also feststellen, daß jeder Mitarbeiter schon bei der Einstellung eine Kapitalanlage bedeutet. Wovon hängt nun die Verzinsung dieses Kapitals ab? Die zusammenfassende Antwort lautet: von der Leistungsbereitschaft und von der Leistungsfähigkeit. Dementsprechend sind Leistungshemmnisse - gleich welcher Art - die grundlegende Verlustquelle. Sie können einmal im Menschen selbst liegen, wenn dieser sein Leistungspotential nicht aktiviert, wenn er - aus welchen Gründen auch immer - seine Leistung zurückhält, wie wir das bei vielen Arbeitnehmern feststellen können. Das Leistungshemmnis kann aber auch in den objektiven Umständen liegen, wenn nämlich das Leistungspotential des Mitarbeiters nicht richtig entwickelt und nicht

ökonomisch genutzt wird. Hiefür sind die Führungskräfte eines Unternehmens verantwortlich. So spitzt sich die Frage nach der Wirtschaftlichkeit des Mitarbeiterereinsatzes dahingehend zu, daß Mittel und Wege gefunden werden müssen, bestehende Leistungshemmnisse zu erkennen und zu überwinden. Hier liegt der Kern des eigentlichen Führungsproblems.

### Was heißt Führen?

Im landläufigen Sprachgebrauch sind viele Menschen der Ansicht, *Führen* heiße, seinen Willen gegenüber anderen Menschen durchsetzen, und je unbedingter dies geschieht, desto gefestigter erscheint ihnen die Führungsposition. In der Wirtschaftspraxis treffen wir häufig die Meinung an, *Führen* heiße, die Leistung der Mitarbeiter zu steigern. Beide Auffassungen sind einseitig. Sie gehen lediglich von engbegrenzten Vorstellungen des Führenden und seinem Auftrag aus, den er zu erfüllen hat. Zum *Führen* gehören jedoch mehrere: derjenige, der die Weisungen erteilt, und diejenigen, die sie ausführen. Diese Wechselbeziehungen zwischen Menschen können nicht auf die Dauer einem einseitigen Willen unterworfen sein, sondern müssen von allen Beteiligten bejaht werden. Wenn wir diese Notwendigkeit der gegenseitigen Anerkennung betonen, müssen wir zu einer neuen Definition der Führung kommen. *Führen in diesem Sinn heißt, den Leistungserfolg einer Gruppe möglichst langfristig zu sichern bzw. zu steigern auf der Basis gegenseitiger Achtung und Anerkennung.*

Die Zweiseitigkeit des Führungsvollzugs bedingt, daß sein Erfolg nicht nur von der Haltung und den Erwartungen des Vorgesetzten, sondern ebenso auch von der Haltung und den Erwartungen des Mitarbeiters abhängt. In der Praxis wird nach kürzerer oder längerer Zeit ein Gleichgewicht zwischen diesen gegenseitigen Rollenerwartungen eintreten.

### Die Erwartungen des Vorgesetzten

Der Vorgesetzte wünscht sich vor allem eine möglichst reibungslose Mitarbeit. Darunter kann allerdings Verschiedenes verstanden werden. Während es dem einen lediglich um die Aktivierung des Leistungspotentials in den durch die Weisung gesetzten Grenzen geht, legt der andere besonderen Wert auf Selbständigkeit und Eigenverantwortlichkeit. Die Betonung dieser Faktoren wird im allgemeinen vom jeweiligen Aufgabengebiet des Mitarbeiters bestimmt werden.

Eine zweite Grundforderung seitens des Vorgesetzten ist die Zuverlässigkeit der Mitarbeiter. Die Durchführung einer gesetzten Aufgabe ist nur dann gesichert, wenn mit großer Wahrscheinlichkeit die geplanten Arbeitsvollzüge mit möglichst geringen Abweichungen verwirklicht werden. In diesem Umstand liegt der Wahrheitsgehalt des bekannten Wortes: „*Ein Gramm Treue wiegt ein Pfund Gewandtheit auf.*“ Andererseits besteht die Gefahr, um der Zuverlässigkeit willen die geistige Unbeweglichkeit der Mitarbeiter zu fördern und auf diese Weise das Führungsverhältnis zu einer einseitigen Angelegenheit zu machen.

