

LENZINGER BERICHTE

Inhaltsverzeichnis

(Ausgewählte Vorträge der 23. ICT – Dornbirn 1984, 1. Teil)

	Seite
Die Philosophie der Textilprüfung: Sagen Prüfdaten immer das richtige aus? Dr. rer. nat. J. Mecheels, Forschungsinstitut Hohenstein, Bönningheim, Bundesrepublik Deutschland	5
Viskosefilamentgarn: in der Textilindustrie unentbehrlich Dr. Eberhard Kratzsch, Enka AG, Wuppertal, Bundesrepublik Deutschland	12
High Performance Viscoses in Woven Blends for Industry and Consumer Robert Aitken, Courtaulds Research, Coventry (UK)	16
Modalfasern – die alternative Mischungskomponente für funktionelle Sportbekleidung Ing. A. Ernst, Ing. A. Kossina, Ing. H. Lejeune, Lenzing AG, Lenzing, Österreich	24
The Manufacture, Properties and Uses of Inflated Viscose Fibres C. R. Woodings, A. J. Bartholomew, Courtaulds Research, Coventry (UK)	33
Herstellung und anwendungstechnische Prüfungen von Viskosefasern mit stufenweise erhöhtem und erniedrigtem Wasserrückhaltevermögen Dr. Dipl.-Ing. Ingo Marini, Dr. Dipl.-Ing. H. Firgo, Lenzing AG, Lenzing, Österreich	40
Dynamic Moisture Sorption and Transport Characteristics of Textile Materials John A. Wehner, Prof. Dr. Ludwig Rebenfeld and Bernard Miller, Textile Research Institute and Department of Chemical Engineering, Princeton University, Princeton, N. J., USA	48
Schwerentflammbare Viskosefasern – der ideale Partner für die Herstellung von schwerentflammbaren Mischgeweben Dr. D. Mach, Ing. R. Kampl, Ing. H. Lejeune, Lenzing AG, Lenzing, Österreich	53
Viscose FR/Aramid – schwerentflammbare Mischgewebe für Schutzbekleidung Dr. W. Gehrman, Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, Koblenz, Bundesrepublik Deutschland	63
Möglichkeiten des Einsatzes von Mischungen mit flammhemmenden Viskosefasern Dr. Heiner Zimmermann, Hoechst AG, Frankfurt a. M., Bundesrepublik Deutschland	71
Viskosespinnfasern in nichtkonventionellen Einsatzgebieten Dr. B. Huber, Hoechst AG, Werk Kelheim, Kelheim, Bundesrepublik Deutschland	78
Rationelle Organisation von Textilbetrieben Dr. D. Lehner, Linz Textil AG, Linz, Österreich	83
Moderne Aggregate und Anlagen zur Vorbehandlung von Geweben aus Baumwolle und Mischgeweben mit Modal und Polyesterfasern Ing. H. Lehmann, Dipl.-Ing. C. Tischbein, Babcock Textilmaschinen, Seetval, Bundesrepublik Deutschland	88
Modellversuche an Einzelfasern zur Ermittlung des Veredlungsverhaltens Dr. F. Puchegger, Lenzing AG, Lenzing, Österreich	94
Das Färben von regenerierten Cellulosefasern mit Remazol®-Farbstoffen Dr. Hans-Ulrich von der Eltz, Hoechst AG, Frankfurt a. M., Bundesrepublik Deutschland	101
Die Bedeutung von hydrolysierten Reaktivfarbstoffanteilen für Färbung und Abwasser Dr. D. Fiebig, Dipl.-Chem. G. Schulz, Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung, Stuttgart Institut für Textilchemie, Denkendorf, Bundesrepublik Deutschland	109
Inserentenverzeichnis	119

23. Internationale Chemiefasertagung in Dornbirn

26. bis 28. Sept. 1984

Programm / Programme

Eröffnung / Opening
Begrüßung durch den Vorsitzenden
Welcome by the chairman
Präsident Gen.-Dir. i. R. KR R. H. Seidl
Grüßbotschaften
Welcoming addresses
Verleihung des Studienförderungspreises 1984
Awarding of the Study Promotion Prize 1984

Plenarvorträge Plenary Lectures

Prof. Dr. J. Schell, Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Köln (D)
Modifikation von Pflanzen durch Gen-Transfer: Ergebnisse und Perspektiven
The modification of plants by gene-transfer: results and perspectives
Dr. N. S. Wooding, Courtaulds PLC, London (UK)
Cellulose Chemiefasern – ihre Bedeutung für die Faserindustrie und ihre Zukunft
The place of cellulose in the fibre industry: the future
Dr. J. Mecheels, Bekleidungsphysiologisches Institut, Schloß Hohenstein, Bönnigheim (D)
Die Philosophie der Textilprüfung – Sagen Prüfdaten immer das richtige aus?
The philosophy of textile testing – Do data always tell the truth?
E.-G. Plutte, Präsident von Gesamttextil, Frankfurt (D)
Strategien für einen fairen Wettbewerb – Probleme und Perspektiven des Welttextilhandels
Strategies for fair competition – Problems and perspectives of international trade in textiles

Chemiefaserforschung Man-Made Fibre Research

Louis A. Hiatt, The Buckeye Cellulose Corporation, Memphis (USA)
Chemiefaserzellstoffe – Stand und Entwicklungsrichtungen
Dissolving cellulose situation and development trends
Dr. Erich E. Treiber, Schwedisches Holzforschungsinstitut, Stockholm (S)
Preisgünstige Viskosezellstoffe und Probleme bei deren Verarbeitung
Price-worthy viscose pulps and their problems in the fibre production
Prof. Dr. K. Fischer, Dipl.-Chem. W. Goldberg, Dipl.-Chem. M. Wilke, VEB Filmfabriken, Wolfen, Wolfen (DDR)
Strahlenvorbehandlung von Zellstoff für die Regeneratfaserherstellung
Pretreatment of pulp for producing cellulose fibres by means of radiation
I. Uneback, P.-A. Creutz, Berol Kemi AB, Stenungsund (S)
Verbesserung des Reaktionsvermögens von Zellstoffen bei der Viskoseproduktion durch oberflächenaktive Mittel
Improving pulp reactivity with surface active agents in viscose production

Prof. Dr. H. Schleicher, Prof. Dr. B. Philipp, Dr. J. Kunze, Dr. H.-P. Fink, Akademie der Wissenschaften, Institut für Polymerchemie, Teltow-Seehof (DDR)
Neuere Ergebnisse zur Bildung und Reaktionsweise von Alkalicellulose
Novel results about formation and reaction of alkal cellulose

Dr. Dipl.-Ing. I. Diačik, Dipl.-Ing. I. Kollár, Forschungsinstitut für Chemiefasern, Svit (CSSR)
Die kontinuierliche Herstellung von Viskose-Filamentgarne
Continuous production of viscose filament yarns

A. W. Gribanenkow, Allunionsforschungsinstitut für synthetische Fasern, Mytischtschi (UdSSR)
Spinnen von Viskosefasern mit Viellochdüsen und Rohren
Production of viscose fibres with spinnerets with many holes and tubes

Dipl.-Ing. M. E. Schwab, Dr. R. Kloss, Enka tecnica, Enka AG, Heinsberg (D)
Die automatische Reifebestimmung beim Viskosespinnprozess

The automatic determination of ripeness at the viscose spinning process

Dr.-Ing. M. G. Northolt, Akzo Corporate Research Laboratory, Arnhem (NL)
Gibt es Möglichkeiten, noch festere Cellulosefasern herzustellen?
Are stronger cellulosic fibres feasible?

Dipl.-Ing. M. G. Illmer, Ing. G. Baurhenne, Davy-Bamag, Butzbach (D)
Verfahren zur Viskose-Abgasreinigung
Processes for cleaning viscose waste gases

Prof. Dr. W. Berger, Dr. Keck, Technische Universität, Dresden, Prof. Dr. B. Philipp, Prof. Dr. H. Schleicher, Akademie der Wissenschaften der DDR, Teltow-Seehof (DDR)
Zur Natur der Wechselwirkungen beim Lösen von Cellulose am Beispiel nichtwäßriger Lösungsmittelsysteme
About the nature of interchanges dissolving cellulose in organic solvents

Prof. Dr. H. Herlinger, Dr. P. Grynaeus, Dr. S. Rembold, Dr. P. Hirt, Dr. W. Koch, Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung, Institut für Chemiefasern, Denkendorf (D)
Verhalten von Cellulose in nichtkonventionellen Lösungsmitteln
Behaviour of cellulose in non-conventional solvent

Ing. D. Loubinoux, Institut Textile de France, Lyon, Ing. S. Chaunis, Centre Technique de l'Industrie des Papiers, Cartons et Celluloses, Grenoble (F)
Über Versuche zur Spinnung von Cellulosefasern aus NMMO-Lösungen
An experimental approach of spinning new cellulose fibres with NMMO (N-Methyl-Morpholine-Oxide) as solvent of cellulose

O. T. Turunen, M. Sc., J. Fors, M. Sc., J. I. Huttunen, M. Sc., Neste Oy, Kulloo (SF)
Einige Betrachtungen zum Spinnen von Cellulosecarbammat
Some aspects on the spinning of the cellulose carbamate

Prof. Dr. G. Prati, Stazione Sperimentale per la Carta, Cellulose e Fibre Tessili, Milano, Dr. St. Bianchi, Università di Genova (I)
Cellulose Hochmodulfasern aus mesophasischen Lösungen
High-modulus cellulosic fibres from mesophase solutions

Prof. Daojun Qian, Prof. Fanting Li, Prof. Tong Sun, East China Institute of Textile Science and Technology, Shanghai (PR China)
Der Zusammenhang zwischen Quellvermögen und Struktur von Cellulosefasern
The relationship between swelling behaviour and structure of cellulosic fibres

Textilindustrie Textile Industry

Dr. E. Kratzsch, Enka AG, Wuppertal (D)
Viskose-Filamentgarn: in der Textilindustrie unentbehrlich

Viscose filament yarn: indispensable in the textile industry

R. Aitken, Courtaulds Research, Coventry (UK)
Viskose-Fasern mit hoher Gebrauchstüchtigkeit für Mischgewebe im industriellen und textilen Einsatz
High performance viscose in woven blends for industry and consumer

Ing. A. Ernst, Lenzing AG, Lenzing (A)
Modalfasern, die alternative Mischungskomponente für funktionelle Maschenwaren
Modal cellulosics, the alternative blend component for functional knitwear

C. R. Woodings, Courtaulds Research, Coventry (UK)
Herstellung, Eigenschaften und Einsatz von Viskose-Hohlfasern
The manufacture, properties and uses of inflated viscose rayon fibres

Dr. Dipl.-Ing. I. Marini, Dr. Dipl.-Ing. H. Firgo, Lenzing AG, Lenzing (A)
Herstellung und anwendungstechnische Prüfungen von Viskosefasern mit stufenweise erhöhtem und erniedrigtem Wasserrückhaltevermögen
Production and practical testing of viscose fibres with stepwise increased and lowered water retention

Prof. Dr. L. Rebenfeld, Textile Research Institute Princeton (USA)
Das dynamische Absorptionsverhalten von Luftfeuchtigkeit in Textilien
Dynamic moisture sorption characteristics of textile materials

Dr. D. Mach, Lenzing AG, Lenzing (A)
Modifizierte Viskosefasern – Der ideale Partner für die Herstellung von schwerentflammbareren Mischgeweben
Modified viscose fibres – The ideal component for the manufacture of flame retardant blend fabrics

Dr. W. Gehrman, Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, Koblenz (D)
Viskose FR/Aramid – Schwerentflammbares Mischgewebe für Schutzbekleidung
Viscose FR/Aramid fibre blend – Flame retardant fabric for protective wear

Dr. H. Zimmermann, Hoechst AG, Frankfurt (D)
Möglichkeiten des Einsatzes von Fasermischungen mit flammhemmenden Viskosefasern
End use possibilities for fibre blends with flame retardant viscose fibres

Dr. B. Huber, Hoechst AG, Kelheim (D)
Viskosefasern in nichtkonventionellen Einsatzgebieten
Viscose fibres in non-conventional end uses

Dipl.-Ing. H. Ježek, Dipl.-Ing. B. Neckar, Staatl. Textilforschungsinstitut Liberec, Liberec (CSSR)
Neuere Erkenntnisse über die Einflüsse der Spinnverfahren und Fasereigenschaften auf die nutzbaren Eigenschaften von Spinnfasergarnen aus und mit Viskose
Deeper understanding of the influence of spinning processes and fibre properties on the utilizable properties of yarns spun from and with viscose fibres

Dr. D. Lehner, Linz Textil AG, Linz (A)
Rationelle Organisation von Textilbetrieben
Optimal organization of textile mills

Dr. H. Bille, Dr. K. Gebert, Dr. W. Kothe, BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen (D)
Erst durch die richtige chemische Behandlung wird aus Rohbaumwolle eine echte Cellulosefaser
Only with the correct chemical treatment does raw cotton become a true cellulosic fibre

Textil-Ing. H. Lehmann, Dipl.-Ing. C. Tischbein, Babcock Textilmaschinen GmbH., Seevetal-Maschen (D)
Moderne Aggregate und Anlagen zur Vorbehandlung von Geweben aus Baumwolle und Mischgeweben aus Baumwolle mit Modal- oder Polyesterfasern
Modern units and ranges for pretreatment of pure cotton fabric and cotton/modal or polyester blends

Dr. F. Puchegger, Lenzing AG, Lenzing (A)
Modellversuche an Einzelfasern zur Ermittlung des Veredelungsverhaltens
Model experiments on single fibres to investigate textile finishing-behaviour

Prof. Dr. K. Bredereck, Dr. W. A. Schick, Institut für Textil- und Faserforschung der Universität Stuttgart, Stuttgart (D)
Morphologische Struktur und färberisches Verhalten von Cellulosefasern
Morphological structure and dyeing behaviour of cellulosic fibres

Dr. H.-U. von der Eltz, Hoechst AG, Frankfurt (D)
Das Färben von regenerierten Cellulosefasern mit Remazol-Farbstoffen
The dyeing of regenerated cellulosic fibres with Remazol-dyestuffs

Dr. D. Fiebig, Dipl.-Chem. G. Schulz, Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung, Institut für Textilchemie, Denkendorf (D)
Die Bedeutung von hydrolysierten Reaktivfarbstoffanteilen für Färbung und Abwasser
The importance of the hydrolyzed parts of reactive dyes for dyeing and waste water

J. Zimmer, Maschinenfabrik Johannes Zimmer, Klagenfurt (A)
Auftragung geringer Flüssigkeitsmengen, verschäumt und unverschäumt
Low add-on methods for liquids and foam

Dipl.-Ing. N. Tetzlaff, Dipl.-Ing. W. Mayer, Chemische Fabrik Pfersee GmbH., Augsburg (D)
Schaumtechnologie in der Textil-Ausrüstung und Beschichtung
Foam technology in textile finishing and coating

Prof. Dr.-Ing. K. Dimov, Prof. Dr.-Ing. D. Dimitrov, Dr. Ing. A. Christova, Chemisch-Technologisches Institut, Sofia (BG)
Einige Möglichkeiten zur Herstellung von biologisch-aktiven Cellulose-Fasermaterialien für medizinische Zwecke
Some possibilities for production of biological active cellulose fibres for medical uses

Geotechnik Geotechnics

Dipl.-Ing. J. P. Dilo, Oskar Dilo Maschinenfabrik KG, Eberbach (D)
Vernadelungstechnologie für Geovliese
Needling technology for nonwoven geotextiles

Textil-Ing. A. Achermann, Gebrüder Sulzer AG, Rütli (CH)
Einsatzgebiete von gewebten Geotextilien und deren Herstellung
Range of application for woven geotextiles and their manufacturing process

Textil-Ing. F. Furkert, Textilmaschinenfabrik Karl Mayer GmbH., Obertshausen (D)
Herstellung, Eigenschaften und Einsatz von kettengewirkten Geotextilien
Production, properties and uses of warpknit geotextiles

Dr.-Ing. Lüder Gerking, Karl Fischer Industrieanlagen GmbH., Berlin (D)
Spinnvliese als Geotextilien
Spunbondeds in geotextiles

Dr. F. Geleji, Staatskomitee für Technische Entwicklung, Budapest, L. Trentin, Ungarische Viskosefabrik, Nyergesujfalu, Dr. L. Odor, Industrieministerium, Budapest (H)
Herstellung und Einsatz von Chemiefasernetzen als Geotextilien

Production and application of man-made fibre nets as geotextiles

J. Perfetti, Rhône-Poulenc Fibres Bidim, Lyon (F)
Qualitativer Vergleich von Geweben und Vliesstoffen für Geotextilien

Qualitative comparison of wovens and nonwovens in geotextiles

Dr.-Ing. Hartmut Schröder, Dr. rer. nat. E. Schnabel, Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin (D)
Prüfung der mechanischen Eigenschaften von Geotextilien
Tests for the mechanical properties of geotextiles

Dr.-Ing. P. Ehrler, Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung, Institut für Textiltechnik, Denkendorf (D)
Die quantitative Erfassung zwei- und dreidimensionaler Verformungen von Geotextilien mit der Videotechnik
The quantitative measurement of two- and three-dimensional deformation of geotextiles by means of the video technique

Ing. M. Wewerka, Chemie Linz AG, Linz (A)
Filtertechnische Anforderungen an Geotextilien
Requirements to geotextiles as filter

Dipl.-Ing. U. Grett, Franzius-Institut, Universität Hannover, Hannover (D)
Über das Reibungsverhalten von Geotextilien im Boden
Frictionbehaviour of geotextiles in the soil

Dr.-Ing. G. Heerten, Naue Fasertechnik GmbH & Co. KG, Espelkamp-Fiestel, Dr.-Ing. L. Wittmann, Institut für Geotechnik Wibel + Leinenkugel, Karlsruhe (D)
Filtereigenschaften von Geotextilien und Mineralkornfiltern am Beispiel von Ufersicherungen
Filtration properties of geotextiles and mineral filters demonstrated by the example of bank protection

Dr. Dipl.-Ing. F. Bucher, Dipl.-Ing. I. Sterba, ETH-Zürich, Institut für Grundbau und Bodenmechanik, Zürich (CH)
Ergebnisse von Durchlässigkeitsuntersuchungen an Geotextilien
Results of permeability tests on geotextiles

Prof. Dr.-Ing. R. Floss, Institut für Grundbau, Bodenmechanik und Felsmechanik, Technische Universität München, München (D)
Geotextilien im Erd- und Grundbau – Internationaler Entwicklungsstand
Geotextiles for earth work and foundation engineering – International state-of-the-art

Dr. M. Sotton, Institut Textile de France, Boulogne (F)
Die Haltbarkeit von Geotextilien
Durability of geotextiles

Dr. R. A. Jewell, Binnie & Partners, London (UK)
Materialanforderungen für Geotextilien und Geogrids für verschiedene Bodenbefestigungen
Material requirements for geotextiles and geogrids for different reinforced soil applications

Dipl.-Ing. M. Huhnholz, Straßenneubauamt Brunsbüttel, Brunsbüttel (D)
Anwendung von Geotextilien beim Bau von Straßendämmen auf wenig tragfähigem Untergrund
Geotextiles used for construction of road embankments on soils of low bearing capacity

H. R. Murray BSc., Deutsche ICI GmbH., Frankfurt (D)
Verbundstoffe für Bauwerks- und Bodenentwässerung
Composite geotextiles for soil and structure drainage

Ir. P. Risseeuw, Enka b. v., Arnhem (NL)
Langzeitverhalten von Verstärkungsmatten als strukturelle Elemente in Erdbefestigungen
Long term behaviour of reinforcing mats as structural elements in earth works

Round Table

Leitung (Chairman): Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Brandl, Technische Universität, Wien (A)

Dipl.-Ing. K.-Ch. Zerfass, Hoechst AG, Werk Bobingen, Bobingen (D)
Geotextilien auf dem europäischen Markt
Geotextiles on the European market

M. Luttinger, D. I. Carter, Battelle Columbus Laboratory, Columbus (USA)
Überblick über ausgewählte Anwendungsmöglichkeiten für Geotextilien
Reviews of selected applications of geotextiles

Prof. T. S. Ingold, St. Albans (UK)
Aufgabe der Hersteller von Geotextilien: Realisierung der Typen und Eigenschaften, die die Bauingenieure fordern
Textile manufacturers setting out what geotextile types and properties are required by the civil engineer

Dr. Dipl.-Geol. W. Wilmers, Baustoff- und Bodenprüfstelle Wetzlar, Hessisches Landesamt für Straßenbau, Wetzlar (D)
Anforderungen an Geotextilien aus der Sicht des Straßenbaus
Requirements on geotextiles from the viewpoint of road construction

Prof. Ir. K. van Harten, Technische Hoogeschool Laboratorium voor Vezeltechniek en Vezeltechnologie, Delft (NL)
Die wesentlichen Eigenschaften von Geotextilien und ihr Einfluß bei verschiedenen Verwendungsarten
The essential properties of geotextiles and their influence in different applications

Prof. Dr.-Ing. K. Gamski, Institut du Génie Civil, Université de Liège (B)
Klassifizierung von Geotextilien
Classification of geotextiles

Dipl.-Ing. H. Schneider, Chemie Linz AG, Linz (A)
Klassifizierung und Standardisierung von Geotextilien
Classification and standardization of geotextiles

Ing. C. M. Beudeker, Enka b. v., Arnhem (NL)
Lehren aus der Vergangenheit für Geotextilien der Zukunft
The future of polymer products in civil engineering, seen from the past

Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. K. Klugar, Institut für Eisenbahnwesen, Technische Universität Graz, Graz (A)
Das Kunststoffbewehrte Schotterbett
Reinforced ballast of railroad truck

Prof. Dr.-Ing. G. Gudehus, Institut für Boden- und Felsmechanik der Universität Karlsruhe, Karlsruhe (D)
Modellversuche mit kunststoffbewehrtem Schotterbett
Model trials with reinforced ballast of railroad truck

Dipl.-Ing. K. Martinek, Deutsche Bundesbahn, Bundesbahn-Zentralamt München, München (D)
Anwendung von Geotextilien bei der Deutschen Bundesbahn – Erfahrungen und Anforderungen
Geotextiles used by the German Federal Railway – Experiences and specifications

Dipl.-Ing. W. van Wijk, Amoco Fabrics, Amstelveen (NL)
Wirtschaftliche Vorteile durch Einsatz von Geotextilien
Economic justification for the use of geotextiles

Prof. Dr.-Ing. U. Smolczyk, Dr.-Ing. K. Malcharek, Institut für Grundbau und Bodenmechanik, Universität Stuttgart, Stuttgart (D)
Neues Verfahren zur Sicherung von Steilböschungen mit Hilfe von Geotextilien
A new approach to stabilize steep slopes by geotextiles

Ing. K. A. G. Mouw, Rijkswaterstraat, Delta Department, Burgh-Haamstede (NL)
Die Wahl von Geotextilien im Oosterschelde-Projekt
The selection of geotextiles on the Oosterschelde project

Ing. D. W. de Haan, Doshouw v.o.f., Oosterschelde Sturm-
flutwehr Baukombination, Burgh-Haamstede (NL)

Die Anwendung von Geotextilien im Oosterschelde-Pro-
jekt

The application of geotextiles on the Oosterschelde project

Die Philosophie der Textilprüfung: Sagen Prüfdaten immer das Richtige aus?