### Die Erwartungen der Mitarbeiter

Empirische Untersuchungen haben ergeben, daß nach wie vor vom Vorgesetzten ein klarer Überblick und eine gute Beherrschung der Arbeitsgänge erwartet werden. Die Ordnung des Arbeitsfeldes ist eine Aufgabe, deren Lösung der Mitarbeiter vom Vorgesetzten erwartet. Klare, eindeutige und sachliche Weisungen sollen den Mitarbeitern jederzeit eine richtige Orientierung ermöglichen.

Eine zweite Grundforderung ist der Wunsch nach Anerkennung für geleistete Arbeit. Hier steht zweifellos das Arbeitsentgelt im Vordergrund. Aber auch die immaterielle Anerkennung spielt eine große Rolle, indem sie den Mitarbeiter über seinen Leistungsstand orientiert und wegweisend seinen zukünftigen Anstrengungen dient.

Eine dritte Erwartung bezieht sich auf das persönliche Verhalten des Vorgesetzten. Gerechtigkeit und Verständnis für die Mitarbeiter werden immer wieder betont.

Viertens ist das Verlangen der Mitarbeiter nach Sicherheit zu nennen. Hier handelt es sich nicht allein um Sicherheit gegen die großen Lebensrisiken, sondern um die Verhaltenssicherheit im Alltag. Darunter ist der Umstand zu verstehen, daß ein Mensch nur dann mit innerer Teilnahme etwas leisten kann, wenn er weiß, woran er ist und sich in gewissem Sinn auch auf seinen Vorgesetzten verlassen kann. Schließlich ist auch noch der Wunsch nach Information zu nennen. Auf die Dauer befriedigt eine Tätigkeit nur dann, wenn der Sinn der verlangten Maßnahmen erkannt wird.

### Führungsmethoden und Führungsmittel

Die wohl in der Praxis am weitesten verbreitete Methode der Personalführung ist die direkte Einwirkung auf den Mitarbeiter. In diesem Falle treten die Vorgesetzten durch zahlreiche befehlsartig geäußerte Weisungen und durch eine straffe Aufsicht bei deren Durchführung hervor.

Diese Methode wird mit dem Argument verteidigt, der Vorgesetzte trage die Verantwortung für seinen Arbeitsbereich und müsse dementsprechend eingreifen und kontrollieren können. Dieser Standpunkt ist nur teilweise berechtigt, denn jeder Mensch, der in einem freien Arbeitsverhältnis etwas leistet, trägt auch Verantwortung, und gerade ein ständiger Eingriff in seinen Arbeitsvollzug ist geeignet, diesen Umstand zu verschleiern, den Arbeitenden unselbständig werden zu lassen und schließlich seine Leistung herabzusetzen. Außerdem stumpft eine häufige Befehlsübermittlung den Empfänger ziemlich rasch ab, und der Vorgesetzte muß immer gröbere Mittel anwenden, um sich durchzusetzen.

Diese Nachteile treten bei der indirekten Führungsmethode nicht auf. Ihre Vertreter zielen vor allem auf die Schaffung der *Leistungsvoraussetzung*. Das sind zum einen die inneren Antriebskräfte des Menschen, die entsprechend durch das Verhalten des Vorgesetzten gefördert oder gehemmt werden können, zum anderen sind es aber auch die objektiven Verhältnisse. Hier sieht der Vorgesetzte seine Aufgabe vor allem darin, dem Mitarbeiter eine Hilfestellung zu geben,

etwa dadurch, daß er für die Verbesserung der Arbeitsmittel sorgt. Grundlagen der indirekten Führungsmethode sind also die Persönlichkeitsentwicklung des Mitarbeiters und die Bessergestaltung des Arbeitsvollzugs. In einer Zeit, in der die Menschen empfindlicher und differenzierter geworden sind, hat die indirekte Führungsmethode - auf die Dauer gesehen - größere Erfolgchancen als die direkte Methode. Sie verlangt allerdings vom Vorgesetzten den Verzicht auf die althergebrachten gröberen Disziplinarmaßnahmen und setzt auch voraus, daß die Mitarbeiter ansprechbar sind. Die Verbesserung unseres Arbeitsklimas und unserer Arbeitsleistung wird aber wesentlich davon abhängen, daß es gelingt, die indirekten Führungsmethoden auf breiter Basis zu verwirklichen.

In der Wahl der Führungsmittel muß der Vorgesetzte entsprechend der Eigenart seiner Mitarbeiter differenzieren können. Jeder Mensch reagiert anders und muß dementsprechend auch anders behandelt werden. Deshalb ist von jedem Führungsmittel zu fordern, daß es eine harmonische Verbindung zwischen der Sachanforderung, der gestellten Aufgabe und der persönlichen Eigenart des Ausführenden schafft. Es wäre falsch, nur Weisungen und Kontrollen als Führungsmittel anzuerkennen. Mindestens ebenso wichtig sind auch Informationen über die zu leistende Arbeit, Anregungen und schließlich das persönliche Beispiel.

#### **Die Delegation von Verantwortung**

Die indirekte Führungsmethode wird besonders bedeutungsvoll angesichts der immer weiter um sich greifenden Überlastung betrieblicher Schlüsselkräfte, insbesondere der eigentlichen Führungskräfte. Es ist ja längst kein Geheimnis mehr, daß die umfassenden Maßnahmen zur Rationalisierung des Arbeitsablaufes und zum Schutz der Arbeitskräfte nur zum geringen Teil jenen zugutekommen, auf denen die Last der Verantwortung ruht. Daß dies so ist, ergibt sich aber keineswegs aus der Natur der Sache. Arbeitsüberlastung des Chefs läßt in der Regel darauf schließen, daß die Aufgabenverteilung in seinem Arbeitsbereich nicht richtig funktioniert. Dies kann verschiedene Gründe haben. Einmal ist es möglich, daß die betreffende Führungskraft noch an einem Leitbild festhält, das jenen Zeiten entstammt, als ein kleines Arbeitsvolumen von wenigen Mitarbeitern zu erledigen war. Mit anwachsender Aufgabenfülle wäre nun eine Entlastung der Führungskraft dringend erforderlich, das heißt eine Neugliederung von Funktionen und Vollmachten. Hierzu findet man oft nicht den rechten Ansatzpunkt und bisweilen auch nicht den rechten Mut; denn eine derartige Umstellung läßt sich ja nicht ganz kurzfristig vornehmen. Und somit kommen wir zum zweiten Grund der Überlastung, dem Fehlen geeigneter und verlässlicher Mitarbeiter, die bereit sind, Verantwortung zu übernehmen.

Die Entlastung der Führungskraft durch Delegation von Verantwortung setzt also einmal voraus, daß der Arbeitsbereich neu organisiert wird, zum anderen aber auch, daß geeignete Mitarbeiter vorhanden sind. Und diese zuletzt genannte Bedingung schafft die schwierigsten Probleme. Aus

dieser Sicht wird in jedem Unternehmen von einiger Größe die Heranbildung von „mündigen“, das heißt verantwortungsbewußten und verantwortungsbereiten Mitarbeitern zu einem weiteren Kernproblem zeitgemäßer Führung; nur durch umfassende Maßnahmen der Mitarbeiterförderung läßt es sich lösen. Mit ihren Grundlagen wollen wir uns nun näher beschäftigen.

#### **Langfristige Förderungsmaßnahmen**

Die Gewinnung geeigneter qualifizierter Mitarbeiter ist ein langfristiger Vorgang. Man muß heute davon ausgehen, daß es ein Glücksfall ist, geeignete und schon qualifizierte Kräfte zu entdecken. In der Regel müssen sie erst im eigenen Arbeitsbereich entwickelt werden. Auch hier wächst die umfassende Qualifikation nicht automatisch, denn die Chance, mit dem Betrieb groß zu werden, nimmt immer mehr ab. Außerdem kann man sich in einer Zeit raschen technischen, wirtschaftlichen und sozialen Wandels nicht auf ein einmal erreichtes Ausbildungsniveau verlassen. Häufig versagt die Erfahrung der Vergangenheit angesichts völlig neuer und unerwarteter Problemstellungen. Schon bei Fachleuten ist deshalb der Weg bis zum optimalen Einsatz im Betrieb schwierig und langwierig, wie man es zum Beispiel am Berufschicksal unserer Hochschulabsolventen sieht. Noch problematischer ist die Entwicklung zur Führungskraft angesichts der umfassenden Anforderungen an die Kenntnis der gesamten Organisation, an die Grundhaltung und an das Geschick des Umgangs mit Mitarbeitern. Das Schlagwort „*Der Tüchtige setzt sich durch*“ ist in komplizierten Organisationen ebensowenig allgemeingültig wie die einem antiquierten Modelldenken entstammende These vom automatischen Ausgleich von Angebot und Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt. Die einzig mögliche Folgerung liegt darin, eine sorgfältige und rechtzeitige Vorausplanung bezüglich der Nachwuchskräfte in die Wege zu leiten, die die Förderung des betreffenden Personenkreises im Hinblick auf alle zukünftigen Anforderungen einbezieht.