Dr. rer. nat. J. Mecheels, Forschungsinstitut Hohenstein, Bönningheim, Bundesrepublik Deutschland

Welche Eigenschaften müssen textile Produkte für die Weiterverarbeitung, für den Gebrauch und für die Pflege haben und wie kann man diese Eigenschaften messen? Der Vortrag befaßt sich mit der messenden Überwachung der Textiltechnik, zeigt Fortschritte und Lücken auf und stellt heraus, wo die Produktkontrolle verbessert werden muß.

Zwar wird heute in der modernen Meßtechnik recht präzise gearbeitet, und auf gefundene Meßwerte ist Verlaß. Die Unsicherheiten für die Interpretation bestehen jedoch in den zwar oft genormten, aber doch frei gewählten Randbedingungen der Messung und in den vielfach recht ungenau bekannten Korrelationen zwischen dem Meßwert und den textilen Stoffeigenschaften, zu denen eine Aussage erwartet wird. Als Folge werden aus hochqualifizierten Meßwerten gelegentlich durchaus wenig verlässliche Aussagen gewonnen.

Das Referat untersucht die Einflußfaktoren auf die Aussagekraft von Meßwerten grundsätzlich. Ein noch gewichtiger Mangel in der Auswertung von Messungen zum Zwecke der Produktionskontrolle und der Produktionssicherheit ebenso wie zur Beurteilung von Gebrauchseigenschaften textiler Produkte sind unvollständige oder ganz fehlende Anforderungsprofile, klar begründete Grenzwerte oder definierte Regressionen zwischen Meßwert und Aussage. Darauf müßte sich die Forschung konzentrieren.

In moderner Denkweise leitet das Referat Gedanken dazu ab, ob und inwieweit textile Produktionsprozesse direkt zur Kontrolle des Vorprodukts herangezogen werden können.

Die Aussagekraft von Messungen kann durch Multikriterien-diagramme erhöht werden, die durch Regressionsrechnungen gestützt sind.

Ein noch wenig erschlossenes Gebiet der textilen Meßtechnik bezieht sich auf die Verarbeitungseigenschaften von Textilien in der Bekleidungsherstellung.

Which properties must textile products possess for processing into garments, for wearing and for care and how can these properties be measured? This lecture deals with the control by measurement in the field of textile technique demonstrates progress as well as gaps and shows where product control has to be improved.

Today the modern technique of testing and measuring is working already very precisely and the data measured are reliable. However the uncertainties for the interpretation are contributed by the conditions of the measurement which are often standardized but, nevertheless, are chosen rather freely. Furthermore, the correlations between the data measured and the properties of the textile to be judged are often only known rather unprecisely. As a result from highly qualified data really unreliable statements are deduced sometimes.

In this lecture the factors influencing the accuracy of the statements drawn from measured data are examined fundamentally. An essential deficiency in the evaluation of measurements for the purpose of production control and production accuracy as well as for the assessment of the properties relevant for the use of textile products are incomplete or non-existing profiles of demand clearly justified limiting values or defined correlations between measured value and statement. Research work should concentrate on these points.

In a modern way of thinking it is deduced in this lecture whether and to what extent textile production processes can be used directly to control the raw product.

The accuracy of the statements drawn from measurements can be heightened by multicriterion-diagrams based on regression analysis.

An angle of the technique of measurements on textiles up to now disclosed only incompletely is related to the properties of textiles relevant to the ready-making into garments.

Einleitung

Nach dem ersten Anschein ist die Textilprüfung ein recht gut ausgebautes System und kann auf ein stolzes Werk sorgfältig erdachter und sehr qualifizierter ausgearbeiteter Prüfmethoden blicken. Immerhin verfügen wir heute über mehr als 260 DIN-Textilprüfnormen, an die 100 ISO-Standards und weitere eingeführte Verfahren, vielfach nach ausländischen Normen, z. B. nach AATCC. Prüfdaten können in den meisten Fällen objektiv und reproduzierbar gewonnen werden.

Sagen sie aber immer das Richtige aus? Erfüllt die Textilprüfung wirklich ihre Aufgaben? Was sind die Zukunftsaufgaben der Forschung auf diesem Gebiet?

Die Antwort ergibt sich klar, wenn unsere Betrachtungsweise nicht von einzelnen Prüfverfahren ausgeht, sondern wenn wir die mehr übergeordnete Philosophie der Textilprüfung betrachten, dabei von ihren eigentlichen Zielen ausgehen und prüfen, inwieweit die eingeführten Untersuchungsmethoden dafür klare Aussagen liefern.

Möglichkeiten und Grenzen der Textilprüfung

Der Zweck der Textilprüfung ist die objektive Feststellung einer *Eigenschaft* des Textils (Abb. 1), des Kleidungsstückes oder einer technischen Konstruktion, sei es nun eine Gebrauchseigenschaft, Pflegeeigenschaft, Verarbeitungseigenschaft oder eine Qualitätseigenschaft. Gemeint können hier zum Beispiel die einwandfreie Qualität eines Berufsbekleidungsstoffes, gute Laufeigenschaften eines Garns beim Vermaschen, Spulen oder Zetteln oder vielleicht die einwandfreie Verarbeitbarkeit eines Gewebes in der Bekleidungsfertigung sein oder vieles andere mehr. In der Regel kann man jedoch die betreffenden Eigenschaften nicht direkt messen oder beurteilen, sondern man muß zunächst einzelne *Prüfkriterien* dafür festlegen. Zum Beispiel ist die Garnleichmäßigkeit ein Kriterium für die Laufeigenschaften, die Farbechtheiten sind eine Gruppe von Prüfkriterien für die Gebrauchseigenschaften eines Textils. Dazu gehören außerdem Höchstzugkraft, Scheuerwiderstand und andere.

Waschechtheiten und Chemischreinigungsbeständigkeit sind dann wieder Prüfkriterien für die Pflegeeigenschaften

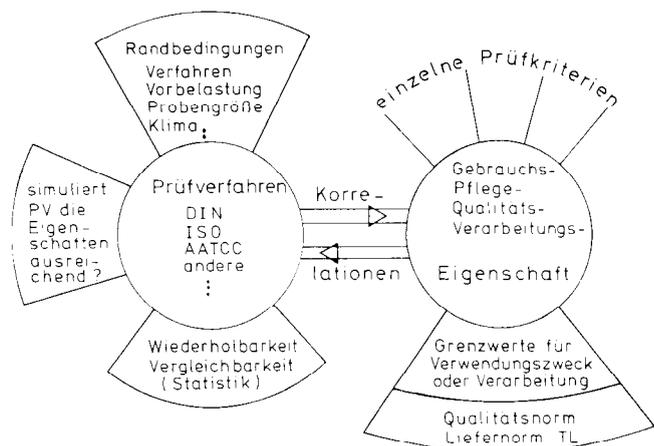


Abb. 1: Textilprüfung – schematische Darstellung

ten, zu denen noch der Glattrockeneffekt und die Maßstabilität gehören.

Für jede Eigenschaft eines Textils gibt es also in der Regel mehr als ein, meistens eine ganze Anzahl von Prüfkriterien, welche dann zusammen die gefragte Eigenschaft beschreiben.

Für jedes dieser Prüfkriterien ist nun ein *Prüfverfahren* erforderlich, welches das Prüfkriterium als *Meßwert* oder als *Beurteilungswert*, d.h. als Ordinatenskalenwert, angibt. Wirklichen Nutzen bringt ein solches Prüfverfahren aber erst dann, wenn seine Anwendbarkeit an vielen Stellen gesichert ist, wenn der Fachmann Erfahrung mit dem Prüfverfahren hat und die Ergebnisse zwischen verschiedenen Laboratorien vergleichbar sind. Die größte Leistung der Textilprüfung in den vergangenen Jahrzehnten war die Erarbeitung guter Prüfverfahren und deren klare Normung. So verfügen wir heute über mehr als 400 Textilprüfverfahren.

Auf den ersten Blick scheint also heute praktisch alles meßbar oder beurteilbar und die Welt der Textilprüfung daher in Ordnung zu sein. Das soll nun in Augenschein genommen werden.

Wir wollen dazu einmal die Anforderungen an ein gutes Prüfverfahren näher betrachten: In jedem Einzelfall muß man zunächst die Frage stellen: „Simuliert das Prüfverfahren im Rahmen des Prüfkriteriums eigentlich die zu ermittelnde Textileigenschaft ausreichend gut?“ Dann natürlich müssen eben unter diesem Gesichtspunkt und dem der Prüftechnik die *Randbedingungen der Prüfung* festgelegt werden, also das Verfahren im einzelnen, die Probenahme, die Probengröße, etwa eine Vorbelastung der Proben vor der Messung, das Prüfraumklima und damit die Gleichgewichtsfeuchte des Prüflings und vieles andere mehr. Jeder weiß, daß sowohl die Eigenschaften über die Textilfläche streuen, als auch die Prüfergebnisse selbst. Deswegen sollte von jedem guten Prüfverfahren die zu erwartende Genauigkeit, die *Wiederholbarkeit* bei mehreren Messungen durch die gleiche Person im gleichen Laboratorium und die *Vergleichbarkeit* der Ergebnisse zwischen mehreren Laboratorien bekannt sein.

Da aber ein Prüfverfahren die tatsächliche Beanspruchung eines Textils im Gebrauch oder bei der Verarbeitung nur simulieren kann, interessiert es schließlich, welche *Korrelationen* zwischen den Prüfergebnissen und der dadurch zu beschreibenden Eigenschaft bestehen.

Mit der Darstellung der Zusammenhänge aus Abbildung 1 haben wir die Möglichkeiten und Grenzen der Textilprüfung eigentlich schon alle angesprochen. Bei genauer Betrachtung fehlen aber doch sehr oft einige der genannten Beziehungen und Kenntnisse. In der Praxis eines einzelnen Prüfverfahrens stecken doch eine ganze Menge Imponderabilien. Sie werden durch Standards und durch Normen und Regeln zwar beherrschbar und Ergebnisse vergleichbar, aber nicht zwangsläufig richtig. Normen sind an sich in der Regel ziemlich vollkommen, aber nicht durch ihre Existenz allein schon das Maß aller Dinge. Man kann auch genormt Fehler machen.

Zur Verdeutlichung der hier angesprochenen Zusammenhänge soll ein neutrales Beispiel dienen, das nicht aus der Textilprüfung kommt, aber jedermann bekannt ist. Es handelt sich um das „Normalgewicht“ des Menschen (Abb. 2), wonach ein Mann dann auf die höchste Lebenserwartung hoffen kann, wenn sein Körpergewicht (besser seine Körpermasse) so viele Kilogramm beträgt, wie er über 100 cm groß ist. Das Normalgewicht eines 178 cm großen Mannes beträgt also 78 kg. In der vorher erläuterten Betrachtungsweise drückt sich das so aus: Für die *Eigenschaft* „Gesundheit, große Lebenserwartung“ ist hier das *Prüfkriterium* „Normalgewicht“ gewählt, welches sich aus *zwei Messungen* ergibt, nämlich aus der Körpergröße (besser Körperhöhe) und dem Körpergewicht (besser Körpermasse). Es handelt sich also um recht einfache und, genaue Waage vorausgesetzt, auch leicht zu ermittelnde Meßgrößen. Dazuhin gibt es auch *Korrelationen* zwischen dem Prüfkriterium

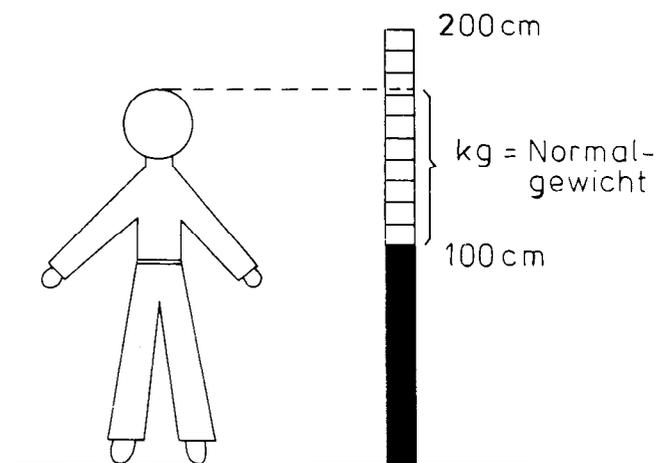


Abb. 2: Normalgewicht eines Menschen in zeichnerischer Darstellung

„Normalgewicht“ und der dadurch zu beschreibenden Eigenschaft „Lebenserwartung“. Sie entstammen langen und aufwendigen Untersuchungen amerikanischer Versicherungsgesellschaften aus den dreißiger Jahren, die eben das Resultat erbracht haben, daß Männer dann die höchste Lebenserwartung haben, wenn sie normalgewichtig sind. Ein erfreulicher Zufall hat für unsere Maßeinheiten Zentimeter und Kilogramm die besonders leichte Errechnbarkeit gebracht.

Auf den ersten Blick scheint hier also ein sehr gutes und zuverlässiges System geschaffen worden zu sein. 50 Jahre haben sich Millionen Menschen mit dem Normalgewicht kasteit. Unnötig, wie man heute weiß, denn vor einigen wenigen Jahren hat man gemerkt, daß bei den Untersuchungen seinerzeit alle Menschen mit Schuhen gemessen worden waren. Dadurch waren sie rund drei Zentimeter größer. Demnach muß das Normalgewicht für jeden Menschen drei Kilogramm mehr betragen. Warum also diese Schwierigkeit? Man hatte vergessen, die *Randbedingungen* der Messung (also „Messung mit Schuhen“) eindeutig für die Nachwelt festzulegen. Sie hätten genormt werden müssen, erst dann wäre jeder Arzt in der Lage gewesen, eindeutige und zutreffende Aussagen aus den Meßergebnissen abzuleiten.

Mit der einen Unvollkommenheit hören die Verfahrensmängel jedoch noch nicht auf: Aus neueren und recht seriösen Untersuchungen, wieder von amerikanischen Versicherungsgesellschaften, weiß man inzwischen, daß auch die etablierten *Korrelationen* zwischen dem *Prüfkriterium* „Normalgewicht“ und der dadurch auszudrückenden *Eigenschaft* „Lebenserwartung“ falsch waren. Nach den neuesten Erhebungen darf man mit gleicher Lebenserwartung bis zu zwanzig Prozent über dem Normalgewicht wiegen. Ein hocheffizienter Aspekt, aber gleichzeitig ein eindrucksvolles Beispiel für die Schwachpunkte eines Meßverfahrens und daraus abgeleiteter Aussagen.

Genauigkeit von Prüfverfahren

Solche Unvollkommenheiten sind keine Seltenheit, und es gibt sie durchaus auch in unserem exakten textilen Bereich. In sehr vielen etwas älteren Normen – erst in jüngerer Zeit bessert sich dies – fehlen zum Beispiel Zahlen über die *Präzision des Verfahrens*, also über die *Wiederholbarkeit* von Messungen an ein und demselben Gerät durch dieselbe Person und über die *Vergleichbarkeit* der Ergebnisse zwischen Laboratorien und damit auf verschiedenen Meßgeräten durch verschiedene Personen. Niemand weiß also wirklich, wie genau der erzielte Meßwert ist und inwieweit eine etwaige Abweichung vom Soll realistisch ist oder nur durch eine Streuung der Messung so erscheint.

Die Bestimmung der Maßänderung von textilen Flächengebilden nach verschiedenen Einflüssen ist so ein Beispiel.

Sie erfolgt zwar nach sorgfältig ausgearbeiteten DIN-Normen, aber über Wiederholbarkeit, Vergleichbarkeit, zwangsläufige Standardabweichung und Variationskoeffizienten im einzelnen stehen nur vage Sätze zu lesen. Vor etwa zehn Jahren wurden hierüber Ermittlungen und Rundversuche zwischen Laboratorien eingeleitet. Inzwischen ist es darum wieder ruhig geworden, und man geht bei der Beurteilung von Soll-Abweichungen eben von einer gewissen Erfahrungspraxis aus.

Das schmälert natürlich den Wert einer Untersuchung deutlich und führt logisch zu dem Gedanken, daß in der Praxis des textilen Alltags noch immer recht oft kleine Differenzen zwischen Meßergebnissen, etwa an zwei verschiedenen Proben in ihren Ursachen und Auswirkungen, gelegentlich heiß diskutiert werden, ohne daß man vorher der Frage nachgegangen wäre, ob die gefundenen Differenzen vielleicht auch nur auf Streuung des Meßverfahrens beruhen.

Hätte man Statistik angewendet oder wären Wiederholbarkeit bzw. Vergleichbarkeit des Meßverfahrens und damit die verfahrensbedingten Streuungen bekannt, könnte man viele dieser Unterschiede vergessen. Ein beliebter Trick in diesem Zusammenhang ist die Darstellung von irgendwelchen Abläufen nur in einem Kurvenausschnitt (Abb. 3). Dadurch erscheinen die Unterschiede eindrucksvoller und vertrauenswürdiger. Würde man allerdings die Vertrauensbereiche oder die Standardabweichungen der angegebenen Werte mit einzeichnen, wären sie auch entsprechend vergrößert und jeder wüßte mit einem Blick, daß die Kurvenverläufe tatsächlich als identisch anzusehen sind.

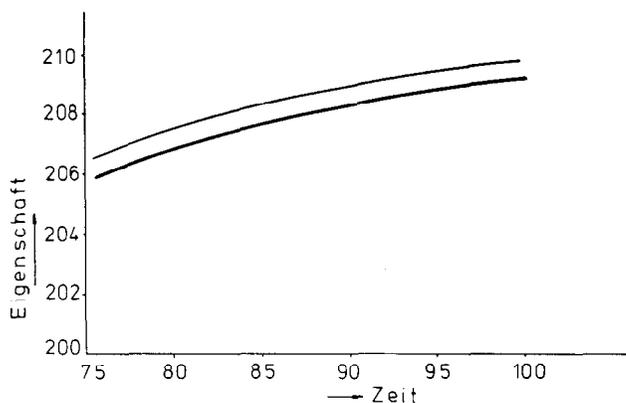


Abb. 3: Darstellung von Abläufen im Kurvenausschnitt

Immerhin soll es heute keine Laborchefs mehr geben, die sich der statistischen Behandlung von Meßergebnissen grundsätzlich widersetzen mit dem Argument: „Verderben Sie meine guten Meßwerte nicht mit Ihrer Statistik! Ich muß Ergebnisse abliefern und keine Fragezeichen!“

Wenn man unsere Textilprüfverfahren einmal wirklich kritisch nach Angaben über die Präzision des Verfahrens, also über die Wiederholbarkeit und die Vergleichbarkeit durchsieht, dann erkennt man gleich, daß hier bei der überwiegenden Zahl ein Schwachpunkt vorliegt. In den meisten Fällen fehlen Angaben überhaupt. Oft hilft man sich, indem man von vornherein eine bestimmte Anzahl von Einzelmessungen vorschreibt, von denen der Mittelwert anzugeben ist. Gelegentlich merkt man schon den guten Willen der Verfasser, wenn sie die Einzelwerte statistisch behandeln lassen und so auch zur Standardabweichung und zu Vertrauensbereichen kommen. Das ist ein durchaus hilfreiches Verfahren.

Allerdings können sich diese Angaben nur auf die Wiederholbarkeit beziehen (Abb. 4), und es ist auch nicht geklärt, ob die Streuungen nun von Ungleichmäßigkeiten im Prüf-

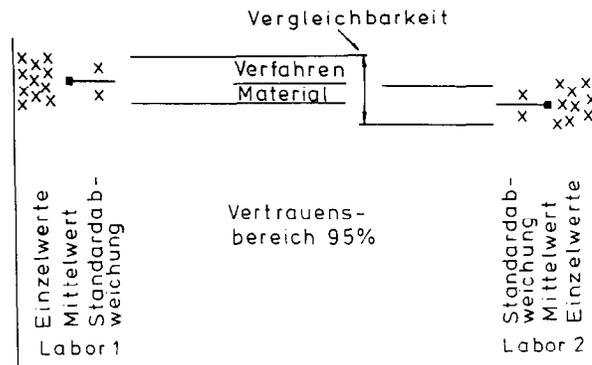


Abb. 4: Wiederholbarkeit – Vergleichbarkeit

ling oder aus dem Prüfverfahren herrühren. Aussagen über die Vergleichbarkeit der Ergebnisse bei der Ermittlung in verschiedenen Laboratorien sind aber damit gar nicht möglich.

Statistik für eine Meßserie ist also durchaus gut, weiß man doch, welche Genauigkeit man dem Meßwert zusprechen kann, und Vergleiche zwischen mehreren in derselben Meßserie untersuchten Proben werden dann sicher möglich. Für die sehr oft notwendigen Qualitätsuntersuchungen, wo also Grenzwerte nach Qualitätsnormen oder technischen Lieferbedingungen überprüft werden sollen, hilft diese Statistik aber relativ wenig, denn da kommt es ja auf die Vergleichbarkeit der Messung zwischen verschiedenen Laboratorien an, also auf die Frage, ob die Entscheidung über die Akzeptierung oder Zurückweisung einer Ware nach Qualitätskriterien an mehreren Stellen übereinstimmend getroffen werden kann.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Forschung in der Textilprüfung liegt also in der Erarbeitung exakter Angaben über die Präzision jedes einzelnen Prüfverfahrens.