#### **Organisatorische Vorbedingung: Bedarfsermittlung**

Anhaltspunkte für den Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern sind unbedingt Voraussetzung, um die Gefahr einer Über- oder Unterbesetzung von Positionen zu vermeiden. Oft wird mit Erstaunen und Verärgerung die Kündigung eines jungen Mannes zur Kenntnis genommen, der gerade erst einen fortbildenden Kurs erfolgreich absolviert hat. Der Versuch, dieses Verhalten mit übermäßigem Ehrgeiz oder mit Profitgier zu erklären, ist oft voreilig und verschleiert das Versagen der Organisation, die diesem jungen Mann auf absehbare Zeit keine hinreichend sichtbare Entwicklungschance bieten konnte.

Grundvoraussetzung der richtigen Bedarfsermittlung sind Stellenpläne, die auf der Grundlage von Arbeitsplatzbeschreibungen die charakteristischen Anforderungsmerkmale enthalten. Daneben müssen Unterlagen über die Altersstruktur der Mitarbeiter sowie auch eine Schätzung der zukünftigen Wachstumsrate der Geschäftstätigkeit vorhanden sein.

Allerdings sollte Grundsatz der Mitarbeiterförderung sein, nicht so sehr von der Stellung her, sondern vom Mitarbeiter her zu denken. Wirklich befähigte Personen sind so selten, daß es sich lohnt, ihretwegen auch Anpassungen der Organisation vorzunehmen.

#### Probleme der Auswahl

Es ist grundsätzlich nur bedingt möglich, das Leistungspotential und die Fähigkeit, schwierige Situationen zu beherrschen und sich Anerkennung zu verschaffen, vorauszu- sehen. Man kann deshalb nicht vom Grundsatz der stufenweisen Bewährung abgehen, der die Situationsbewältigung im kleinen als Voraussetzung für eine Bewährung im großen vorsieht. Hierbei sollte allerdings kein Laufbahnschematismus vorherrschen. Wirklich befähigte Mitarbeiter müssen nicht unbedingt erst eine aufreibende „Ochsentour“ absolvieren, bzw. viele Monate in nebensächlichen Arbeitsbereichen zermüht werden. Der Vorgesetzte muß ein Gefühl dafür vermitteln, was wichtig und was weniger wichtig ist. Sonst ist spätere Arbeitsüberlastung aus dem Ehrgeiz heraus, alles selbst machen zu müssen, die Folge. Eine Bewährungsmöglichkeit schließt auch die Möglichkeit, Fehler zu machen, mit ein. Erst dadurch wird Kennen zum Können. Auch kann die Entschlußfreude nur durch selbständiges Tun gewahrt werden.

Auf jeder Stufe der Bewährung sollten Aufstiegsmöglichkeiten und Leistungs- sowie Bildungsanreize gegeben werden. Die Wissensvermittlung ist hierbei notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung. Umfassendes Ziel muß sein, dem Mitarbeiter die Horizonterweiterung, eine Schärfung seines Problembewußtseins sowie die Möglichkeit selbständiger Situationsbewältigung zu vermitteln. Nach dem Kriterium der Situationsbewältigung ist auch die Auslese förderungswürdiger Nachwuchskräfte zu treffen. Man darf die betreffenden Mitarbeiter also nicht an ihren gegenwärtigen, sondern muß sie an ihren zukünftigen Anforderungen messen. Nicht der jeweilige Kenntnisstand und die gute Führung allein sind ausschlaggebend, sondern die Fähigkeit, sich weiter zu entwickeln. Gerade in den gehobenen Stellen sind dynamische Typen gefragt, nicht bloße Verwalter.

#### Aktivierung der Talente

Besonderes Gewicht hat die Beseitigung der objektiven Leistungshemmnisse, die in der Arbeitssituation liegen. Der „Weg nach oben“ ist viel härter, als man oft wahrhaben will. Die Möglichkeiten des Scheiterns hängen dabei nicht einmal so sehr von den fachlichen Anforderungen als von den Schwierigkeiten ab, sich ein möglichst spannungsfreies Verhältnis zur Arbeit, zu den Mitarbeitern und zum Vorgesetzten zu schaffen.