Die Randbedingungen

Bei Überlegungen über die Randbedingungen müssen wir beachten, daß sie das Meßergebnis erheblich beeinflussen. Sonst müßten sie ja nicht standardisiert sein. Meistens sind jedoch die Randbedingungen von Prüfungen recht sorgfältig festgelegt worden, dennoch müssen wir nur drei Aspekte sorgsam im Auge behalten:

- Die Frage: Simuliert das Prüfverfahren die tatsächliche Beanspruchung eines Textils richtig? – Immerhin gilt es, im Einzelfall einen Kompromiß zwischen dem im Laboratorium Machbaren und der tatsächlichen Gebrauchsbeanspruchung zu finden, wie etwa bei der Wahl des Prüfklimas, bei der Anbringung von Vorbelaugungsgewichten oder bei der Wahl des Scheuerelements.
- Die Frage: Ist die Langzeitkonstanz eines Prüfverfahrens auch genügend gesichert? – Bei der normgerechten Wahl eines bestimmten Scheuerelementes ist es zum Beispiel durchaus nicht gesichert, ob dessen Herstellerfirma nicht einmal das Produktionsverfahren oder das Kornmaterial ändert. Oder denken Sie auch an die Probleme mit der Langzeitkonstanz von Prüfergebnissen bei Personalwechsel, insbesondere, wenn es um eine Beurteilung etwa nach Grau- oder Blaumaßstäben geht.
- Textilprüfungen werden vornehmlich am neuen Textil vorgenommen. Die Gebrauchsbeanspruchungen erfolgen hingegen nur sehr kurzzeitig im Neuzustand, und zwar überwiegend im gewaschenen oder chemischgereinigten Zustand des Textils. Man sollte sich wirklich überlegen, ob man für solche Prüfungen, wie etwa der Schiebefestigkeit, der Nahtausreißeigenschaft oder auch des Scheuerwiderstands, eine mehrfache vorherige Pflegebehandlung zwingend vorschreiben sollte.

Die Wahl der richtigen Randbedingungen birgt also wichtige Fragen, doch bemüht man sich um diese im Prinzip in der Regel mit gutem Erfolg.

Korrelationen zwischen Prüfergebnissen und textilen Eigenschaften; Grenzwerte

Es soll noch etwas eingehender auf die Korrelationen zwischen den erzielten Prüfergebnissen und der textilen Eigenschaft eingegangen werden, welche sie ausdrücken sollen. Hier wissenschaftlich wirklich begründete Beziehungen zu etablieren, ist gar nicht leicht, und genau hier befinden wir uns auch im Zentralbereich der Forschung im modernen Geschehen der Textilprüfung. Hier sind auch die empfindlichsten Schwachpunkte zu finden. Ein hochangesehener Fachmann sagte mir erst dieser Tage: „Gesicherte Korrelationen zwischen den Eigenschaften der Baumwollfaser und den daraus hergestellten Garnen haben wir wahrhaft genügend – jede Woche andere!“

Betrachten wir doch einmal die Zusammenhänge in Abbildung 5: Meistens wollen wir ja durch die Textilprüfung feststellen, ob bestimmte Eigenschaften eines Textils, eines Kleidungsstücks wirklich gegeben sind oder nicht. Dazu ist es notwendig:

- die richtigen Prüfverfahren für die jeweiligen Einflußgrößen auf diese Eigenschaft als Zielgröße zu finden,
- durch das Prüfverfahren die Eigenschaft ausreichend zu simulieren,
- Korrelationen zwischen dieser Einflußgröße und der Zielgröße Eigenschaft zu etablieren,
- daraus Grenzwerte für die einzelnen Prüfkriterien festzulegen, die gegeben sein müssen, wenn die Eigenschaft in ausreichendem Maße vorhanden sein soll.

Wie findet man aber nun die richtigen Einflußgrößen, also die zutreffenden Prüfverfahren, und wie etabliert man diese Korrelationen zweifelsfrei? – Das ist, wie gesagt, gar nicht einfach.

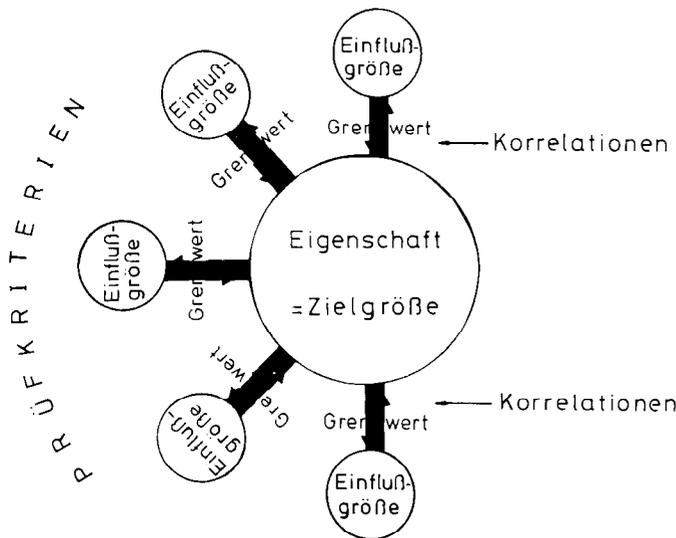


Abb. 5: Zusammenhänge beim Prüfverfahren

Am sichersten ist der politische Weg. Wenn man gar nicht weiß, welche Einflußgrößen sich auf die Zielgröße überhaupt auswirken und deshalb auch die Korrelationen zwischen Einfluß- und Zielgröße nicht kennt, dann beschließt man ihr Vorhandensein eben mit großer demokratischer Mehrheit, wenn ein sogenannter „politischer Handlungsbedarf“ besteht. Oft reicht auch nur eine intensive Gehirnwäsche durch die Medien. Beweis: Gesicherte Zusammen-

hänge zwischen Autoabgasen und Waldsterben gibt es nicht, auch ist nicht bekannt, inwieweit ein Tempolimit die Abgas-Emission tatsächlich reduziert, und keiner hat bis jetzt nachgerechnet, daß man mit dem ganzen Tempolimit von allen auftretenden vermuteten Schadstoffen insgesamt höchstens Promille beeinflusst. Und trotzdem sind Politiker bereit, mit einem Tempolimit erhebliche volkswirtschaftliche Schäden hinzunehmen und Risiken einzugehen, und der Bürger zieht mit, angeregt auch von zweistündigen Fernsehsendungen mit Liedern über den Deutschen Wald. In der Demokratie entscheidet bekanntlich ja nicht die Vernunft, sondern eben die Mehrheit.

Sie meinen, dies sei in unserem doch mehr wissenschaftlich begründeten Textilbereich nicht zu befürchten? – Nun, auch wir haben unser politisches Beispiel! Es handelt sich um das Textilkennzeichnungsgesetz. Was nützt es eigentlich dem Verbraucher, wenn er weiß, aus welchen Faserstoffen und in welcher Zusammensetzung ein Textilartikel besteht? Doch nur, wenn er daraus beim Kauf Schlüsse, z.B. auf Qualität, Pflegeeigenschaften oder Tragekomfort, ziehen kann. Das kann er aber in Wirklichkeit nicht, denn wir alle wissen, daß bei den genannten Zielgrößen *Qualität, Pflegbarkeit* und *Tragekomfort* die Spinnstoffzusammensetzung jeweils nur *ein* Konstruktionsparameter ist, also *eine* Einflußgröße, und eine ganze Reihe anderer zum Teil gleichgewichtig hinzukommt. Es ist damit also nicht zulässig, von einer Einflußgröße, nämlich der Spinnstoffzusammensetzung, allein auf die jeweilige Zielgröße zu schließen, zumal in unseren Beispielen auch für diese eine Größe noch nicht gesicherte Korrelationen zu den Zielgrößen bestehen. Für Politiker ist dies jedoch ein unerlaubter Zustand. Sie greifen deshalb auf mehr emotionale und oft von den Medien hochspielte Zusammenhänge zurück, und deren Allgemeingültigkeit wird dann durch erdrückende demokratische Mehrheit festgelegt. So kam es zum Textilkennzeichnungsgesetz. Und dabei würde dem Verbraucher z. B. eine gesetzlich vorgeschriebene Pflegekennzeichnung viel mehr nützen, weil er daraus wirklich zutreffende Schlüsse ziehen könnte.

Für unsere logische Denkweise gibt es aber nun folgende ernsthafte Wege, Korrelationen zwischen Einfluß- und Zielgrößen, zwischen Prüfkriterien und Eigenschaften zu etablieren.

1. Die Varianzanalyse

Das ist natürlich der beste und eleganteste Weg (Abb. 6).

$$Y = \alpha_1 \cdot x_1 + \alpha_2 \cdot x_2 + \dots + \alpha_n \cdot x_n + \beta$$

	r	
x ₁	s ₁	Y = Zielgröße
x ₂	s ₂	x ₁ ...x _n = Einflußgrößen 1...n
⋮	⋮	α ₁ α _n = Regressionskoeffizienten 1...n
x _n	s _n	
s ₁ ... s _n = Gewichtung der Einflußgrößen		r ² = Bestimmtheitsmaß z.B. 0.965

Abb. 6: Multiple Linearregression

Dieser Weg setzt voraus, daß man mit erheblichem experimentellem Aufwand die möglichen Einflußgrößen x₁, x₂...x_n meßbar gemacht hat und auch die Zielgröße Y durch Trageversuche, häufig wiederholte Pflegebeanspruchungen, durch ganze Markttests erfaßbar gemacht hat. Man analysiert nun systematisch die Wirkung verschiedener im Laboratorium ermittelter Einflußgrößen auf die Zielgröße und erhält über einen erheblichen und nur auf dem Computer zu bewältigenden mathematischen Aufwand – und wenn man außerdem Glück hat – eine multiple Regressionsgleichung, welche die Wirkung der Einfluß-

größen auf die Zielgröße mit einem hoffentlich hohen Bestimmtheitsmaß quantitativ darstellt. Durch mathematische Tests gewinnt man auch die Gewichtung s der einzelnen Einflußgrößen x_1, x_2, \dots, x_n untereinander. Wegen der notwendigen Variation der Einflußgrößen, die durch die gegenseitige Wechselwirkung gegeben ist, nennt sich das Verfahren Varianzanalyse. Am Ende weiß man, welche Einflußgröße x mit welchem Koeffizienten a und welcher Gewichtung s eine mathematisch definierte Wirkung auf die Zielgröße hat und wie sicher die Aussage der Regressionsformel r^2 ist. Es wird damit auch möglich, Grenzwerte, die das Limit zu einem befriedigenden Funktionieren der Zielgröße darstellen, also Sollwerte, zu definieren.

Damit wird gleichzeitig auch darüber entschieden, ob das Prüfverfahren die Gebrauchsbeanspruchung richtig simuliert. Gremien, die Liefornormen, Qualitätsnormen oder technische Lieferbedingungen aufstellen, können recht zweifelsfrei auf die Ergebnisse solcher Varianzanalysen zurückgreifen.

In den letzten Jahren sind für viele Prüfverfahren so Korrelationen aufgestellt worden. Ich erinnere etwa an die Arbeiten von Tränkle und Schrobdsdorff hinsichtlich der Ausbeulneigung von Maschenwaren und ihre Pilling- und Zieheranfälligkeit¹⁻⁴ oder an die Korrelationen zwischen bekleidungsphysiologischen Meßgrößen mit dem subjektiv empfundenen Tragekomfort auf den Gebieten der thermophysiologicalen Vorhersagerechnung^{5,6} und des hautsensorischen Tragekomforts, also der direkten Wirkung von hautnah getragenen Textilien auf die Haut.⁷ Es ist überhaupt interessant, daß man gerade auf dem Gebiet der noch vor zehn Jahren als recht empirisch angesehenen Bekleidungsphysiologie heute über recht brauchbare Korrelationen und Regressionen verfügt.

2. Das Multikriteriendiagramm

Ebenfalls aus dem Bereich der Bekleidungsphysiologie ist in Abbildung 7 das Beispiel eines Multikriteriendiagramms

gramms, welches dann zu installieren ist, wenn zwar wie meistens mehrere Prüfkriterien Einfluß auf die Zielgröße nehmen, jedoch eine einheitliche multiple Regression nicht zu gewinnen ist. Hier wurden auf der Seite der Zielgröße umfangreiche praktische Trageversuche durchgeführt und die so gefundenen Beurteilungen des Tragekomforts mit den Ergebnissen verschiedener Einzelprüfungen korreliert, woraus dann die eingezeichneten Grenzwerte resultierten. Oberhalb derer kann in unserem Beispiel ein hautnah zu tragendes Textil hinsichtlich seines Verhaltens gegen Schweiß als gelungen betrachtet werden. Links sieht man das Verhalten gegen stationären Feuchtedurchgang, daneben die Pufferwirkung gegen impulsmäßig auftretenden Wasserdampf und rechts die Pufferwirkung gegenüber impulsmäßig auftretendes flüssiges Wasser.

Solche Multikriterien-Zusammenhänge wurden aber auch für ganz andere Textilprüfungen bereits etabliert.

3. Die Reklamationsauswertung

Doch gelingt es nicht immer, solche Regressionen oder auch multiple Korrelationen auf wissenschaftlichem Wege mit vertretbarem Aufwand zu etablieren. Hauptgrund ist dafür der erhebliche Aufwand bei der Untersuchung der Zielgröße Y . Wenn es aber nur um Grenzwerte für bestimmte Qualitätskriterien geht, ist die überbetriebliche Auswertung von Reklamationen ein sehr hilfreicher Fundus. Mit Reklamationen hat jeder Fachmann im Betrieb und im Verkauf zwangsläufig immer wieder zu tun. Und wenn man die Reklamationen systematisch, kritisch und überbetrieblich auswertet und jeweils feststellt, bei welchem Meß- oder Beurteilungswert des Prüfkriteriums Schäden aufgetreten sind, dann kann man sehr wohl zu recht gesicherten Aussagen darüber kommen, bei welchen Grenzwerten, wie etwa der Farbechtheiten, der Maßänderung, der Höchstzugkraft und -dehnung, der Schiebefestigkeit und noch manch anderer Kriterien, man eben nicht mit Schäden rechnen muß. Hierbei sollte man allerdings sehr sorgfältig und gewissen-

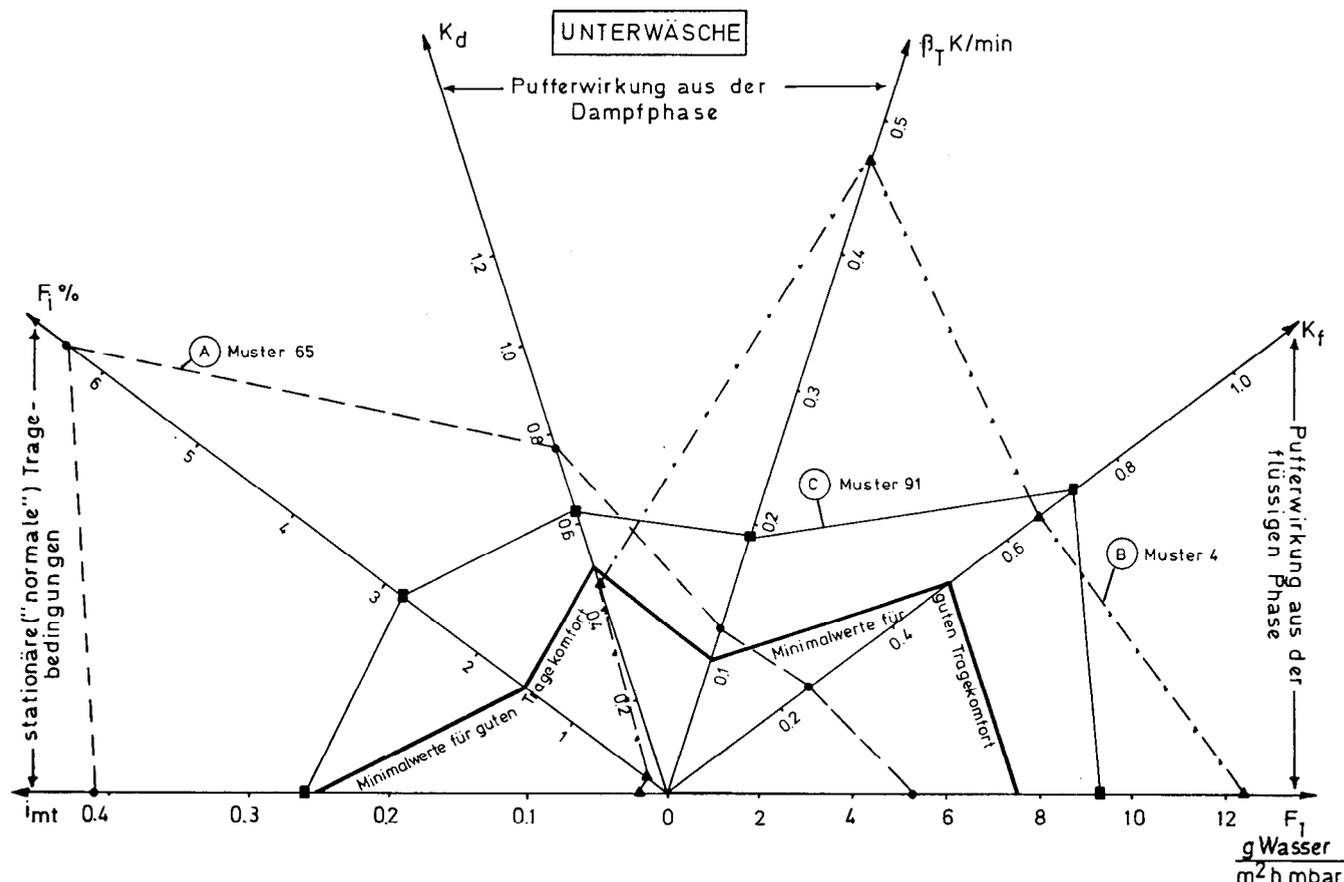


Abb. 7: Beispiel eines Multikriteriendiagramms

haft vorgehen, daß man nicht auf der einen Seite durch Übervorsicht zu hohe und damit nur durch unnötigen technischen Aufwand erbringbare Forderungen stellt, aber auf der anderen Seite auch nicht Schäden erwarten will.

Wirklich systematisches Vorgehen auf diesem Weg fehlt aber noch in vielen Fällen. Wir sollten dies zur ganz großen Aufgabe innerhalb der Textilprüfung machen, denn bei der enorm zunehmenden Bedeutung von Lieferbedingungen in allen möglichen Formen sind gesicherte Grenzwerte eine wichtige Voraussetzung.

Verfügt man über objektive Daten nach den vorstehenden drei Möglichkeiten nicht, bleibt einem nur der Verhandlungsweg.

4. Der Verhandlungsweg

Dieser wird in der Praxis sehr häufig besprochen. Wo Qualitätsnormen, technische Lieferbedingungen, Warenbeschreibungen und -spezifikationen entstehen, sind Gremien von Fachleuten tätig. Die Sollwerte der zu erbringenden Eigenschaften werden zunächst einmal aus ähnlichen Waren oder Normen abgeleitet, man horcht aufgrund seiner Erfahrung in sich hinein und legt die Zahlen auf den Tisch. Darüber wird dann verhandelt, wobei man natürlich zu vermeiden trachtet, besonderen zusätzlichen Aufwand für die vom eigenen Hause hergestellten Produkte betreiben zu müssen. Die Ergebnisse der Verhandlung unterliegen so naturgemäß einer gewissen Streubreite.

Während noch vor zehn Jahren jeder Fachmann erklärt hätte, Textilien für Kleidung, die im Freien zu tragen ist, müßten eine Lichtechtheit mindestens der Note 6 aufweisen, was ja in einer Vielzahl von Normen und Lieferbedingungen auch seinen Niederschlag gefunden hat, so hat man in der Zwischenzeit gewisse technisch bedingte Schwierigkeiten bei Pastellfarben oder auch bei bestimmten Farbstoffklassen (wie etwa auf Seide) kennengelernt und hat deshalb Zugeständnisse gemacht. Für einzelne Artikel hat man es generell auch mit der Note 5 probiert. Und siehe da – die Reklamationen wegen Lichtschäden blieben aus!

Dennoch ist der Verhandlungsweg unter Fachleuten die vierte, durchaus akzeptable Möglichkeit, zu allgemein anerkannten Grenzwerten zu kommen.

5. Konstruktionsbeschreibung

Wenn es nun gar nicht gelingt, prüfbare Eigenschaften als Kriterien für Warenqualitäten zu finden, man aber doch die Lieferung eines bewährten Textils sichern will, dann legt man in einer Liefernorm die Warenkonstruktion, also z.B. Garndaten, Web- oder Maschendaten, Ausrüstungsdaten, Farbstoffklassen usw. fest. Man weiß dann, daß die gelieferte Ware der Spezifikation einigermäßen entspricht, die man einmal festgelegt hat.

6. Die Rückkoppelung

Die Verarbeitungseigenschaften von textilen Zwischenprodukten, also die Spinnereigenschaften von Fasern, Laufeigenschaften von Garnen oder das Verhalten von Textilien in der Ausrüstung könnte man bei guter Organisation künftig vielleicht nur durch die Rückkoppelung vom jeweils nächsten Verarbeitungsprozeß auf den vorhergegangenen prüfen. Besser gesagt, der Bearbeitungsprozeß selbst prüft die Eigenschaften des Vorprodukts. Laufen Garne in der Weberei gut, dann haben sie auch gute Laufeigenschaften und sind ausreichend gleichmäßig. Man erspart sich so jeglichen Umweg über eine Textilprüfung mit nur mehr oder weniger guter Korrelation zwischen Einfluß- und Zielgröße. Natürlich ist eine solche Rückkoppelung stark von Einflußgrößen aus dem Kunden/Lieferanten-Verhältnis beeinflusst. Das gilt es bei einer solchen Rückkoppelung auszuschalten. Aber im modernen Computerzeitalter bei automatischer Überwachung von Fadenbrüchen, Stillstandszeiten und Erfassung von Ringligkeit durch Computereingabe ist ein solches Vorgehen dann doch objektivierbar. Solche Rückkoppelungen müßten künftig ausgeweitet und zur Kontrolle des Vorprodukts angewandt werden.

Zukunftsaufgaben der Forschung für die Textilprüfung

Wir verfügen international über einen hervorragenden Fundus von Textilprüfverfahren, und sehr viel Arbeit qualifizierter Fachleute ist in deren Erstellung und Normung eingeflossen. Bei älteren Verfahrensvorschriften fehlen oft noch Angaben über die Präzision des Verfahrens, die es zu erarbeiten gilt. Hier und da müssen auch noch die Randbedingungen einer kritischen Prüfung unterzogen werden, und man muß sicherstellen, daß das Prüfverfahren die Beanspruchung in der Praxis auch zuverlässig simuliert. Aber die wirklichen Schwierigkeiten liegen in der Erarbeitung von einwandfreien Korrelationen zwischen Einflußgrößen und Zielgröße und in der erst dadurch zweifelsfrei möglichen Aufstellung von Grenzwerten. Zu oft unterstellen vielleicht auch wir ein wenig emotional Zusammenhänge, die man dann bei genauem Hinsehen korrigieren müßte. Mehr gesicherte Korrelationen zu schaffen, ist eine wichtige Zukunftsaufgabe für die Forschung. Zu unserer Beruhigung können wir allerdings feststellen, da die Zukunft hier schon begonnen hat.

Wo aber liegen weitere Lücken unserer Textilprüfung? Wo zu reichen die etwa 400 Prüfmethode noch nicht aus?

Ich will zum Schluß mit einigen Gedanken Anregungen geben:

Die uns interessierenden Eigenschaften von Textilien können wir in zwei Gruppen unterteilen (Abb. 8):

- *Gebrauchseigenschaften*, wie etwa Gebrauchstauglichkeit, Tragekomfort, Stabilität, wasserabweisende Eigenschaften usw. Auch die Pflegeeigenschaften sind letztlich Gebrauchseigenschaften.
- *Verarbeitungseigenschaften*, wie etwa Spinnverhalten von Fasern, Laufverhalten von Garnen, Vermeidung der Ringligkeit bei Maschenwaren, Garnstabilität beim Webprozeß, Verhalten von Geweben beim Ausrüsten und Beschichten, Maßstabilität, Verarbeitbarkeit von Geweben und Maschenwaren in der Bekleidungsfertigung oder bei der Herstellung technischer Produkte usw.

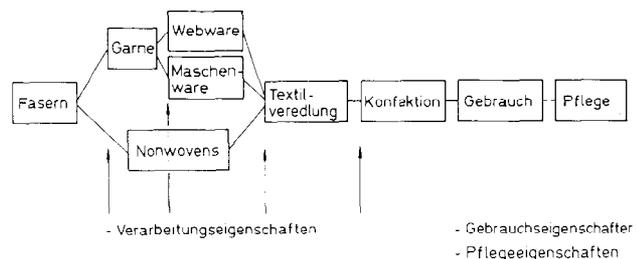


Abb. 8: Felder der Textilprüfung

Die Prüfung der Gebrauchseigenschaften haben wir, von den vorher genannten Unvollkommenheiten abgesehen, einigermäßen im Griff, d.h., mit Prüfverfahren überdeckt. Eingeführte Prüfmethode über Verarbeitungseigenschaften hingegen gibt es in größerem Maße nur für die Bereiche, wo Textilleute mit Textilisten zusammenarbeiten. Die Verarbeitungseigenschaften betreffen ja immer eine Schnittstelle, so etwa die zwischen Faser und Garn, zwischen Garn und Flächengebilde, zwischen Flächengebilde und Veredler oder auch zwischen Garn und Veredler usw. Verarbeitungseigenschaften von Textilien in der Bekleidungsfertigung hingegen sind prüftechnisch noch kaum im Gespräch zwischen Textilhersteller und Konfektionär richtig erschlossen.

Bisher übergibt die Textilindustrie der Bekleidungsfertigung nicht viel mehr an definierten Verarbeitungseigen-

schaften als die Warenbreite, die Kennzeichnung von Fehlern und vielleicht auch noch Angaben über den Flächenschrumpf beim Bügeln. Der ganze große Rest, auf den es im Verlauf der Bekleidungsfertigung ankommt, wird unter dem recht unpräzisen Begriff *nadelfertig* mehr selbstzufrieden suggestiv zusammengefaßt. Den Konfektionär interessieren aber Verarbeitungseigenschaften des Textils ganz brennend, wie etwa das Verhalten oder das Einrollen von Stoffkanten bei Maschenware, der Schrägverzug der Ware, ihre Fixierbarkeit, die Möglichkeit, sie faltenfrei durch die Produktion zu bringen, sie durch Dehnen und Stauchen formen zu können. Er möchte Aussagen über die Vernähbarkeit, die Schiebefestigkeit, die Nahtausreißfestigkeit haben, er möchte Korrelationen zwischen diesen Eigenschaften und der erforderlichen Stichtichte systematisch herstellen können. Ihn interessieren Daten über zu erwartendes Nahtkräuseln.

Es ist eine der wichtigsten Aufgaben der Forschung, diese Verarbeitungseigenschaften von Textilien in der Bekleidungsfertigung näher zu definieren und auch zu optimieren. Dazu bedarf es aber vernünftiger Prüfverfahren. Tränkle und Rausch haben da in einem Forschungsvorhaben „Verarbeitungseigenschaften von Geweben und Maschenwaren“⁸ wichtige Ansatzpunkte gezeigt, die zu Prüfeempfehlungen der Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie geführt haben. Auch in Frankreich sind diesbezüglich Arbeiten^{9, 10} erschienen. Wie wichtig eine Weiterentwicklung solcher Prüfverfahren ist, haben die beiden Eschborner Seminare der Textilfachzeitschriftenverlage gezeigt, bei denen es gerade um solche Verarbeitungseigenschaften ging. Es wurden dort Arbeitsgruppen gegründet, die allerdings in der Zwischenzeit nur noch sehr moderat betrieben werden. Dabei würde sich für die europäische Textilindustrie ein ganz enormer Marktvorteil ergeben, wenn sie wirklich Produkte mit ganz fest definierten, prüfbar und natürlich auch wirklich gegebenen guten Verarbeitungseigenschaften liefern könnte. Solche Textilien würden von jedem Konfektionär bevorzugt, denn er spart Fertigungskosten.

Sagen also Prüfdaten das richtige aus? – Gewiß geben sie Meßwerte von Prüfkriterien gut wieder, und das meist auch mit befriedigender Reproduzierbarkeit. Für die Komplexe *Präzision des Prüfverfahrens* und *Randbedingungen* gibt es einen gewissen Nachholbedarf bei vielen Meßverfahren. Die beiden Zukunftsaufgaben der Textilprüfung müssen sich jedoch auf die Etablierung gesicherter Korrelationen zwischen Einfluß- und Zielgrößen oder wenigstens gesicherter Grenzwerte beziehen und auf die Verarbeitbarkeit

von Textilprodukten in der Bekleidungsfertigung und anderen Weiterverarbeitungsprozessen. Von einem nahezu abgeschlossenen und festgefügteten Gebiet der Textilprüfung zu sprechen, ist also noch keineswegs erlaubt. Im Gegenteil gilt auch hier das anderswo oft angewandte Wort: *Es gibt viel zu tun. Packen wir's an!*

Literatur

- 1) Tränkle, G.: „Das Ausbeulverhalten von Maschenwaren für Oberbekleidung“; VDI-Ber. 484, S. 143–146, Düsseldorf, VDI (1983)
- 2) Tränkle, G., Schrobsdorff, B.; Melliand Textilber. 64, 343–346 (1983)
- 3) Tränkle, G., Schrobsdorff, B.; Melliand Textilber. 64, 415–416 (1983)
- 4) Tränkle, G., Schrobsdorff, B.; Melliand Textilber. 63, 859–861 (1982)
- 5) Umbach, K. H.: „Über die praktische Auswirkung von Sorptionsgeschwindigkeit und sorbierter Menge von Wasserdampf an Textilfasern auf das Mikroklima unter der Kleidung und das objektivierte Komfortempfinden des Menschen“; Forschungsvorhaben AIF-Nr. 4828 (Jän. 1983)
- 6) Umbach, K. H.: „Biophysical Evaluation of Protective Clothing by Use of Laboratory Measurements and Predictive Models“; Internationale Konferenz medizinischer und biophysikalischer Aspekte von Schutzbekleidung, Lyon, Juli 1983 (Proceedings: S. 226–237)
- 7) Mecheels, J.: „Zur Komfortwirkung von Textilien auf der Haut“; Hohensteiner Forschungsber. (April 1982)
- 8) Rausch, W., Tränkle, G.: „Verarbeitungseigenschaften von Geweben, Anforderungen und Prüfeempfehlungen“; Bekleidungstechnische Schriftenreihe, Band 23, Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie, Köln (Mai 1979)
- 9) Deschamps, J.: „Le glissement des filés au niveau des coutures“; Techniques de l'Habillement, S. 59–69 (Dez. 1968)
- 10) Deschamps, J., u. a.: „Numéro spécial sur le thermocolage“; Techniques de l'Habillement, S. 205 (Juni 1972)

Viskosefilamentgarn: in der Textilindustrie unentbehrlich

Dr. Eberhard Kratzsch, Enka AG, Wuppertal, Bundesrepublik Deutschland

Im Wettstreit der Chemiefasern um den textilen Markt hat die Viskose sich auf die Gebiete konzentriert, in denen sie den synthetischen Chemiefasern deutliche Pluspunkte entgegensetzen kann. Der Autor geht auf diese Positiva, aber auch auf die Negativa ein und skizziert die modischen Impulse, die immer wieder dem Markt von der Viskose gegeben werden können.

Der Eliminierung der Knitter- und Schrumpfeigenschaften sind Grenzen gesetzt. Es wird versucht, die Frage zu beantworten, warum man bisher im Filamentsektor stets nur das Entweder-Synthese- Oder-Viskose kennt. Gibt es Chancen für ein Sowohl-Als-auch wie im Fasergarnsektor?

Within the scope of the world wide competition of filament yarns in the textile market, viscose filaments have settled in certain fields where they have distinct advantages over synthetic filaments. The author describes those positive points, as well as negative ones, and also the fashion impacts starting again and again from viscose filament yarns in the market.

The improvement of wrinkle- and shrinkage-resistance of viscose filament fabrics is limited. Nevertheless, the author will try to answer the question why there is still the "either synthetic or viscose thinking" in the filament sector. Are there chances for a "synthetic as well as viscose thinking" as in the spun yarn sector?

Es wird sicherlich sehr viel während dieser Tagung auf den 100. Geburtstag der Chemiefaser hingewiesen werden. Regeneratcellulose war die erste textile Chemiefaser, d.h. aber auch, daß 100 Jahre Forschung und Entwicklung auf diesem Regeneratcellulosesektor bisher stattgefunden haben. Diese Forschung immer wieder voranzutreiben, dafür gab es die verschiedensten Impulse.

Am Anfang geschah das Mißgeschick mit der Nitrocellulose. Später führte der Rohstoffmangel in Zentraleuropa zu weiteren Forschungsanstrengungen. Schließlich muß man auch an die Autarkiebestrebungen im Deutschland der 30er Jahre denken.

Auf dem technischen Sektor gab der Siegeszug der Autos den entscheidenden Impuls, hochfeste Viskosereifenkordmaterialien zu entwickeln.

In den 60er Jahren schien dann die Viskoseepoche zu Ende zu gehen. Die synthetischen Chemiefasern überrollten alle textilen Einsatzgebiete, so daß, gepaart mit dem absoluten Fortschrittsglauben, der damals die Menschen beherrschte, die meisten in der textilen Branche der Viskose nur noch ein paar Jährchen bis zum endgültigen Exitus gaben. Ich will nicht leugnen, daß selbst in unserem Hause, das ja schließlich zu den bedeutendsten Geburtshelfern dieses Produktes zählt, die „Viskose-Töne“ eher in Moll erklangen und vorschnelle Leute glaubten, schon das Auszählen beginnen zu können.

Es überraschte daher nicht, daß in der zweiten Hälfte der 60er Jahre die für die Viskosefilamentgarne Verantwortlichen stärker dazu tendierten, den Rückzug aus altvertrauten Gebieten nicht auch noch durch erhöhte Forschungs-

ausgaben belasten zu müssen, zumal „man“ meinte, daß ja doch auf diesem Sektor bereits alles erforscht sei.

Es folgte eine Epoche, in der alle Anstrengungen darauf konzentriert wurden, den Herstellungsprozeß so rationell wie möglich zu gestalten, um wenigstens nach dem *damaligen* Eigenschaftswettbewerb nicht auch noch den Preiswettbewerb verlieren zu müssen. Ich möchte aber betonen, daß es damals große Anstrengungen in der Textilverarbeitungsindustrie, der chemischen Industrie und der Chemiefaserindustrie gegeben hat, die deutlichsten Nachteile der Viskosegewebe gegenüber Geweben aus synthetischen Chemiefasern durch geeignete chemische und physikalische Beeinflussungen zu eliminieren oder zu mildern. Will man ein schnelles Fazit des Erfolges dieser Bemühungen ziehen, so muß man eigentlich etwas resignierend sagen, daß mit wechselndem Kriegsglück gefochten wurde.

Zwei Erscheinungen kamen der Viskose zugute: zum einen ebte die Synthese-Euphorie allmählich ab, zum anderen wandelte sich die Mode (glänzend-seidig war wieder gefragt) und zum dritten hatten falsche Synthese-Filamentgarn-Konstruktionen das Bewußtsein für ein Regulativ der Körperfeuchtigkeit geweckt. Das bedeutete, daß der Rückzug der Viskose aus den verschiedensten textilen End-uses beendet war. Es begann die Phase der Stabilisierung in den Viskose-Hochburgen. Es hatte sich wieder einmal gezeigt, daß zwar das Bessere des Guten Feind ist, aber eben nicht auf *allen* Gebieten wirklich besser ist. Denken wir hierbei z. B. einmal an den klassischen Viskosesamt. In der HAKA gibt es eigentlich nichts Edleres als einen Viskosefutterstoff, wenn man von der Seide für Snobs einmal absieht. In der DOB bleibt ein richtig veredeltes Viskosefutter oder eine Viskose-Synthese-Kombination immer noch das Bessere.

Lassen Sie mich diesen kurzen historischen Überblick mit dem Hinweis beenden, daß die Viskose in der Zwischenzeit einer weiteren Belastung ausgesetzt wurde, an die die Erfinder der Regeneratcellulose niemals denken konnten: die Umwelt. Die Viskosehersteller, speziell in Deutschland, haben dreistellige Millionenbeträge in den letzten 15 Jahren ausgegeben, um das Abwasser problemlos und die Abluft, den gesetzlichen Bestimmungen und den technischen Möglichkeiten entsprechend, akzeptabel zu machen.

Die Notwendigkeit dieser Millionenbeträge leugnet niemand in der Industrie, nur muß man sie ja auch irgendwo hernehmen. Das geht aber nun einmal nur über den Preis. Dabei müssen wir uns aber darüber im klaren sein, daß das Problem der Abluftbedingungen noch nicht an seinem Endpunkt angelangt ist. Die Phantasie der Techniker wird weiter auf das stärkste gefordert sein. Neue Lösungsmöglichkeiten zu finden, um die Belastung unserer Umwelt durch die Xanthogenierung der Cellulose so gering wie irgend möglich zu halten. Wichtig erscheint es mir, daß am ministeriellen Schreibtisch nur das festgeschrieben werden sollte, was auch in Zukunft technisch machbar sein wird. Ich möchte aber betonen, daß hier bewußt nicht über die Finanzierbarkeit gesprochen werden soll. Was für den Menschen und seine Umwelt nötig ist, wird bezahlt werden müssen. Es hat keinen Zweck, eine strenge, politisch und optisch ausgezeichnete Vorschrift zu erlassen, die nicht zu erfüllen ist, so daß dann mit Ausnahmegenehmigungen operiert werden muß. Derartige Beispiele kennen wir in der Welt.

Aufgrund dieser Situation könnte man auf den Gedanken kommen, den Viskoseprozeß und damit die Viskosefilamentgarne aus unserer textilen Palette zu streichen. Hier muß aber einmal in aller Deutlichkeit und Entschiedenheit darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Basis der Viskose, die Cellulose, einen ständig nachwachsenden Rohstoff darstellt. Daher sind Ingenieure, Chemiker und Physiker aufgerufen mitzuhelfen, etwas Textiles, das die Eigenschaften der natürlichen Produkte auch nach seiner Regeneration beibehält, zu erhalten.

Ob die Verwendung neuer Lösungsmittel für die Cellulose wirklich zu einer Lösung solcher Umweltprobleme führen

bere Filamentgarn immer billiger sein müsse als das feine. Also bleibt man beim *Entweder-Oder*. Wenn man unterstellt, daß in einem Rock etwa 1 qm Futterstoff verarbeitet wird und wenn man weiter unterstellt, daß zwischen einem Futterstoff *Entweder-Oder* und einem Futterstoff *Sowohl-Als-auch* eine kleine Preisdifferenz besteht und wenn man weiter annimmt, daß Konfektionär und Händler ja keine Almosenempfänger sein wollen, möge man hier die Preisdifferenz entsprechend multiplizieren und schließlich zu dem, was der Rock aus dem *Entweder-Oder* hätte kosten sollen, dazuschlagen.

Ich kann mir aber keine Verbraucherin vorstellen, die wegen einer Differenz von 6 bis 8 DM auf einen Rock verzichtet, der ihr gefällt. Sollte dann vielleicht zufällig auch noch ein Verkäufer anwesend sein, der vielleicht sogar noch etwas vom Fach verstünde, so könnte er die Kundin auf diese Idealkombination des *Sowohl-Als-auch* hinweisen. Zunächst genügt auch nur das Etikett, das darauf hinweist, daß dieser Futterstoff die Eigenschaften des einen und des anderen besitzt und somit optimaler ist als der mit dem *Entweder-Oder*.

Wir messen den Gedanken der Verbraucher bezüglich Futterstoff eine sehr große Bedeutung bei, da es eigentlich der Verbraucher sein sollte, der bestimmt, was gekauft wird. Aus diesem Grunde wurde durch die GfK eine Umfrage bei Verbraucherinnen durchgeführt. Es versteht sich von selbst, daß der Umfang und die Schichtung repräsentativ und die Fragen so in anderen Themen „verpackt“ waren, daß die Antworten auch wirklich als relevant gelten konnten. Ich will hier nicht alle Fragen und die diversen Differenzierungen nach Alter, Artikel anführen, wichtig erscheint mir im Hinblick auf das vorhin Gesagte aber Folgendes:

- Zwischen 77 und 90% aller Befragten finden es sehr wichtig oder wichtig, daß ein Kleidungsstück gefüttert ist. Das ist natürlich davon abhängig, ob es sich um einen Rock, ein Kleid oder einen Mantel handelt; dabei liegt der Wunsch beim Rock diesbezüglich mit über 80% sehr hoch.
- Das *Nichtkleben und Nichtklettern* wird ebenso oft als notwendig erwähnt wie das angenehme Tragegefühl. 93 bis 94% aller Befragten gaben eine entsprechende Antwort. 75 bis 80% der interviewten Damen wären bereit, für den besseren Futterstoff im gleichen Rock einen höheren Preis zu bezahlen. Ich betone noch einmal, verglichen wurden gleiche Röcke mit unterschiedlichem Futter. Die Preisdifferenzen schwankten zwischen 5 und 10 DM/Kleidungsstück.

Diese Umfragen bestätigen meine Annahme, daß bessere und somit teurere Futterstoffe trotzdem gewünscht werden.

Sie wissen, daß es diesen Futterstoff des *Sowohl-Als-auch* (Polyamid/Viskose) seit Jahren gibt. Fluggesellschaften und Behörden haben sich nach vielen Tests und Trageversuchen für diesen Idealfutterstoff entschieden. Warum eigentlich?

Weil bei solchen Gesellschaften und Dienststellen der Kunde nicht anonym ist, sondern sich bei den entsprechenden Kleiderkammern beschweren kann, d. h., es handelt sich um geschlossene Verbrauchergruppen. Glauben Sie etwa, die Lufthansa könnte ein Kleidungsstück einführen, daß für die Trägerin nicht optimal wäre? Hier gäbe es äußerst massive Rückmeldungen über negative Beobachtung. Man müßte schleunigst neue Tests und Trageversuche einleiten, die aber immer Zeit und Geld kosten würden. Folglich investiert man in eine etwas teurere Ware, die sich aber im Gebrauch schließlich als die für die Gesellschaft günstigere herausstellt. Hier ist eben der Verbraucher wirklich König. Er entscheidet über die Qualität.

Alle nachteiligen Gebrauchs- und Trageeigenschaften, wie sie in Tabelle 1 angeführt sind, werden durch den Einsatz von Filamentmischgarn behoben, ohne ein anderes Feld zu benachteiligen. Man könnte nun denken, daß ein solches

kombiniertes Viskose/Synthese-Garn auch für modische Oberbekleidungen das Ideale wäre.

Hier liegt noch ein weites Feld für kreative Entwicklungen. Bisher wurden die Fragen der Garnvarianten, der Webkonstruktionen und der Drehungen sowie die färberischen Möglichkeiten noch nicht ausgereizt. Man muß natürlich hier genau wie bei den vorhin erwähnten Stoffen intelligent konstruieren und optimal ausrüsten und nicht einfach Bestehendes zu kopieren versuchen.