## Metallische GEWEBE helfen Textile GEWEBE

**aufbereiten**

**transportieren**

**filtrieren**

**ausrüsten und**

**mustern**

# DÜRENER METALLTUCH

Schoeller, Hoesch & Co.

Düren - Rheinland

Das *Verhältnis zur Arbeit* wird oft dadurch problematisch, daß ein befähigter Mitarbeiter in seinem Drang nach Selbständigkeit und Bewährung auf den in jeder Zweckorganisation vorhandenen Bürokratismus trifft. Es ergibt sich zum Beispiel das Problem der „*toten Zeiten*“, in denen es scheinbar nichts hinzuzulernen gibt und die Alltagsroutine vorherrscht. Aufgabe des Vorgesetzten ist es hier, dem Mitarbeiter Rat und Hilfe zu geben und dafür zu sorgen, daß er in dieser Periode seinen Gesichtskreis durch Besuche von Fachkursen und dergleichen erweitern kann. Die umgekehrte Situation, ein kaum noch zu bewältigender Arbeitsanfall, ist der Entwicklung der Nachwuchskräfte ebenso abträglich. Seine guten Anlagen machen den Mitarbeiter dann unentbehrlich, aber sein Leistungspotential wird auf einer viel zu niedrigen Ebene aufgebraucht. Dort, wo von einem Mitarbeiter gesagt wird, *er würde für drei schaffen*, sollte man skeptisch sein und sich fragen, ob nicht diese große Energie auf einer höheren Ebene sinnvoller genutzt werden könne. Eng zusammen mit dieser Frage hängt auch das Problem, Mitarbeiter auf Förderungskurse zu schicken.

Wo die Arbeitsbelastung dies grundsätzlich nicht zuläßt, darf man sich nicht darüber wundern, wenn Talente verkümmern bzw. schließlich kündigen. Eine überbetriebliche Fortbildung ist nicht nur erforderlich, um Spezialwissen zu erwerben, sondern auch deswegen, weil nur ein Wissens-, Erfahrungs- und Meinungs-austausch auf möglichst breiter Basis fortschrittliches Denken gewährleistet.

Das *Verhältnis zu den Mitarbeitern* wird dadurch problematisch, daß die rechte Mitte zwischen Solidarität einerseits und Leistungskonkurrenz andererseits gefunden werden muß. Der Strebsame ist in Gefahr, den Kontakt mit seinesgleichen zu verlieren, andererseits hält Vereinsmeierei am Arbeitsplatz davon ab, sich um das eigene Fortkommen zu kümmern. Besondere Beachtung verdient die Gefahr, im Rahmen einer systematischen Nachwuchsförderung ein Elitebewußtsein zu züchten. Jedes Mitglied einer Nachwuchsgruppe sollte sich darüber bewußt sein, daß diese Zugehörigkeit kein Dauerprivileg ist. Auch dürfen bei der Einstellung keine Globalzusagen gemacht werden.

Das *Verhältnis zum Vorgesetzten* ist vielleicht der entscheidendste Faktor bei der Entwicklung eines qualifizierten Mitarbeiters. Auf der einen Seite kann der übertriebene Ehrgeiz eines jungen Mitarbeiters die Eifersucht seines Vorgesetzten wecken. Auf der anderen Seite kann die vorbehaltlose Anerkennung eines Vorgesetzten, der gleichsam in Stellvertretung die Vaterrolle übernommen hat, die selbständige Fortentwicklung verhindern. Unvoreingenommenheit, Taktgefühl und der Sinn für den richtigen Abstand sind oft nicht vorhanden. Besonders schwierig ist die Lage in der Regel dort, wo jemand als „*Selfmademan*“ sich seine gegenwärtige Position erarbeitet hat. Er duldet dann häufig in seiner Nähe nur Personen, die weit unter ihm stehen.