Für die Zukunft heißt das für Viskosehersteller, immer wieder die Frage zu stellen, wo die Grenze eines vernünftig produzierbaren und reproduzierbaren feinen Filamentgarnes liegt. Kann es gelingen, z. B. Viskosefilamentgarn 35 dtex f15 oder f18 für einen bezahlbaren Preis zu spinnen? Weiterhin muß versucht werden, Gewebekonstruktionen zu finden, die solche *Sowohl-Als-auch*-Filamentmischgarne optimal optisch zur Geltung bringen können. Man muß sich davon lösen, Gewebe aus synthetischen Filamenten oder nur Viskosefilamenten kopieren zu wollen; sie beispielsweise ungedreht oder getangelt usw. einzusetzen, wäre falsch, da man es mit zwei Komponenten zu tun hat, die eine völlig unterschiedliche Schrumpfkraft besitzen. Dies kann eine der Chancen sein, hier neu belebende Effekte zu erzielen. In Japan werden Garne mit unterschiedlichem Schrumpf und unterschiedlicher Schrumpfkraft schon seit vielen Jahren zu Tausenden von Tonnen pro Jahr erzeugt und in der Textilindustrie als besonders seidenähnlich verwendet.

Vor ein, zwei Jahren hätte keiner den Einsatz von Viskose in der Strickerei als Möglichkeit angesehen. Heute werden durch modische Einflüsse und kreative Entwicklungsabteilungen und von zum Einführungsrisiko bereiten Firmen Handstrickgarne angeboten, die in der Kombination matter Garne mit glänzender Viskose ein ideales Effektgarn darstellen. Beispielsweise seien die Bändchengarne aus Viskose angeführt, die eine enorme Heimkreativität freisetzen, d. h., der Verbraucher kann sich selbst das Textil entwerfen, das er tragen will. Er kann gestalten und muß nicht nur von der Stange kaufen.

Wenn man durch die Damenabteilungen größerer Textilkaufhäuser geht und wenn man sich dann aus rein fachlichem Interesse auch einmal mit der dort ausgelegten Unterwäsche beschäftigt, so ist man erstaunt, daß heute nach Jahrzehnten die Viskose wieder in der Unterwäsche auftaucht. Natürlich nicht mehr in Omas klassischen Gestriicken, sondern mit dem Pfiff der Neuzeit versehen. Damit hält das der Seide am nächsten kommende Material, die Viskose, wieder Einzug in den Teil der Wäsche, den der Franzose Dessous nennt. Hier bringt die Viskose das, was sie auch in anderen Bereichen der Textilindustrie so beliebt, man möchte sogar sagen „unentbehrlich“ macht, nämlich die Kühle, den Griff und die Optik der Seide.

Vom technischen Standpunkt aus denkt man an die Waschbarkeit und den Naßverschleiß, Mode aber ist etwas anderes als Ratio. Und die Textilindustrie lebt nicht nur von Ratio, sondern mehr von Mode, und dafür braucht man Viskose. Mögen sich die Kreativen unter den Fachleuten einmal Gedanken darüber machen, ob man eventuell eine *Ideenleihe* bei anderen Textilien machen sollte. Vielleicht läßt sich auf diesem Wege ein noch besseres, nicht nur modisches Material dem Markt anbieten.

Ich habe in den letzten Sätzen so häufig das Wort Mode gebraucht. Wenn man wüßte, was in Mode kommen wird, wäre alles viel leichter. Aber ich glaube, wenn die Menschen, die mit Mode zu tun haben, versuchen müßten, Mode vor auszusehen, hätten sie selten mehr Glück als die Wetterpropheten. Der Wetterprophet hat es sogar manchmal leichter, er kann nur zwischen Sonne und Regen und entsprechenden Übergängen wählen, dagegen sind es viele Parameter, die man bei der Mode bedenken muß. Die Sonne fühlt man so wie auch den Regen, auch das was dazwischen liegt; man kann alles benennen. Dem „Textilpropheten“ aber verbleiben dafür nur Parameter, wie Griff, Lüster, Fall. Kann man diese Begriffe so klar verdeutlichen, als ob man sagte, daß heute die Sonne scheine oder daß sie morgen

scheinen sollte? Dazu kommt dann noch der Geschmack des Verbrauchers.

Nach welchen Kriterien kauft eigentlich der Verbraucher? Zunächst geht er nach dem Aussehen, weil ihm das Kleidungsstück optisch gefällt. Dann kommt er näher und greift es an, probiert es und sieht auch noch einmal nach dem Preis. Die Reihenfolge ist erwiesenermaßen richtig. Die Optik und der Griff von Stoffen aus Viskose sind nun einmal besonders gut und ausgeprägt, so daß die Viskose immer wieder ihre dankbaren Abnehmer findet. Lassen Sie mich deshalb zum Abschluß noch einmal festhalten, daß unser textiles und modisches Angebot um einiges ärmer wäre, gäbe es die Viskose nicht.

Schlußbetrachtungen für die Zukunft der Viskose:

- Der Viskosehersteller wird an den Problemen des modernen, anspruchsvolleren Umweltschutzes arbeiten, um dem textilen Markt auch weiterhin die durch keine andere Faser ersetzbaren Viskosefilamentgarne anbieten zu können.
- Der Viskosehersteller wird sich noch stärker der Frage nach feineren Gesamttitern als bisher üblich stellen müssen, um modisch noch wandelbarer sein zu können.
- Viskosehersteller und Textilproduzenten sollten gemeinsam immer wieder kreativ die Möglichkeiten ausloten, die in den Viskosefilamentgarnen stecken.
- Die Textilhersteller sollten einmal überprüfen, ob wirklich alle die technologischen Daten erforderlich sind, die die Viskosefilamentgarne heute bieten. Sollten sich in dem einen oder anderen Gebiet neue „Freiräume“ ergeben, kann man vielleicht über manches andere mit dem Chemiefaserhersteller sprechen. Was ist damit gemeint? Wenn man beispielsweise die Festigkeit nicht so hoch benötigt, wie sie ist, kann man an der Dehnung „drehen“. Hat man eine höhere Dehnung, kann man bei der Harzveredlung eventuell günstigere Effekte erzielen. Das sollte beispielsweise nur ein Denkanstoß für viele andere Möglichkeiten sein.
- Die Textilerzeuger sollten den Möglichkeiten eines Viskose/Synthese-Mischgarnes aufgeschlossener gegenüberstehen und die dort noch brachliegenden, unerschlossenen Gebiete kreativ und aktiv erschließen.
- Der Verbraucher sollte sich immer ins Bewußtsein rufen, daß Cellulose ein stets nachwachsendes Naturprodukt ist, das der Naturseide sehr nahe kommt.
- Wenn man alle Filamentgarne, die heute in der Textilindustrie verwendet werden, wie Polyester, Polyamid, Naturseide und Viskose miteinander vergleicht, so muß man doch feststellen, daß die Viskosefilamentgarne eine eigene und nicht vergleichbare Kategorie darstellen. Um sie durch die Naturseide zu ersetzen, fehlt uns das Geld und die Menge. Die Vergangenheit hat uns gelehrt, daß wir sie auch nicht durch Synthesefilamentgarne ersetzen können. Deshalb sind die Viskosefilamentgarne für uns weiterhin unentbehrlich.

High Performance Viscoses in Woven Blends for Industry and Consumer

Robert Aitken, Courtaulds Research, Coventry (UK)

The essential difference between the viscose process and most other fibre production processes is that the polymer, cellulose, goes through a reaction stage. The versatility which this allows has been used to create a range of viscose fibre types with perceivable property differences, with the aim of developing new markets. More recently it has been the needs of the textile industry which has influenced fibre design. This paper deals with both types of development.

Modern high speed spinning and weaving technology has created a need for a strong viscose fibre which will give high efficiency in processing whilst maintaining the accepted viscose qualities of softness, absorbency and comfort. The improved strength viscose fibres, with conditioned tenacities in the range 25 to 27 cN/tex, have been designed to meet these requirements. They have a combination of tenacity, extension and fineness which makes them particularly valuable in open-end spinning, and the benefits in terms of spinning limits can be demonstrated for a wide range of yarn count and twist. The extension at break of this class of fibre is high and this means that when blended with polyester the resulting yarn properties are good.

Another fibre innovation which benefits the industry is viscose rayons with enhanced dyeability. These enable deeper shades to be obtained, give a more rapid strike in processes where time is limited, and provide a route to single stage dyeing of polyester/viscose blends. As well as these economic advantages the special viscoses allow pattern and even two colour effects from fabric dyeing.

Whereas the technical performance of the fibres which have been described benefit the textile industry, developments which affect the aesthetics of textile products are designed to appeal to the consumer, whether contract or retail. The hollow viscose fibre Viloft, one of the family of inflated fibres, was first successful in knitted fabrics, and is now being developed in wovens. The market areas, and the properties which the hollow fibre contributes, are cabinet towels (absorbency), terry towels and nappies (softness and absorbency) flannelette sheets (softness and bulk) and blouses and dress-wear (hand). Another viscose rayon which owes its special properties to the fibre cross-section is the flat fibre used as a minority effect component because of its high lustre.

Besides new types of viscose fibre for industry or for the consumer, research also continues into the development of new processes to use viscose. Two woven products which illustrate this are vertical louver blinds containing viscose and inherently flame resistant viscose fabrics. The blinds are made in a way which eliminates the potential problems of fabric twist due to moisture absorption. The flame resistant fabrics are made by partially carbonising the viscose rayon. In both processes the viscose can be blended with other types of fibre so as to achieve properties ideal for the end use.

Der wesentliche Unterschied zwischen dem Viskoseverfahren und den meisten anderen Faserherstellverfahren besteht darin, daß das Polymere, Cellulose, eine Reaktionsphase durchmacht. Die daraus resultierende Vielseitigkeit zur Herstellung der verschiedensten Viskosefaserarten mit erkennbaren Merkmalsunterschieden wurde mit dem Ziel genutzt, neue Märkte zu entwickeln. Die Faserkonstruktion wird seit kurzem durch die Bedürfnisse der Textilindustrie beeinflusst. Diese Arbeit befaßt sich mit beiden Entwicklungen.

Moderne Hochleistungsspinn- und -webtechnik haben Bedarf an einer starken Viskosefaser geschaffen, die bei der Verarbeitung hochgradig leistungsfähig ist, jedoch die akzeptierten Qualitäten der Viskose wie Weichheit, Absorbierfähigkeit und

Komfort behält. Die Viskosefasern mit verbesserter Festigkeit und mit einer bearbeiteten Reißfestigkeit von 25 bis 27 cN/tex, wurden auf diese Bedürfnisse hin konzipiert. Sie kombinieren Reißfestigkeit, Dehnung und Feinheit, durch die sie besonders wertvoll beim OE-Spinnen werden. Die Vorteile hinsichtlich ihrer Sollwerte für das Spinnen sind für viele Garnstärken und Zwirnungen nachweisbar. Die Bruchdehnung dieser Faserklasse ist hoch und bedeutet, daß die Garneigenschaften bei Mischung mit Polyester gut sind.

Eine weitere Faserneuerung, die der Industrie zugute kommt, ist Viskoserayon mit verbesserter Färbbarkeit, damit tiefe Farbtöne erzielt werden und damit eine schnellere Abmusterung bei Verfahren, wo Zeitmangel besteht. Außerdem bieten sie einen Weg für das Einstufenfärben von Polyester-/Viskosemischungen. Abgesehen von diesen wirtschaftlichen Vorteilen sind bei den Spezialviskosefasern Muster und sogar zweifarbige Effekte durch Stofffärbung möglich.

Im Gegensatz zur technischen Leistung der beschriebenen Fasern, die der Textilindustrie zugute kommen, sollte das Aussehen von Textilprodukten den großen und kleinen Verbraucher ansprechen. Die hohle Viskosefaser Viloft, eine aus der Familie geblähter Fasern, wurde zuerst in Wirkwaren eingesetzt und wird jetzt für gewebte Stoffe weiterentwickelt. Die Absatzgebiete und Merkmale, die die Hohlfaser bringt, sind Trockentücher (Absorbierfähigkeit), Frotteetücher und -windeln (Weichheit und Absorbierfähigkeit), warme Betttücher (Weichheit und Fülle) sowie Blusen und Oberbekleidung (Griffigkeit). Eine weitere Viskosefaser, die ihre besonderen Merkmale durch den Faserquerschnitt erhält ist die flache Faser, die wegen ihres hohen Glanzes als Minoritätseffekt-Komponente benutzt wird.

Abgesehen von diesen neuen Viskosefasern für die Industrie oder den Verbraucher, werden Forschungsarbeiten zur Entwicklung neuer Verfahren zum Einsatz von Viskose fortgesetzt. Zwei gewebte Produkte, die hier maßgeblich sind, sind senkrechte Jalousien mit Viskose und schwer brennbare Viskosestoffe. Die Jalousien werden so hergestellt, daß sich der Stoff durch Adsorption von Feuchtigkeit nicht verdrehen kann. Die schwer brennbaren Stoffe werden durch teilweises Karbonisieren des Viskoserayons gefertigt. Bei beiden Verfahren kann die Viskose mit anderen Faserarten gemischt werden, um Merkmale zu erzielen, die für den End Einsatz ideal geeignet sind.

1. The Continuing Versatility of Viscose Rayon

In the viscose process the transition between the cellulose in trees and the pure cellulose in viscose rayon fibres is not achieved by a simple melting or dissolving stage but by the formation of a reaction compound of cellulose and the regeneration to cellulose after the extrusion of the fibres. It is this which makes the viscose process so versatile, by allowing the changes to the chemistry of the cellulose before and after the jet, and which leads to the many types of viscose fibre.

In the past viscose chemists concentrated on reproducing as far as they were able the properties of the natural fibres which were viscose's main competitors – the lustre of silk, the crimp of wool or the wet properties of cotton. More recently the emphasis has been on developing and exploiting those properties of viscose fibres which are different from, and yet may complement, those of the synthetic fibre. At the same time, there has been a change of emphasis from fibre properties which can be recognised by the consumer, to those which benefit the industry – the spinner, weaver or knitter.

Our own laboratories have been engaged in both tasks. Some new viscose fibres have been developed especially for today's high speed spinning and weaving operations and some have been devised so as to give particular benefits to the consumer. In addition, some processes have been developed to make new woven products from existing viscose types.

2. Viscose Rayon for High Productivity Processing

High strength viscose rayons were originally developed as continuous filament yarns for heavy duty industrial end

uses, such as the reinforcement in conveyor belts, hoses and motor tyres. The processes were adapted to give high strength staple fibre rayons and these were successful in markets which have since been largely taken over by the synthetic fibres. The viscose manufacturers then concentrated on exploiting the advantages of the cellulosics, in absorbency and softness.

But a demand for intermediate strength viscoses arose as a result of the new high productivity conversion systems for turning fibres into yarns and yarns into fabrics. Machine speeds, production rates and operative loading have improved, creating a need for raw materials with properties which complement the increased efficiencies in spinning, weaving and knitting.

The viscose fibres which have been engineered to meet these technological advances in textiles are the 25 to 28 cN/tex class of high strength viscose, such as Durafil from Britain, or Fibro H. T. from the United States. The fibres are characterised not only by the good tenacity but also by good extension and a slightly reduced fineness (Tab. 1). They are designed to meet the demands of open-end spinning systems for high performance and consistency and also for very fine ring spun yarns.

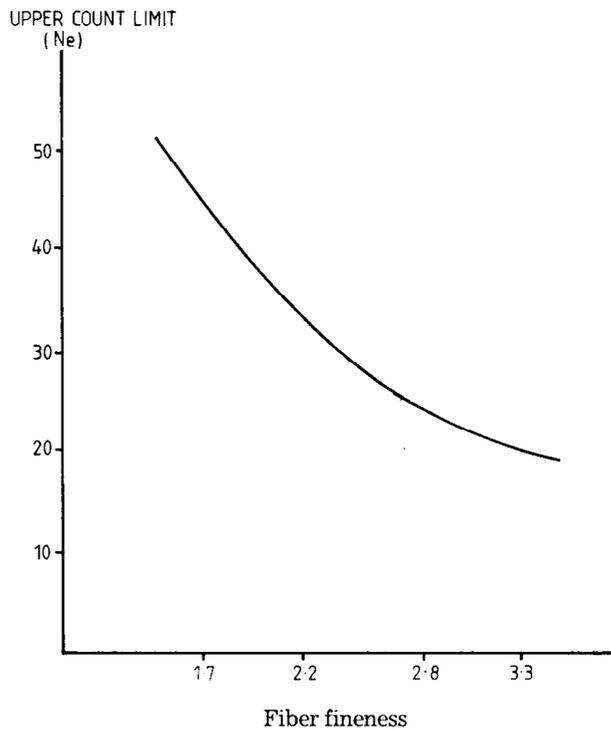


Fig. 1: Upper count limits

commercial upper count limit is about 46s Ne (and about 60s is possible in the laboratory). A reduction to 1.5 dtex would raise the upper count limit to about 50s Ne. Yarns from high strength viscose have the benefit of this slightly reduced fineness, and added to this is the benefit from the higher fibre tenacity. The upper count limit for high strength viscose resulting from these two factors is 60s Ne for commercially spun yarns (and up to 80s for yarns spun in the laboratory). The strengths of yarns in these fine counts are shown in figure 2.

For a given fibre strength open-end yarns are less strong than ring-spun yarns of the same count and twist, so for open-end spinning the gain in yarn strength obtained from higher tenacity fibre is particularly important. In the subsequent textile stages, modern processes employ high-speed winding frames, high-speed looms and shorter dyeing and finishing operations, and the benefits of the stronger fibre to the higher strength yarn are passed on.

Table 1: Fibre properties

Fibre Type	Linear Density (dtex)	Air Dry		Wet	
		Tenacity (cN/tex)	Extension (%)	Tenacity (cN/tex)	Extension (%)
Regular Rayon	1.7	20	21	11	29
Hot Stretch	1.7	23	19	13	24
High Strength	1.5	26	18	14	23

We would expect the higher tenacity fibres to give stronger yarns and indeed this is the case. Table 2 shows that for yarns with counts from 10s to 30s Ne the high strength viscoses give higher count strength products than regular rayon. We get other benefits too. Because the yarns are stronger we can spin them finer, and so the upper count limit is higher for high strength than for regular rayon.

Table 2: Effect of fibre fineness on yarn strength Rkm (g/tex) single thread

Fibre Type	Regular Rayon			High Strength Rayon		
	1.7 dtex	2.2 dtex	3.3 dtex	1.5 dtex	2.2 dtex	3.3 dtex
Yarn Count (Ne)						
10	13.4	12.2	10.1	17.0	15.3	13.4
20	12.2	10.8	9.2	16.6	13.7	12.2
30	10.7	8.8	7.3	15.5	12.2	8.7
40	8.9			14.0		

The fineness of the fibres also affects the fineness of the yarn which can be achieved. To put this another way, yarn of a given count can be made stronger by making it from a larger number of finer fibres. This is illustrated in Table 2 for both high strength and regular rayon, and it is equivalent to the concept that higher count yarns (which are made up of more fibres) have higher tenacities as well as higher breaking loads.

Figure 1 plots the upper count limit (maximum yarn fineness) against fineness for regular rayon. For 1.7 dtex the

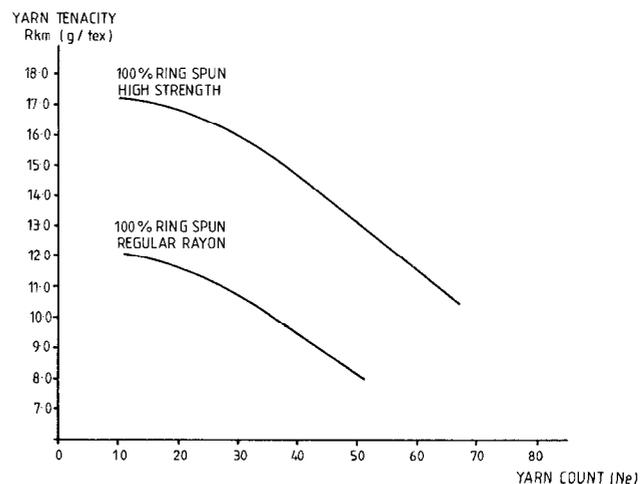


Fig. 2: Yarn tenacity of high strength rayon for counts as fine as 80's (Ne)

Quantification of the improved efficiencies cannot be obtained in the laboratory, but trials which have been monitored in the mills have confirmed the advantages predicted and table 3 shows an analysis of the end breaks obtained in one open-end spinning plant. The improved efficiencies can be seen for all four experiments. End breakage rate is known to rise slowly as rotor speeds are increased, and to rise suddenly as the machine set twist

Table 3: End breakage rates

Fibre Type	Air Dry Tenacity (cN/tex)	Rotor R.P.M.			
		45,000	45,000	60,000	60,000
		Twist Factor			
		4.0	3.5	4.0	3.5
Regular Rayon	21	72	140	63	130
Hot Stretch	23	24	72	27	58
High Strength (U.S.)	26	16	40	32	24
High Strength (U.K.)	27	17	18	19	20

factor is reduced. These general trends are illustrated in figures 3 and 4. The value of twist factor beyond which the EBR begins to rise sharply depends on the count and the fibre type. Table 3 demonstrates that for the high strength viscose rayons this limit has not been reached, whereas for the others the change from 4.0 to 3.5 has caused a marked increase in end breakage rate.

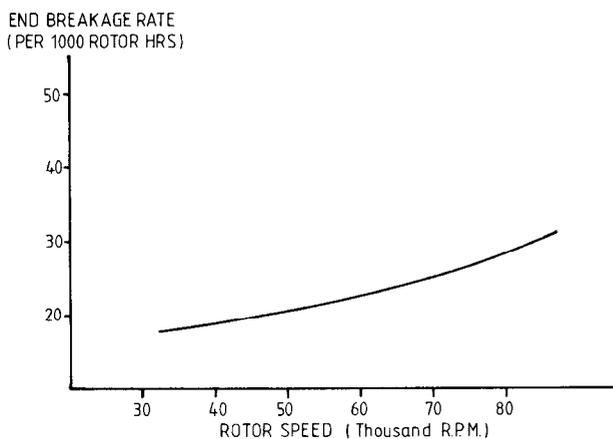


Fig. 3: Effect of rotor speed on E.B.R.