Die genannten Faktoren tragen dazu bei, daß die Gefahr des Steckenbleibens und die damit verbundene Verschwendung eines ursprünglich gegebenen Leistungspotentials sehr groß ist. Sie kann oft nur durch einen Betriebswechsel oder

durch das Eingreifen übergeordneter Stellen verhindert werden. Deshalb ist in jedem größeren Unternehmen der Austausch von Nachwuchskräften auch zwischen den einzelnen Abteilungen bzw. Betrieben anzustreben. In diesem Zusammenhang spielt die Überwindung des Abteilungsegoismus, der gute Kräfte nicht weiterkommen läßt, eine entscheidende Rolle. Man muß sich auch darüber im klaren sein, daß dort, wo jemand zu lange auf seine Bewährungsmöglichkeit warten mußte, meist nichts mehr gutgemacht werden kann. Nach zwanzigjähriger Stagnation ist die für die Meisterung übergeordneter Aufgaben erforderliche Eigeninitiative in der Regel nicht mehr vorhanden.

#### Probleme bei der Beförderung

Die Notwendigkeit, daß der neu beförderte Mitarbeiter sich allseitige Anerkennung verschafft, muß dazu führen, die Beförderung nach einwandfreien Kriterien vorzunehmen. Dies ist besonders dort schwierig, wo bisher allein das Dienstalder und langjährige Betriebstreue ausschlaggebend waren. Mehr und mehr wird langjährige Betriebserfahrung durch rationale Arbeitstechniken, die Beherrschung wissenschaftlicher Methoden und durch analytisches Denken ergänzt. Insbesondere die moderne Führungskraft braucht Intuition, Wissen und Erfahrung zur Meisterung ihrer Aufgabe. Es muß deshalb eine klare Unterscheidung zwischen *verdienten* und *befähigten* Mitarbeitern getroffen werden. Es gibt viele Möglichkeiten, verdiente Mitarbeiter zu belohnen und die Gefahr zu beseitigen, daß sie sich zurückgesetzt fühlen. Es wäre aber für die betriebliche Organisation ein nicht wiedergutzumachender Schaden, wenn nicht der Grundsatz der Tüchtigkeit bei der Beförderung gebührende Anerkennung fände.

Die mit der Beförderung zusammenhängenden Anpassungsprobleme werden meistens weit unterschätzt. Der neue Vorgesetzte muß sich nach neuen Maßstäben orientieren. Seine bisherigen Vertrauten haben nun einen nicht mehr zu überwindenden sozialen Abstand zu ihm. Diese sozialen Probleme können - einhergehend mit anfänglicher Überbeanspruchung - zu Verhaltensunsicherheit führen. Der Betroffene schwankt dann zwischen einem Zuviel und einem Zuwenig an Selbstvertrauen und ist dadurch in seiner Entscheidungsfähigkeit und der Möglichkeit zu abgewogener Urteilsbildung behindert. Es ist deshalb erforderlich, daß neue Vorgesetzte umfassende Unterstützung seitens ihrer älteren Kollegen finden und daß vor allem dafür gesorgt wird, daß sie auf der neuen Rangstufe umfassende soziale Kontakte, Aussprachemöglichkeiten und Orientierungshilfen bekommen.

#### Gradmesser erfolgreicher Führung

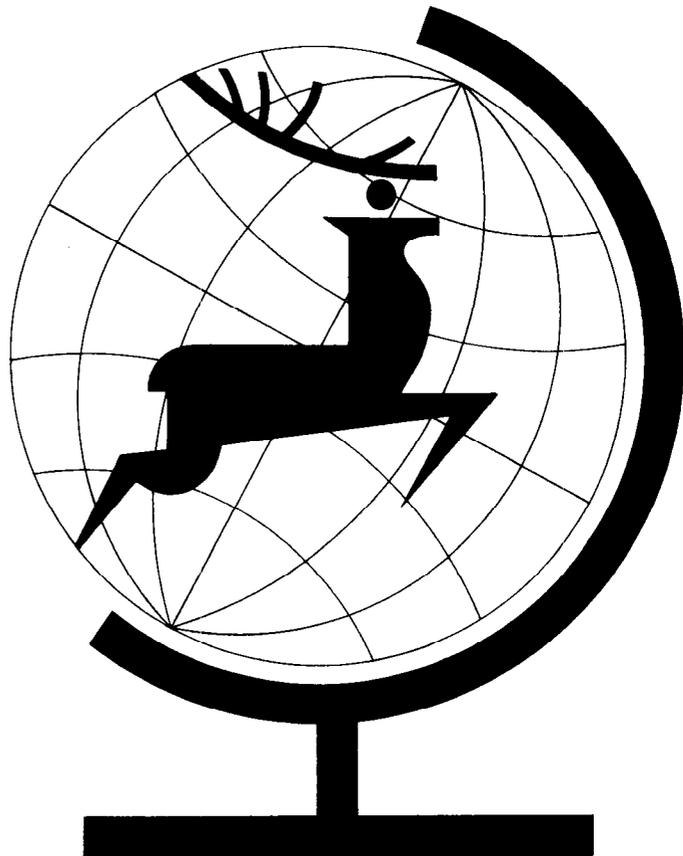
Die vorangegangenen Ausführungen haben gezeigt, daß der Erfolg zeitgemäßer Führung darin liegt, die Leistung der Mitarbeiter zu aktivieren, daß aber die Förderung aller im Unternehmen vorhandenen Talente die Grundbedingung hierfür ist. Das ist nicht allein ein Problem der Kenntnisvermittlung oder der richtigen Menschenbehandlung. Es ist

auch ein Problem der richtigen Unternehmensorganisation, denn ohne eine vernünftige Abgrenzung von Funktionen und Vollmachten sowie ohne eine vernünftige Rangordnung der Aufgaben fällt es schwer, zu erkennen, auf welche Leistungen es ankommt und welche noch zusätzliche Anerkennung verdienen.

Jeder Vorgesetzte sollte den Wunsch haben, sich von Zeit zu Zeit über die Auswirkungen seines Führungsstils Rechenschaft abzulegen. Als Maßstab hierfür kommt nicht nur die unmittelbare Arbeitsleistung in Betracht - denn bekanntlich kann eine kurzfristige Leistungssteigerung durchaus zu langfristigen Verlusten führen, und zwar dadurch, daß die Qualität leidet, daß Menschen verstimmt werden usw. Zunächst sollte die Einsatzbereitschaft der Mitarbeiter beachtet werden. Sodann wäre zu prüfen, ob der Einsatz planvoll vorstatten geht. Bei der anschließenden Erfolgskontrolle wäre zugleich zu überlegen, welche Vorschläge und Maßnahmen das Ergebnis noch verbessern könnten. Besondere Beachtung wäre vor allem auch der Arbeitsatmosphäre zu schenken. Wenn bisher vorhandenes Mißtrauen oder Intrigen verringert werden konnten und Ordnung und Vertrauen an ihre Stelle traten, hat die Führungsmethode des Vorgesetzten zweifellos Erfolg gehabt; denn die Hindernisse, die seiner Planung für die Zukunft seitens der Mitarbeiter entgegengesetzt werden, haben sich verringert. In dem Maße aber, in dem einem Vorgesetzten die Voraussicht ermöglicht wird, schafft er sich auch eine unabdingbare Voraussetzung für den sachgerechten Einsatz seiner Mitarbeiter.

Ein weiteres entscheidendes Kriterium erfolgreicher Führung zeigt sich darin, daß dem Unternehmen jederzeit hinreichend qualifizierte Mitarbeiter und Nachwuchskräfte zur Verfügung stehen, die bereit sind, Verantwortung zu tragen. Man kann sich bei der Lösung dieser Aufgabe nicht darauf berufen, der moderne Mensch sei nicht mehr an einem entsprechenden Einsatz seiner Kräfte interessiert. Auch in der technisierten Welt fordert das weite Feld beruflicher Tätigkeit im Rahmen der Industrie die gestaltende Kraft des Menschen heraus. Diese Herausforderung dem jungen Mitarbeiter spürbar zu machen und ihm zugleich die Möglichkeit stufenweiser Bewährung zu bieten, ist der erste Schritt zu einem zeitgemäßen Führungsstil. Wo die Chance besteht, durch Bewährung zu einem echten Selbstvertrauen zu gelangen, besteht auch die Chance einer Überwindung des reinen Funktionalismus durch sozial und wirtschaftlich verantwortungsbewußt handelnde Personen. Sie brauchen wir, damit unsere Unternehmen nicht zu Produktionsbehörden erstarren, sondern sich weiterhin als Teile einer freiheitlichen Wirtschaftsordnung bewähren.

## weltweite Erfahrung



### Weltweite Erfahrung hilft uns und damit Ihnen. Warum?

Erfahrung haben heißt, einen Schritt voraus sein, heißt für uns: mehr wissen – besser produzieren; heißt für Sie: bessere Reinigungsmittel, Waschmittel, Chemikalien und Industrie-Reiniger. Wir sind Spezialisten und geben Ihnen unser Wissen weiter – durch unsere Produkte und jederzeit durch unseren Beratungsdienst. Sie sprechen bei Unichema mit Fachleuten und kaufen bei Unichema nur Produkte nach dem letzten Stand der Forschung.