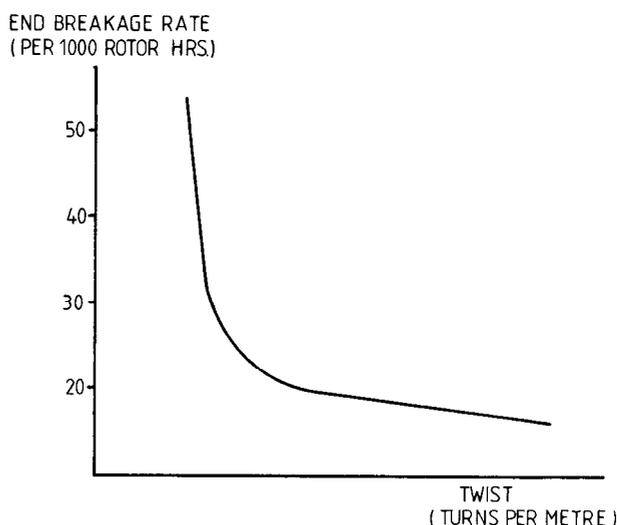


Fig. 4: Effect of twist on E.B.R. (horizontal scale depends on count and fibre type)

In figure 5 the solid curves represent the polyester component and below it the viscose rayon. The prediction method treats the two types of fibre as though they are continuous filament yarns loosely folded together. As the blend is extended both components stretch until the less extensible, the viscose rayon fibres, begin to break. At this point the blend yarn strength is, to a first approximation, the mean of the polyester and viscose strengths as shown by the dotted curve. Once the viscose fibres have broken, the blend yarn strength is now half (for a 50/50 blend) that of a 100 % polyester yarn and so falls from 2x to x as shown in the figure. Further loading now extends the remaining fibres, again following the dotted curve. The measured strength of the composite yarn will be given by the highest stress recorded. For some blends of fibres the highest stress will correspond to point A on figure 5 and for some it will be point B.

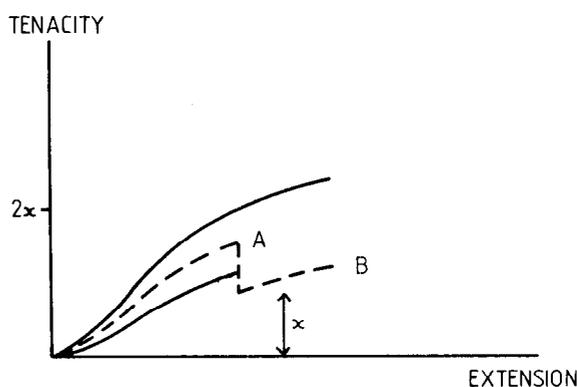


Fig. 5: Prediction of strength and extension of blend yarns

As the new viscoses of the Durafil type enter into general commercial use more performance data will become available to the fibre technologists, so as to enable them to fine-tune the fibre production parameters for optimum properties.

In addition to the benefits from using high strength fibre in 100 % viscose yarns, the fibre is ideal for blending with polyester. This is because what is important when blending one fibre type with another is not the fibres' breaking tenacity and extension, but the properties of one fibre at the point where the other breaks. In other words the stress-strain curves of the two fibres must be compatible. It has been shown in an earlier paper by this author that the tensile properties of blend yarns can be predicted by a study of these curves.

As a test of the theoretical method actual blends have been spun and the results compared. This work showed that, although the values obtained in practice were not at the absolute levels predicted, if consideration is made of the relative values for two different blends, then correlation between predicted and actual results is good.

To take an example, the prediction method indicated that for two blends of polyester and viscose, the strengths would be in the ratio 100:66. The actual results were 100:64. For the same blends the predicted extensions at break were

100:176 and the actual results were 100:120. When other pairs of blended yarns were tested, similar results were obtained, with the predicted ratio of yarn strength being close to the actual (Fig. 6), and the predicted extension ratio always being high (Fig. 7). The method therefore allows a reliable estimate to be made of the effect of a change of blend component.

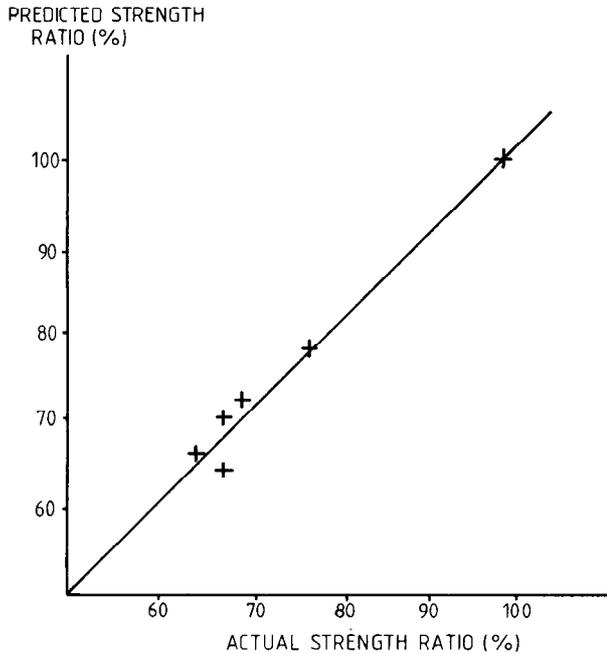


Fig. 6: Predicted and actual strength ratios for polyester/viscose blends

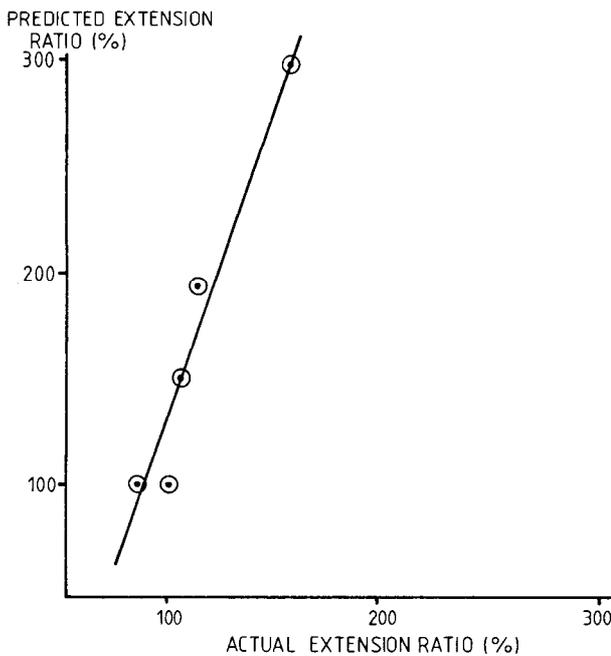


Fig. 7: Predicted and actual extension at break ratios for polyester/viscose blends

polynosic) whose stress-strain curves are shown in figure 8. The crosses show the predicted blend yarn strengths and extensions and, as can be seen, the strongest yarns are not necessarily those from the highest tenacity rayons.

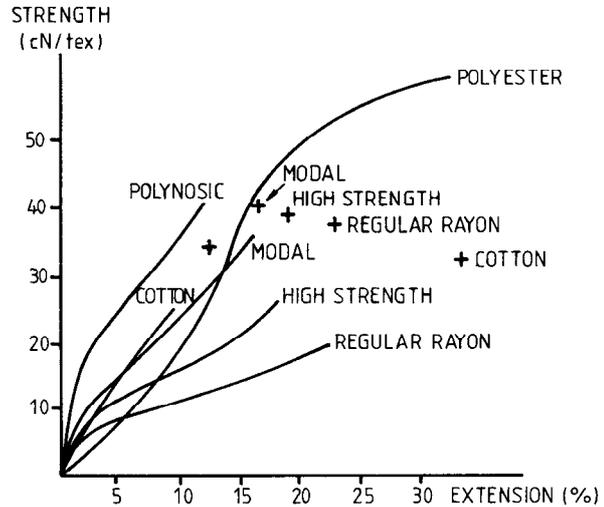


Fig. 8: Predicted strength of polyester blends with various rayon types

This was confirmed when the blends were actually made and spun. Figure 9 shows the yarn strengths actually obtained for different classes of rayon and for different percentages of rayon in the blend. Over much of the range the lower modulus fibres have an advantage in terms of blend strength, arising from the way that their stress-strain curves lie close to polyester's.

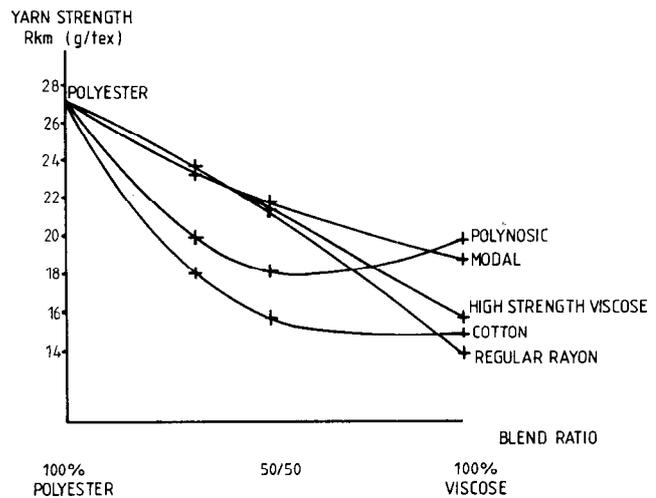


Fig. 9: Strengths of actual polyester blends with different classes of viscose rayon

As described in the earlier paper, this procedure can be used to make estimates of the tenacity and extension of yarns blended from polyester and each of the classes of viscose rayon (regular rayon, high strength, modal and

in addition to the specific properties of high strength viscose rayon which have been discussed above, we should remember that factors other than yarn strength and extension are important in fabric-making efficiency. One such property is yarn regularity. The regularity of carded cotton yarns can be improved significantly by the inclusion of only a small percentage of a viscose rayon, as is shown by

figure 10. The graph demonstrates the progressive improvement in Uster Regularity (U %) by the inclusion of high strength viscose rayon. Only 20 % of rayon is needed to achieve an improvement in regularity of 1.5 units.

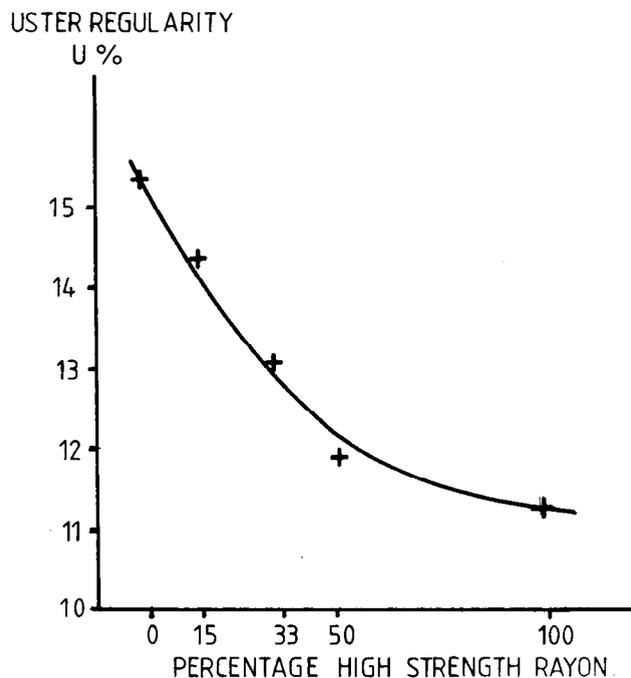


Fig. 10: Regularity of blends of cotton and improved strength rayon

3. Dye Variant Fibres

Although colour and patterning are critical features in determining consumer choice of garments, the consumer is not interested in how the colouration is achieved, by stock dyeing the fibre, package dyeing the yarns or piece dyeing or printing the fabric. But to the textile industry the method of colouration is crucial to the economics and to the ability to supply the right product meeting the demands of fashion. Any dyeing route which offers cheaper chemicals, more rapid wet processing, greater flexibility or better final performance (e. g. fastness), is of interest to the industry.

In this brief survey of some of the high performance viscose rayons which have been developed to meet the needs of industry and consumer, most of the fibres so far described have been chemically identical with cotton, but since the route from tree to fibre includes a stage when the cellulose has formed a reaction compound and is in solution, the opportunity is available for adding other ingredients which remain intimately mixed with the cellulose in the final fibres.

One of the subjects of current research is the development of new types of viscose fibres to take up dyes faster. This is achieved by incorporating additives with reactive groups into the spinning dope, for which the dyes have an affinity. Thus an additive containing amine groups enhances the dyeing of viscose by reactive dyes, and also allows the use of direct dyes under acid conditions. An example of such an additive is aminoethyl cellulose. These dye-enhancing additives have already found applications. Yarns made from deep-dyeing viscose are woven in patterns with standard viscose yarns and when the fabric is dyed the two types of fibre give patterns of light and dark colour. By incorporating a synthetic yarn into the weave and dyeing this with the appropriate dye a second colour can be added to the light and dark patterns. The same method of dye enhancing can also be employed to produce a viscose for wool blends, so that the two components dye uniformly.

Another area where enhanced dyeing of viscose is of benefit is in the dyeing of polyester/viscose blends. Since polyesters are normally dyed with disperse dyes under acidic conditions, and cellulose fibres with reactive dyes under alkaline conditions, polyester/viscose blends were originally dyed using a two-bath system. Single-bath two-stage processes have been developed, but these require special dyes. If viscose could be made to dye under acid conditions this would enable single-bath single-stage dyeing. There would be savings in chemicals, services and labour, and the savings would be even greater if the viscose with the additive could be made to dye with direct or acid dyes.

4. Fine Fibres

There has recently been a fashion trend towards light and silky-look blouse-wear and dress-wear. This started in the East in woven Georgette and crepe de chine fabric but has now spread into other constructions. Initially these fabrics were made from 100 % filament polyester, usually 37 to 44 dtex yarns, 1.7 dtex per filament, with a high twist. Often the fabrics were caustically reduced in order to give very good hand and drape. The second stage used the same low count filament yarn in the warp with a spun polyester in the weft. For this the fibre fineness was reduced to 1.1 dtex in the weft and, similarly, filament warps of 33 dtex 30 filaments (1.1 dtex per filament) were used.

In response to this market trend, the rayon producers began to introduce fine viscose rayon fibers of 1.1 to 1.25 dtex. This was blended with polyester staple of 0.8 to 1.1 dtex and used as weft across filament polyester warp. In the early stages fabric weavers were committed to continue to use filament polyester in their warps, but development fabrics have been produced with the fine polyester/fine rayon blend in warp as well as weft. Other developments planned are 100 % rayon 1.1 dtex fabric, with the special silky look and hand, for blouses and dresses, and 1.1 dtex rayon will also be used in warp knitting, weft knitting and thread.

Even finer rayon fibres, of 0.75 and 0.95 dtex are being produced, but these are mainly intended for the non-wovens and flocking market. The advantages of fine viscose rayon fibres, apart from the soft handle and silky look, are that yarn can be spun in finer counts, and for a particular count the finer fibre will give better yarn strength and better evenness.

5. Flat Cross-Section High Lustre Rayon

For viscose rayon, because it is a wet spun reaction process, the opportunities for varying the shape of the fibre cross-section by using shaped jet holes are less than for other man-made fibres. The hollow cross-section Viloft, the multi-limbed S.I. Fibre and the asymmetrical lobed Evlan are all spun from round holes, as was the smooth round cross-section Modal fibre, Vincel. If we make the jet hole dimensions extreme enough we can produce flat filaments. To do this the holes must have an aspect ratio of about eight to one. Lesser ratios just give round or oval fibres.

Now to make conventional viscose rayon fibres with the usual cross-section, for a fibre of 3.3 dtex (27 μ m diameter), we use jet holes of 80 μ m diameter. To make the same fineness but in a flat fibre the jet hole area needs to be the same, and so for an aspect ratio of 8:1 the hole dimensions must be about 205 μ m by 25 μ m (i. e. 30 % of the diameter of the round holes).

For this reason flat fibre production was in the past confined to coarse fibers. Several companies have recently introduced fibres of lower fineness into their ranges but for the reasons explained this requires a high level of jet making technology.

The flat fibres have two special characteristics. Because they are flat they have a high reflectance, and because their width is greater than for normal fibres they give the visual effect of a coarser fibre. Thus a flat 14 dtex fibre can have the apparent width of a 46 dtex one. So when the fibres are

blended with standard viscose only a few percent is sufficient to give the special effects, for apparel, upholstery and wall-coverings.

The lustre of a textile product depends on many factors besides fibre cross-section. Continuous filament yarns, for example, appear much more lustrous than a staple yarn spun from the same type of fibre. With practice an observer can learn to distinguish between yarns with quite small differences in lustre, and when a panel of testers was asked to rate a collection of fibres for lustre agreement was quite close. Few subjective assessments can be fully replaced by laboratory apparatus tests but it is always useful to use both subjective and objective tests since the combination can be more meaningful than either type alone.

For lustre measurements a tungsten light source sends a narrow beam of light onto a pad of parallel fibres, with an angle of incidence of 45°. If the fibres reflected like a mirror the reflected beam would also be at 45° ("specular reflectance") whereas if the reflection were perfectly diffuse the reflection would be a constant value at all angles. In practice the technique gives a diffuse reading D (at all angles) together with a peak reading of specular reflectance S at 45°. The percentage lustre is defined as 100 (S-D)/S.

As would be expected the flat cross-section rayon fibres give very good values of % lustre. Of the conventional cross-section fibres tested, the one with the highest % lustre was high strength viscose rayon.

6. Inflated Viscose Fibres in Woven Products

By incorporating sodium carbonate into the viscose spinning dope, carbon dioxide is formed when the dope is extruded into the acidic spin bath, and this inflates the fibre. The principle is simple, but the idea only became a commercial success after extensive research in which the many factors affecting the degree of inflation were learned and controlled. At the beginning of the family of inflated fibres is the hollow circular cross-section rayon. As the degree of inflation is increased rayons of greater absorbency are produced, and these flat or super-inflated fibres are mainly used in non-woven applications, but it is the first member of the series which has gained widespread success in textiles. The special properties of this hollow viscose fibre are a high water inhibition for absorbency and comfort, low effective density for good insulation, high bulk for good cover, and high torsional rigidity for attractive handle.

The first commercial applications for hollow viscose mainly made use of the first two properties and led to success in underwear and thermal underwear, and in knitted sportswear. Woven products followed and again it was firstly the absorbency which was exploited, in terry towels and cabinet towels. Later developments made use of the special features of high bulk and distinctive hand, at first in knitted leisure-wear and dress-wear, and then in woven sheeting and apparel.

For terry towelling the hollow viscose fibre was blended with cotton and used in the pile, with the usual cotton ground yarns. The end-uses were bath and hand towels, bath robes and babies' nappies. Comparison with all-cotton terries were made both in the laboratory and by user panel testing. The objective tests demonstrated the superiority of the hollow viscose blend over the all-cotton in rate of absorption, total absorption and rate of wicking. The subjective tests showed a preference for the hollow viscose blend in softness, appearance, and how well it dried the hands. An unexpected result was for drying rate. The towels were put through a standard machinewashing and spin drying cycle, and the residual water in the towels measured. Of course, the hollow viscose product, because of its high absorbency, contained more water, but when the towels were tumble-dried the rate of loss of water (the change in wet weight per minute) was higher for the hollow viscose towel.

Cabinet towels provide an example of the advantages of blended yarns when the component fibre types can each contribute their special properties to the overall benefit of the product. Cabinet towels get most stress in the warp direction and in order to improve the strength and the life of the towels, the makers tried a polyester/cotton blend in the warp, instead of the usual all-cotton construction. This indeed improved the strength but reduced the absorbency. Polyester/hollow viscose, however, gives the same strength benefits and gives an absorbency and rate of absorbency equal to cotton's. Table 4 shows how the strength of the warp has been improved, and figure 11 and table 5 show how the introduction of the hollow viscose has restored the absorbency and the rate of absorbency despite the presence of the non-absorbent polyester component.

Table 4: Stengths in warp direction of cabinet towels

Warp Yarn	Cotton	Polyester/ Hollow Viscose
<i>Elmendorf Tear (cN)</i>		
Dry	3700	6300
Wet	5600	6300
<i>Double Rip Tongue Tear (cN)</i>		
Dry	610	915
Wet	720	875
<i>Grab Stength (cN)</i>		
Dry	3500	4100
Wet	4200	4500

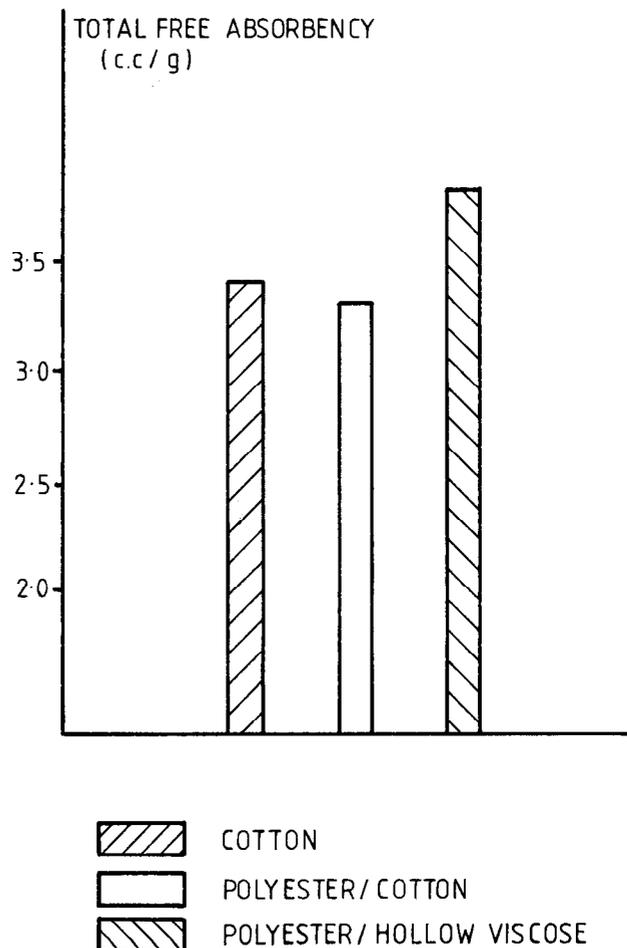


Fig. 11: Absorbency of cabinet towels

Table 5: Rates of absorbency of cabinet towels

Warp Yarn	Absorbency (cc/gram)		
	Cotton	Polyester/ Cotton	Polyester/ Hollow Viscose
Time (Seconds)			
5	1.5	0.8	1.7
10	2.0	1.2	2.2
15	2.2	1.5	2.3
20	2.3	1.8	2.4

A product which makes use of several of the special properties of hollow viscose is flannelette sheets. Absorbency, cover and handle are all relevant to this market. It is found that a cotton/hollow viscose blend yarn in the weft is readily raised by the napping machine, and that equivalent finishing treatments give a markedly more bulky and soft looking sheet than for the usual 100% cotton products.