**UNICHEMA**

Waschmittel und chem. Produkte Ges. m. b. H.,  
Wien XI, Grillgasse 51, Telefon 74 16 47

## INSERENTENVERZEICHNIS

			Seite
Allgemeine Baugesellschaft - A. Porr AG. 1030 Wien . . . . .	37	Glas-Triebel, D-6800 Mannheim-Käfertal . . . . .	19
Aktiengesellschaft Adolph Saurer CH-9320 Arbon . . . . .	17	Gummiwerke Becker AG. D-7920 Heidenheim an der Brenz . . . . .	51
Apparate- und Maschinenbau Ebner & Co., KG. D-6419 Leibolz/Rhön . . . . .	71	Haiden - Fabrik für Packstoffe und Papierwaren Ges.m.b.H., 1171 Wien . . . . .	51
Badische Anilin- und Soda-Fabrik AG. D-6700 Ludwigshafen am Rhein . . . . .	59	Ing. R. Hiebel KG., 1140 Wien . . . . .	23
BARMAG Barmer Maschinenfabrik AG. D-5630 Remscheid-Lennep . . . . .	25	W. Höhnel - Korrosionsschutz KG. 4021 Linz/Donau . . . . .	40
Biochemie Ges.m.b.H., Werk Kundl 6250 Kundl/Tirol . . . . .	21	Lindemann Kommanditgesellschaft D-4000 Düsseldorf . . . . .	43
Gebr. Böhler & Co., AG., 1011 Wien . . . . .	80	Loher & Söhne - Elektromotorenwerke D-8399 Ruhstorf-Rott . . . . .	6
Bran & Lübke, D-2000 Hamburg . . . . .	61	W. Neuber KG., 1060 Wien . . . . .	39
Bühning & Bruckner, 1040 Wien . . . . .	30	Österreichische Chemische Werke Ges.m.b.H. 1150 Wien . . . . .	39
Chemiebau, Dr. A. Zieren GmbH. & Co., KG. D-5000 Köln-Braunsfeld . . . . .	73	Dr. Quehl & Co., Ges.m.b.H. D-6720 Speyer am Rhein . . . . .	35
Chemiefaser Lenzing AG., 4860 Lenzing . . . . .	53	Rheinhütte, vorm. Ludwig Beck & Co. D-6202 Wiesbaden-Biebrich . . . . .	77
Chemiefaser Lenzing AG., Anlagenbau 4860 Lenzing/Oberösterreich . . . . .	31/32	K. Rosenbauer Kommanditgesellschaft 4021 Linz/Donau . . . . .	47
Chemische Fabrik Stockhausen & Cie. D-4150 Krefeld . . . . .	13	G. Rumpel Aktiengesellschaft, 1015 Wien und 4600 Wels/Oberösterreich . . . . .	11
Deutscher Spinnereimaschinenbau Ingolstadt D-8040 Ingolstadt/Donau . . . . .	99	Sandvik in Austria Ges.m.b.H. 1030 Wien . . . . .	41
Dürener Metalltuch Schoeller-Hoesch & Co. D-5160 Düren . . . . .	101	Shell Austria Aktiengesellschaft 1011 Wien . . . . .	4
Eichmann K.G., Kabel und Garnituren 1090 Wien . . . . .	7	W. Schlafhorst & Co., Maschinenfabrik D-4050 Mönchengladbach . . . . .	9
Eternit-Werke Ludwig Hatschek 4840 Vöcklabruck/Oberösterreich . . . . .	27	Büro - Organisation R. Streit 3300 Amstetten/Niederösterreich . . . . .	82
Flüssner Ges.m.b.H. & Co. D-6073 Egelsbach bei Frankfurt am Main . . . . .	63	Unichema - Ges.m.b.H., 1110 Wien . . . . .	103

*Wir laden nur jene Firmen ein, in dieser Hauszeitschrift zu inserieren,  
die wir auf Grund jahrelanger Zusammenarbeit mit unserem Unternehmen unseren  
Freunden und Lesern gewissenhaft weiterempfehlen können.*

DIE REDAKTION