Washing tests showed that the sheet with the hollow viscose had rather lower shrinkage than the corresponding all-cotton sheet, and in the crease resistance assessment the hollow viscose fabric had a smoother appearance than the cotton after 5, 10 and 20 washes. These results are shown in tables 6 and 7.

Table 6: Shrinkage tests on flannelette sheets

Type of Sheet		Percentage Shrinkage		
		5 Washes	10 Washes	20 Washes
Hollow Viscose	Warp	2.7	2.1	2.9
	Weft	11.5	10.4	12.0
Cotton	Warp	7.9	5.9	6.9
	Weft	10.7	10.6	12.9

Table 7: Crease resistance of flannelette sheets

Type of Sheet	Durable Press Rating		
	5 Washes	10 Washes	20 Washes
Hollow Viscose	4.0	4.5	4.0
Cotton	2.0	2.5	2.0

5 = Smoothest
1 = Least Smooth

The exceptionally good hand of polyester/hollow viscose woven blends has led to a very successful range of blouse- and dress-wear. The special hand is due to the stiffness of the individual hollow fibres, originating from their tubular structure. A feature of polyester/hollow viscose yarns is that the spinning process gives yarns which have the majority of the viscose fibres near the surface. The result is analogous to a coaxial yarn with polyester in the middle and rayon on the outside. This structure allows the components of the blend to contribute their individual properties in the way which most benefits the product, with the polyester providing the strength in the core and the viscose providing the softness of touch on the surface. The fabrics thus have softness, loft without weight, and a most

attractive handle. Whereas cotton fabrics are sometimes thought of as summer goods, and wool for winter, the polyester/hollow rayon fabrics have been said to have year-round appeal.

7. New Processes to Use Viscose Rayon

The fibre technologist has the task of identifying the types of viscose rayon fibres that will be required for particular applications and then to find ways of producing these new fibres. Besides new types of viscose for industry or the consumer, research is also carried out into the development of new processes which can make specialist products from existing viscose fibres. Sometimes this results in viscose rayon entering a market area which has previously not been available for it. An example is the vertical strip blinds, called louver blinds.

The problem with louver blinds, as distinct from other types of window covering, is that they are expected to remain flat in one plane and yet, unlike roller blinds, they are not held to position at top and bottom. Cotton and viscose rayon have been considered unsuitable for this end-use because of their moisture absorbency. Changes in room humidity affect the moisture content of the yarns which causes warping of the vertical strips. One solution which is effective provided that humidity levels do not become high, is to use a combination of S-twist and Z-twist yarns, so that distortions due to moisture absorbency balance each other out.

The solution which works even at high humidities is to use a non-absorbing fibre, polyester, to form the structure of the blind, and to use viscose for the decorative and texture effects. An elegant way to achieve this is by the Bobtex yarn-making process. The Bobtex machines are fed with polyester continuous filament yarn and with viscose rayon sliver. The polyester is coated with adhesive and the viscose fibres from the sliver are applied to the polyester. The resulting yarn has the look of a slubby spun staple yarn, yet in the blinds it behaves like polyester. Two slivers, for example a synthetic staple and a synthetic/viscose staple blend, can be used to give a highly slubbed fancy yarn.

Another new process which produces a high performance product from viscose rayon is that for carbonising viscose fabrics to make fire barrier textiles.

There are basically three routes to flame resistant fabrics made from viscose. The one most widely used at present is the application of flame-retardant finishing treatments to the fabric. These can either be inorganic salts, which are inexpensive but water soluble, or the more permanent Proban or Pyrovatex processes. The second route is to add the flame-retardant chemicals at the viscose dope stage so as to produce flame resistant fibres. There are at least two additives which perform well technically. Most viscose rayon manufacturers have produced trial quantities of flame resistant fibre and are prepared to go into production should the market demand this, and some already have flame resistant viscose rayon in their ranges.

The third approach is to make the fabric from standard viscose and partially carbonise it. The viscose fabric is treated with chemicals to enable it to withstand the next stage of the process, and is then heated at a temperature high enough to pyrolyse off from the cellulose some of the compounds which would normally burn. The result is a black heat stabilised flexible fabric which does not ignite. The Courtaulds product of this type is called "Asgard".

Whereas some synthetic fibres are available in low flammability form, many of these melt and shrink away from a flame, so that although the fabrics themselves do not ignite they do not provide a flame and heat barrier. Some viscose fabrics which have been given flameproofing aftertreatments do provide such a barrier, but liberate large amounts of dense smoke when heated. The heat stabilised viscose fabrics, however, give virtually no smoke when heated, and will withstand the hottest type of Bunsen burner flame for several minutes. In fact, it is this test

which is used for quality control, since most of the standards tests just tell us that "Asgard" does not burn.

Other flame resistant fibres can be blended with the viscose fibres provided that they will withstand the heat stabilisation process. Thus a blend of 20 % aramid and 80 % viscose will give a flame resistant fabric which is much less costly than 100 % aramid, stronger than the fabrics based on 100 % viscose and yet with flame barrier properties which are almost as good as the all-viscose "Asgard". Both products have a Limiting Oxygen Index of more than 50 %.

Heat stabilised viscose fabrics are used for fire blankets, welding screens, protective clothing, and for the protection of polyurethane foam in upholstery and in mattresses. It has been shown that the fabrics are excellent precursors in

the production of activated carbon cloth, for respirators, filters and water purification.

8. Conclusions

We see the viscose fibre technologists developing ideas which contribute to the industry, the spinners, weavers and finishers, opportunities for efficiency, economy and versatility, and we see them developing products for the protection, convenience and the comfort of the consumer. It is the versatility of the viscose that allows this continuing development of new types of viscose rayon, the most senior commercially successful man-made fibre, and so enables viscose rayon to hold its position in the textile market.

Vertrauen ist gut,

Vorsorge ist besser

Speziell wenn es um Themen wie Werterhaltung und Betriebsstörungen geht ist der Satz »hätten wir doch« zur Standardformulierung geworden. Korrosionsschutz gegen die Erscheinungsformen Kavitation, Erosion und Spannungsriß wird sehr oft mit fatalen Endfolgen vernachlässigt. Sprechen Sie doch schon vorher mit uns, wenn es darum geht, die Funktionssicherheit von Bauteilen zu erhöhen und das Risiko von Betriebsstörungen und Produktionsausfällen durch Korrosionsschutz entscheidend zu reduzieren. Unser Oberflächenschutz aus

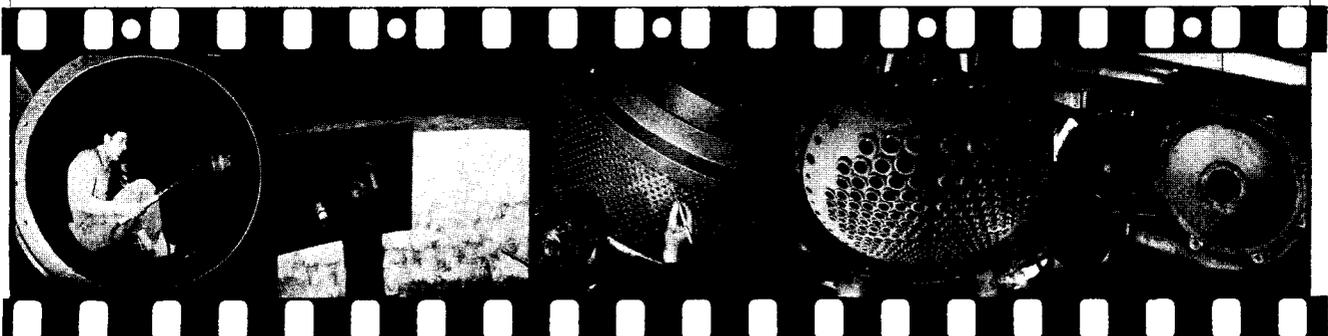
Kautschuk oder Kunststoff gibt Ihnen die Garantie, eine rentable Investition für die Zukunft gemacht zu haben. Beispiele, wo SKG-Oberflächenschutz eingesetzt wird: Kesselwagen/Filtertrommeln/ Spinnbadverdampfer/Beiztürme und -wannen/Galvano-wannen/Säure- und Laugenbehälter/Gewürz-autoklaven/Bleichtürme/ Rohrleitungen/Rauchgasentschwefelungsanlagen.

Unser Oberflächenschutz kann sowohl im Werk als auch auf jeder Baustelle mit unseren mobilen Montagetrupps ausgeführt werden.

SKG Oberflächenschutz

Korrosionsschutz mit Sicherheitsgarantie

SKG-Schaumstoff- und Kunststoff Ges.m.b.H.
Abteilung Oberflächenschutz
Eduard-Sueß-Straße 19
A-420 LINZ-Wegscheid
Telefon: 0732/81011
Telex: 21485



Modalfasern – die alternative Mischungs-komponente für funktionelle Sportbekleidung

Ing. A. Ernst, Ing. A. Kossina, Ing. H. Lejeune, Lenzing AG, Lenzing/Austria

Das Angebot an Freizeit für die Bevölkerung der Industrieländer wird in den nächsten Jahren größer werden. Mit dieser Tatsache werden sich die Prognosen für die verschiedenen Textilsparten beschäftigen müssen. Auch der Trend zur Natürlichkeit und Bewegungsfreiheit unterstreicht die gezielten Bemühungen der Designer im Verein mit den Technikern, um der optimalen Funktionalität zwischen dem Textil und den physiologischen Ansprüchen gerecht zu werden. Die Anforderungsprofile sind demnach diesen Globalvorstellungen und speziellen Anforderungen des „Freizeitmenschen“ anzupassen. Dies bedeutet, die gerade in der „Masche“ schlummernden Eigenschaften zu nutzen und zu optimieren.

Aufgebaut auf markenpolitischen Überlegungen enthält der Vortrag Beispiele aus der Palette der Möglichkeiten unter Einsatz von Modalfasern aus dem Gebiet der Kurzstapel- und Langstapelspinnerei bei Mitverwendung von Baumwolle und Wolle als Naturfasern. Zusätzlich werden beispielhaft Möglichkeiten aufgezeigt, Synthetics in Stapel- und Endlosform einzusetzen, wobei kooperative Lösungen mit den jeweiligen Faserherstellern vorgestellt werden. Die Ausrüstungseinflüsse kommen hierbei ebenfalls zum Tragen.

The offer of free-time for the population of the industrial countries will increase in the next years. The forecasts for the different textile branches will have to engage with this fact. Also the trend to naturalness and freedom of movement emphasizes the tended efforts of the designers together with the technicians to satisfy the optimum function between the textile and the physiologically demands. The sections of requirements have to be fitted to these global conceptions and special demands of the "leisure man" accordingly. This means, that just the properties latent in the "mesh" have to be exploited and optimized.

Based on brand-political considerations this lecture contains examples of the palette of possibilities in using Modal fibres of short-staple-and long-staple-spinning by additional use of cotton and wool as natural fibres. Besides there are shown exemplary possibilities to use synthetics in staple- and open end-form, by presenting cooperative solutions in cooperation with the fibre producers at the time concerned. Here the influence of finishing also is of importance.

Mit diesem Vortrag knüpfe ich an jenen an, den ich anlässlich der 20. ICT in Dornbirn gehalten habe.

Damals spannte ich den – persönlich erlebten – Bogen über einen 40jährigen Zeitraum der Viskosefaserentwicklung, um letztlich, durch technologische Untersuchungen belegt, neue Anwendungsbereiche der Modalfasern bzw. deren Möglichkeiten aufzuzeigen; diese sollten als Denkanstöße zu verstehen sein für eine gezielte Produktinnovation, die wiederum beispielhaft Basismöglichkeiten für eine sinnvolle Kooperation zwischen Faserherstellern selbst und zwischen Faserproduzenten und Textilindustrie aufzeigen sollte.

Man erinnere sich doch an die vielbeachteten Ausführungen von Dr. Metz 1982, der über das Thema Produktinnovation die gegenwärtige Struktur der westeuropäischen

Chemiefaserindustrie schilderte und die Einflussfaktoren beschrieb, die unser heutiges Geschehen bestimmen. Ein sehr eindrucksvolles statistisches Zahlenmaterial über Faserverbrauch und Produktionsstrukturen in Westeuropa belegt diese interessanten Ausführungen und Prognosen.

Damit bin ich bereits mitten im Thema, das alle Beteiligten berühren sollte, wobei der Hintergrund unserer Innovationsverpflichtung durch die hinlänglich bekannten Statistiken gut ersichtlich wird.

Entsprechend dem Referattitel, möchte ich die Graphiken aus der Maschenwarenindustrie kurz darstellen, die 1984 vom Gesamtverband der deutschen Maschenindustrie veröffentlicht wurden.

Wir wählen als Beispiel die Bundesrepublik Deutschland, da diese als kompetenter Markt innerhalb Westeuropas das typische Spannungsverhältnis zwischen wachsendem Markt einerseits und der eigenen Produktionskapazität andererseits widerspiegelt. Wenn wir die Abbildung 1 betrachten, dann könnte man sagen, daß die Maschenware als Bekleidung in der Verbrauchergunst laufend zugenommen hat. Es ist aber ersichtlich, daß nicht in erster Linie die Inlandsproduktion davon profitiert, sondern der Import bzw. das Importangebot. Bei einer bis über 10,6 Mrd. DM gestiegenen Inlandsverfügbarkeit wird also dieses Wachstum durch Importe überproportional gespeist, d. h., die Importe absorbieren einen großen Teil des Verbraucherzuwachses (Abb. 2 bis 5).

Wenn wir die Anteile der Produktbereiche am Umsatz der Maschenindustrie 1982 vergleichen (Abb. 6), dann ist auf einen Blick ersichtlich, daß der Anteil der Maschentextilien für den Oberbekleidungs- bzw. Sportsektor überwiegt, wobei unter dem Druck des Freizeitangebotes in Westeuropa insgesamt mit steigender Nachfrage und weiterhin mit einem leichten Umsatzzuwachs zu rechnen ist. Diese Erwartung gilt sowohl für die Sommersport- als auch für die Wintersportbekleidung.

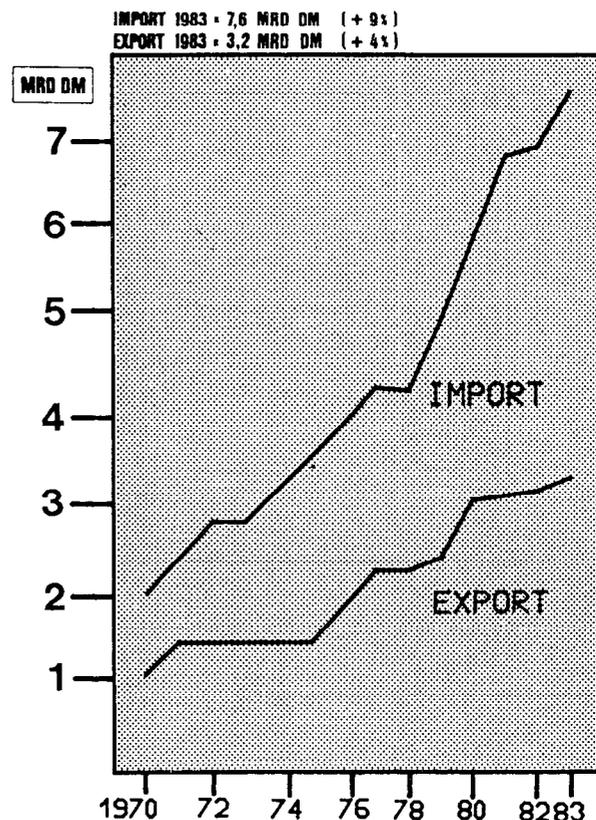


Abb. 1: Importe und Exporte der Maschen- und Miederindustrie (1970-1983)

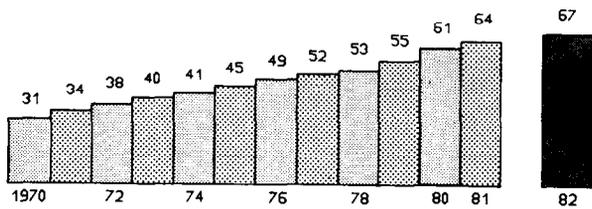
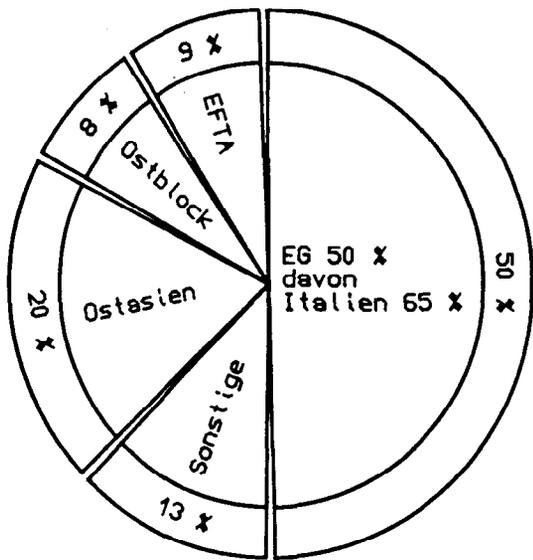


Abb. 2: Entwicklung der Importquoten (Wert); Maschenwaren insgesamt (1970-1982)

zum Vergleich:
 1980 - EG 57 %
 davon Italien 50 %
 EFTA 7 %
 OSTBLOCK 9 %
 OSTASIEN 19 %
 SONSTIGE LÄNDER 8 %



IMPORTE 1983 INSGESAMT 7.314 Mio DM
 VERÄNDERUNG 1983/82 +9 %

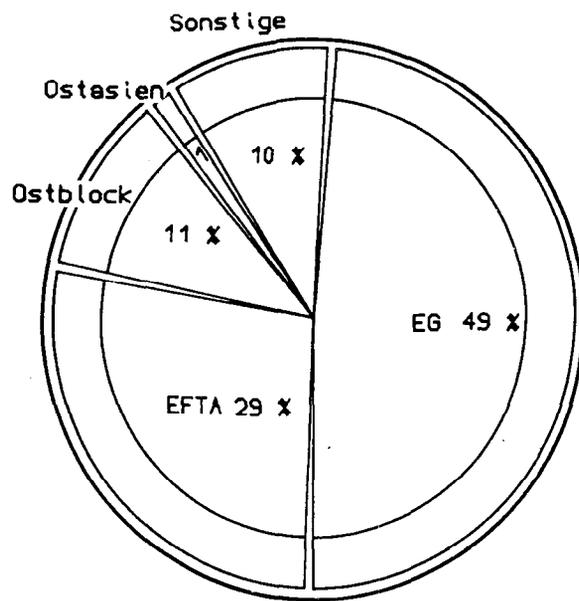
Abb. 3: Importe von Maschenwaren nach Lieferländern

Nach einer Mitteilung des Europäischen Wirtschaftsdienstes 1983 wurde bei einem Marktgespräch des Arbeitskreises Sport- und Freizeitkleidung eine Prognose für den Sportbekleidungsmarkt bis 1990 erstellt, wobei diesem Sektor eine überdurchschnittliche Wachstumschance eingeräumt wird. Das zu erwartende Wachstum bezieht sich auf die rein funktionelle Bekleidung, wobei der Marktanteil der Maschenware bis 1990 auf rund 80 Prozent steigen sollte.

Aus der Abbildung 1, mit der Gegenüberstellung der Importe und Exporte, geht eine deutliche Bewertung der Vor- und Enderzeugnisse hervor, die zeigt, daß die Exporte qualitativ hochwertiger als die Importe sind. Um die Importbedürfnisse abzubauen, haben wir tatsächlich alles zu tun, um die produktiv und qualitativ bestmöglichen Zwischen- und Endprodukte innovativ zu vermarkten.

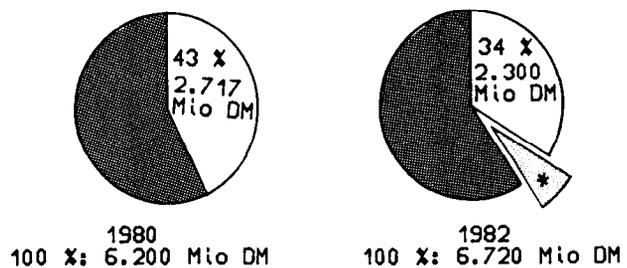
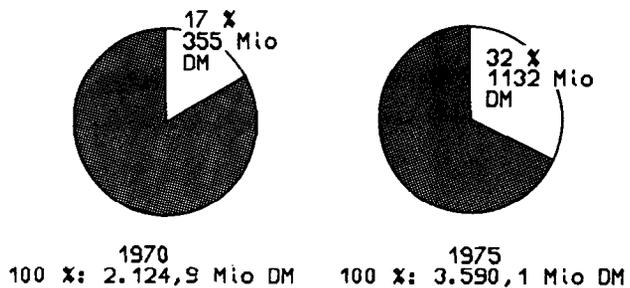
An dieser Stelle möchte ich auch an ein Referat von Professor Dr. Albrecht anlässlich der 23. ordentlichen Generalversammlung des Österreichischen Chemiefaserinstitutes anknüpfen, das unter dem Titel *Chemiefasern - Image und Wirklichkeit* auf die Vermarktungsprobleme in den verschiedenen textilen Einsatzgebieten eingeht.

Wir haben es tatsächlich mit einer Diskrepanz zu tun: zwi-



EXPORTE 1983 INSGESAMT 3.084 Mio DM
 VERÄNDERUNG 1983/82 +4 %

Abb. 4: Exporte von Maschenwaren nach Abnehmerländern

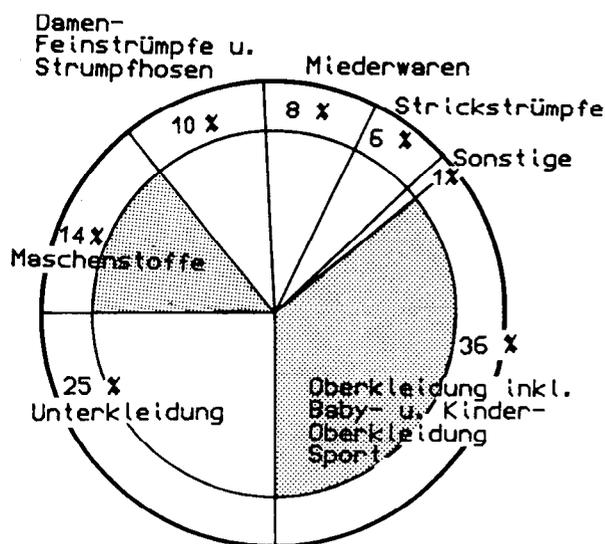


* Griechenland: 7 % - 433 Mio

Abb. 5: Anteil der Einfuhren aus Niedriglohnländern an den Maschenwarenimporten

sehen der Akzeptanz von Chemiefasermarken bzw. -gattungen einerseits und der Akzeptanz von Trends zu Naturfasern andererseits. Wenn der Handel glaubt, daß er sich nur über die Gefühlswelt der Verbraucher den Verkaufserfolg sichert, baut er eine Barriere gegen den technischen Fortschritt auf.

Es ist oftmals dramatisch zu sehen, wie schnell eine gute



UMSATZ INSGESAMT 6.870 Mio DM

VERÄNDERUNG 1982/81 -5 %

Abb. 6: Anteile der Produktbereiche am Umsatz

Entwicklung, ein erstklassig konstruiertes Textil gegen besseres Wissen abgelegt wird, nur weil oft schon der Verkäufer im eigenen Hause den kurzfristig sicheren Trendweg nicht verlassen will. Dieser konservative Weg wird in moderner Weise als Firmen-Image beschrieben, dem man verpflichtet ist.

Ich will damit nicht die wirklich qualitätsbewußten Markenartikelherzeuger diskreditieren, sie haben ihr Qualitätssicherungssystem bestens ausgebaut, sondern es geht mir um die Erkennung des Problems der Identifikation zum technischen Fortschritt und zum technischen Potential, das die Chemiefaserindustrie zu bieten imstande ist, das aber natürlich nur in Kooperation mit den Verarbeitungs- und Erzeugungsbetrieben und mit dem Handel, der den Markt im positiven Sinne beeinflussen kann und soll. Problemlösungen liegen nämlich nicht nur innerhalb einzelner Erzeugungsstufen, sondern innerhalb der gesamten Textil-Pipeline, d. h. letztlich beim seriös vermarkteten Endprodukt.

Was ist Funktionalität in der Sportbekleidung?

Es stecken ganz spezielle Anforderungen dahinter, die hauptsächlich von der Stoffkonstruktion inklusive der zu verarbeitenden Fasern zu erfüllen sind. Ich möchte hier nochmals Herrn Prof. Dr. Albrecht zitieren: „Da es keine guten und weniger guten Fasern, sondern nur gut oder weniger gut geeignete Textilien gibt, kommt also ihrer Konstruktion, dazu gehört auch die Faserauswahl, eine entscheidende Bedeutung zu“.

Die Gültigkeit dieser Feststellung läßt sich gerade innerhalb der funktionellen Sportbekleidung eindeutig nachweisen, wenn man das Anforderungsprofil erstellt und zu erfüllen sucht.

Dieses Anforderungsprofil ist aber auch ein gutes Beispiel dafür, wie der Naturfaser-Fan eigentlich verwirrt sein müßte, wenn über das daraus sich ergebende tatsächliche Leistungsprofil jene Präferenzen zum Tragen kommen, die man ausschließlich mit Hilfe von Chemiefasern gewinnen kann. Hier spricht dann niemand mehr abfällig von Chemie, denn wichtig und entscheidend sind neben modischen Aspekten jene Eigenschaften, die die Funktionalität des Gesamttextils ausmachen, wie:

- Elastizität,

- Waschbarkeit,
- Formstabilität,
- Wärmeisolation,
- Wasserdampfdurchlässigkeit,
- Luftdurchlässigkeit usw.

In summa ist das also ein Bündel von Eigenschaften, wie sie beispielsweise die Naturfaser Baumwolle oder Wolle in 100%iger Verarbeitung bereits im mittleren Anforderungsbereich gar nicht erfüllen kann. Die gegenseitige Hilfestellung durch Mischungen bzw. Mischkombinationen wird in vielen Fällen zum technologischen Selbstzweck, der aber mit der Naturwolle getragen werden kann und dadurch vermarktungsfähiger wird, wobei uns aber hier bei uns in Westeuropa zusätzlich das Textilkennzeichnungsgesetz unnötigerweise auf den Kopf fiel.

Wenn man sich einmal der Mühe unterzieht, das Gesamtangebot der Chemiefaserindustrie an Spinnfasern, Misch- und Filamentgarnen der Maschenwaren-Hersteller zu studieren, dann ist ein derart großes Sortiment für alle Einsatzgebiete, beginnend von Handstrickgarnen über Rundstrickerei, Feinjersey, Double-Jersey bis zu Pelzimitationen, ersichtlich, so daß man mit diesem Wissen allein schon das Potential ermesen kann, das mit dem notwendigen zusätzlichen Know-how der Faserforschung und Anwendungstechnik für die Problemlösungen der Maschenwaren-Industrie zur Verfügung steht.

Ich habe mehr als 140 Typen gezählt, wobei hier die Feinheitenvariationen nicht miteinbezogen sind; d. h., es steht letztlich ein Vielfaches dieser Typen zur technischen Auswahl. Dieses Riesenangebot der Chemiefaserindustrie steht für Mode und Trend, wobei Mode hauptsächlich innerhalb der kurzfristigen Wechselbeziehungen zwischen Verbraucher und Handel an der saisonmäßigen Marktfrent zum Tragen kommt, der *Trend* jedoch mittel- und längerfristig gesehen werden muß, da er meist internationalisiert wird durch Strömungen, die wir kaum beeinflussen können.

Die damit verbundene breite oder umfassende Modenachfrage müssen wir aber erfüllen, und zwar mit unseren technisch-wirtschaftlichen Möglichkeiten; dies deshalb, weil akzeptierte Trendmoden, mittel- und langfristig gesehen, stets den wirtschaftlichen Kriterien folgen, wobei die rationalen Produktionsmöglichkeiten mit Qualitätsstabilität in allen Verarbeitungsstufen gekoppelt sein müssen. Hier liegt unsere gemeinsame Chance!

Unser technisch-wirtschaftliches Potential, unsere Innovationsbereitschaft, unser technisch gut ausgebildetes Personal, - damit also unsere Qualität - bilden eine gemeinsame Front zur Importwelle nach Westeuropa. Diese Importgüter sind nämlich qualitativ kaum mit unseren zu vergleichen, auch wenn es sich um Produkte aus natürlichen Fasern handelt. Ein auf dem Open-end-Spinnsektor für Strickgarn sehr angesehener Experte sagte mir in diesem Zusammenhang den überaus bedeutsamen Satz: *Auch die Baumwolle ist nicht mehr die heile Welt!*

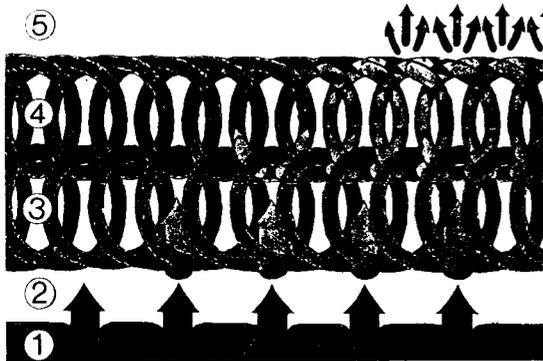
Dieser Schwenk bei Markt Betrachtungen drängt sich auf, da mit dem Wort Funktionalität die Verfügbarkeit der Materialien und damit die Funktionalität aller Prozeßstufen, vom Marktimpuls beginnend und durchgehend bis zum fertigen Angebot, zwingend verbunden ist.

In Kooperation mit einem bedeutenden Polyamid- und Polyester-, Faser- und Garnerzeuger, der die geforderte Funktionalität von Sportartikeln in Verbindung mit Baumwolle technologisch bereits realisiert hat, haben wir unter den Prämissen von rationalen Produktionsmöglichkeiten bei gleichzeitiger Qualitätsstabilität die Modalkomponente angeboten.

Das Prinzip, in diesem Falle Comforto-Prinzip, ist bekannt und wird nachstehend nochmals kurz dargestellt (Abb. 7):

Der aus den Hautporen austretende Schweiß (1) wird von

FEUCHTETRANSPORT – MECHANISMUS



- 1 HAUTOBERFLÄCHE MIT POREN
- 2 THERMO- & FEUCHTEREGULIERTE KLIMAZONE
- 3 HELANCA® - SEITE = HOHES FEUCHTETRANSPORTVERMÖGEN
- 4 ZELLOSISCHES SEITE = HOHES SAUGVERMÖGEN, VERDAMPFUNGSSZONE
- 5 AN DIE ATMOSPHERE ABGEBENE FEUCHTIGKEIT

Abb. 7: Helanca®-Comforto

der PA-Schicht (3) abgenommen und zugleich an die Modal-Baumwolle-Außenseite (4) weitergeleitet.

Diese von Natur aus stark saugfähige Außenlage zieht den Schweiß durch die PA-Schicht hindurch, verteilt ihn über die gesamte Stoffoberfläche und gibt ihn dadurch sehr leicht, ohne Beeinträchtigung der Haut, an die Außenluft ab (5).

So entsteht zwischen Haut und Bekleidung eine trockene, auf normaler Körpertemperatur gehaltene Klimazone (2), die unangenehme Folgen des Schwitzens sowie Frösteln und Frieren verhindert.

Dieses Prinzip ist für einen sehr großen Artikelsektor anwendbar, da die sportliche Tätigkeit nicht nur direkt in das textile Blickfeld rückt, sondern auch die Freizeitbetätigung, die oft meist die gleichen bekleidungsphysiologischen und damit funktionellen Anforderungen an das Textil stellt (Tab. 1 bis 3).

Die in den Rhodia-Richtlinien vorgegebene Bedingung wird von den drei Comforto-Varianten (körperabseitig):

- 100 % Baumwolle,
 - 50/50 % Modal/Baumwolle,
 - 100 % Modal,
- eindeutig erfüllt.

Die 100 %-Baumwolle-Referenz (Baumwolle beidseitig) liegt diesbezüglich nahe dem Grenzwert und damit deutlich schlechter.

Die Ausbeulneigung nach Grünwald und Zöll liegt bei den Comforto-Varianten und bei der Referenzware innerhalb der Meßgenauigkeit auf gleichem und für derartige Konstruktionen gewohntem Niveau.

Bei der dynamischen Verformung sind wiederum die Comforto-Qualitäten untereinander als gleichwertig anzusehen,

Tabelle 1: Entwicklung

- 1) ZIELSETZUNG - conforto Prinzip mit MODAL
- 2) KONSTRUKTION - Tennisleibchen
- MATERIAL
- 3) VEREDELUNGSABLAUF
- 4) BEURTEILUNGSKRITERIEN
- 5) PRÜFERGEBNISSE

zu 2) KONSTRUKTION und MATERIAL

Rundstrickware für Tennisleibchen
Feinripp, 18er Teilung 30"

Stapelfasergarn ringgesponnen Nm 50
Multifilament Rhoo-*Tex* Helanca®
PA 66, 110 dtex f 34 x 1 S; Type 1202 matt
bzw.

alternativ für Referenz
100 % Baumwolle gekämmt Nm 80

MATERIALVARIANTEN Nm 50:

- a) 100 % Baumwolle gekämmt
- b) 50/50 Lenzing MODAL 1,7 dtex/40 mm glz./
Baumwolle gekämmt
- c) 100 % Lenzing MODAL 1,7 dtex/40 mm glz.

hen, die Referenzware aus Baumwolle zeigt graduell eine größere und bleibende Verformung (Tab. 4).

Als Maß für die mechanische Festigkeit ist das Berstverhal-

Tabelle 2: Beurteilungskriterien

- MASSTABILITÄT
- FORMSTABILITÄT
- GEBRAUCHSTÜCHTIGKEIT
- + GRIFF bzw. GRIFFVERÄNDERUNG
- + GLANZ bzw. GLANZVERÄNDERUNG
- + KNITTER- u. BÜGELVERHALTEN
- + TRAGEPHYSIOLOGIE
 - Pufferwirkung aus dampfförmiger Phase
 - Pufferwirkung aus flüssiger Phase
 - Feuchtedurchgangswiderstand
 - Kurzzeit-Wasserdampfaufnahme
 - Wärmedurchgangswiderstand bei feuchtem Textil

Tabelle 3: Maßstabilität

MASCHENWARE FÜR SPORT-BEKLEIDUNG

PRINZIP: HELANCA® - conforto

MASSTABILITÄT:60°C Maschinenwäschen nach
DIN 53892 mit Leinentrocknung(Bewertung gemäss Rhodia Merkblatt:
max. zulässige Massänderung für
Länge und Breite $\pm 4\%$ nach 3 Wäschen)

Aussenseite	Massänderung %	
	Länge	Breite
100 % Co	-2	+0.8
50/50 Modal/Co	-3	0
100 % Modal	-2	-1.2
100 % Co beidseitig	-3.4	+3.8

ten bestimmt worden. Alle geprüften Muster differenzieren sich nur geringfügig und liegen insgesamt gleich günstig (Tab. 5).

Ein wichtiges Kriterium für die Lebensdauer eines Textils ist die Scheuerbeständigkeit.

Tabelle 4: Formstabilität

PRÜFUNG DER AUSBEULNEIGUNG

METHODE GRÜNEWALD und ZÖLL

BESTIMMUNG DER BLEIBENDEN VERFORMUNG

AUSSENSEITE	AUSBEULHÖHE (mm)
100 % Co	10.6
50/50 Modal/Co	9.0
100 % Modal	9.0
100 % Co beidseitig	10.0

DYNAMISCHE VERFORMUNG

BERSTPRÜFGERÄT:

5 Belastungszyklen mit 100 kPa

AUSSENSEITE	WÖLBHÖHE (100 kPa) mm	bleibende VERFORMUNG mm
100 % Co	31	19
50/50 Modal/Co	34	21
100 % Modal	31	19
100 % Co beidseitig	33	24

Tabelle 5: Festigkeits-Dehnungsverhalten

BESTIMMUNG DER BERSTFESTIGKEIT UND DER
KORRESPONDIERENDEN WÖLBHÖHE

DIN 53861

AUSSENSEITE	Berstdruck (kPa)	Wölbhöhe (mm)
100 % Baumwolle	180	45
50/50 Modal/Baumwolle	170	44
100 % Modal	160	44
100 % Baumwolle beidseitig	160	42

Tabelle 6: Masseverlust

BESTIMMUNG DES MASSEVERLUSTES

GESCHEUERT NACH

SCHLAGFLÜGELMETHODE

(ACCELEROTOR)

KONSTANTE SCHEUERDAUER 8 min

AUSSENSEITE	MASSEVERLUST %
100 % Co	10
50/50 Modal/Co	8
100 % Modal	11
100 % Co beid- seitig	13

Auch hier gibt es nur geringfügige Unterschiede (Tab. 6).

Eine für die Optik maßgebende Größe ist bei derartigen Artikeln der Oberflächenglanz.

Hier beeinflusst naturgemäß die Modalfaser das festgestellte Ergebnis besonders positiv. Selbst nach 10 Maschinenwäschen bleibt der Glanz bei den Proben mit Modal deutlich höher (Abb. 8).

Alle Qualitäten sind nach dem Waschen und Trocknen stark verknittert, was jedoch durch leichtes Bügeln problemlos zu beheben ist (Tab. 7).

Entscheidende Bedeutung kommt speziell bei aktiver Sportbekleidung der tragephysiologischen Qualifikation zu. Sowohl in bezug auf die sehr wichtige Feuchtedurchlässigkeit als auch auf die tragephysiologische Gesamtwertung, unter Zugrundelegung der gewichteten relevanten Kenngrößen, wirkt die eingesetzte Modalfaser an der Warenaußenseite als funktionell qualitätsverbessernder Faktor (Abb. 9).

Der Warengriff bleibt bei den Varianten mit Modalfasern auch nach oftmaligem Waschen und Trocknen angenehm weich. Die verglichenen Baumwollvarianten weisen dagegen die bekannte Griffverhärtung auf.

Wir wagen nun den Sprung in eine völlig andere Sparte. Nachdem wir bisher fast ausschließlich typenbezogen den Baumwollbereich technologisch betreuten, haben wir im

Messung mit PHOTO-GONIOMETER

Beleuchtungswinkel 45°

Beobachtungswinkel 70°

Bezug: BaSO₄ - Standard

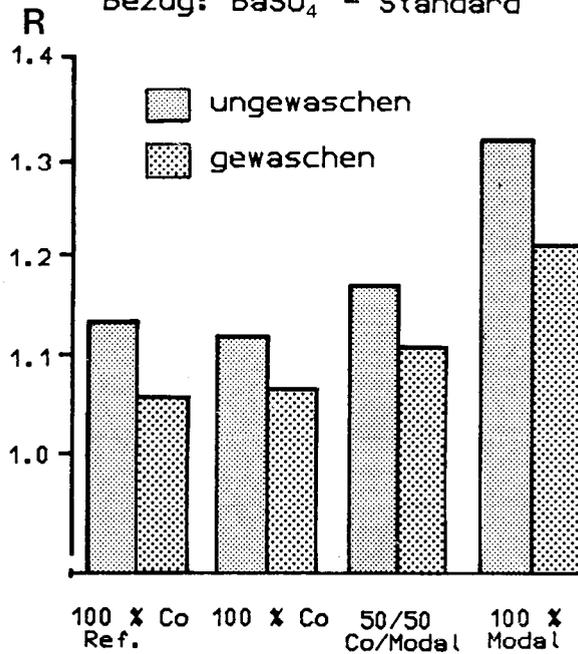
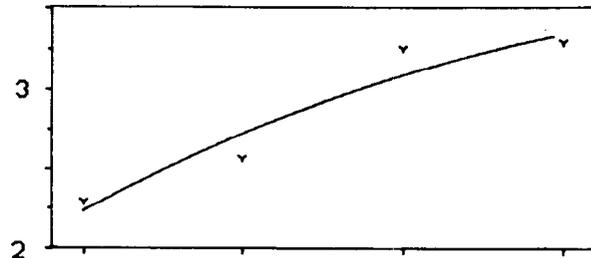


Abb. 8: Glanz: vor und nach 10 Wäschen bei 60° C

THERMOREGULATIONSMODELL der menschl. Haut
(Hohensteiner Institute)

B = GESAMT-BEWERTUNG



F1 = FEUCHTEDURCHLÄSSIGKEIT

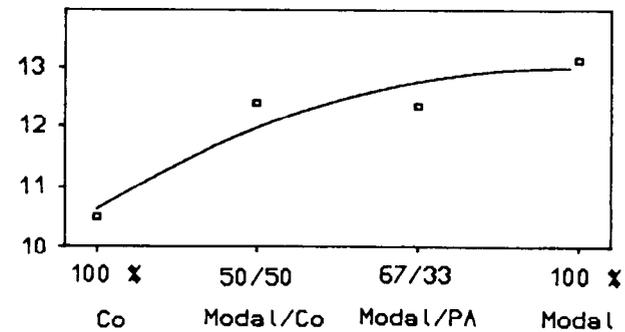


Abb. 9: Tragephysiologisches Verhalten

Sinne der Modal-Definition auch die entsprechenden Wolltypen einem anwendungstechnischen Test unterzogen.

Neben der ökonomischen Zielsetzung war eine weitere die Funktionalität, die in diesem Falle – in Mischung mit Wolle

– durch eine besonders hohe Feuchtigkeitsaufnahme beider Komponenten gekennzeichnet ist.

Bekannte Zahlen der Feuchtaufnahmen verschiedener Faserprovenienzen zeigen die Unterschiede nochmals klar auf (Abb. 10).

Der gefürchtete Filzschumpf der Wolle wurde bisher durch chemische Modifikationen der Wollfaser selbst eliminiert, aber unter In-Kauf-Nahme von Einbußen bekleidungsphysiologischer Komponenten.

Unser Weg führt uns über die Zielrichtung Schrumpfminderung zu einem Endprodukt, das hinsichtlich Feuchtaufnahme optimal erscheint und damit erhöhten Komfortansprüchen für erweiterte Maschen-Einsatzgebiete gerecht wird.

Betrachten wir das am Beispiel: Flachstrickware Wolle/Modal:

Die Färbung ist alternativ – in Abhängigkeit von der Par-

Tabelle 7: Knittern und Bügeln

KNITTERBILD NACH WÄSCHEN

Bewertung nach

ASTM-Monsanto Standard

AUSSENSEITE	Stufe
100 % Baumwolle	2
50/50 Modal/Baumwolle	2
100 % Modal	2
100 % Baumwolle beidseitig	2

5 = gut 1 = schlecht

BÜGELVERHALTEN

Für alle Qualitäten:

sehr gut = Note 1

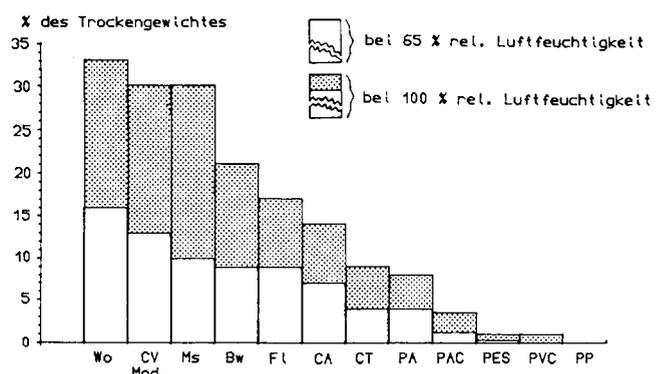


Abb. 10: Feuchtigkeitsaufnahme wichtiger Faserstoffe

tiegröÙe – am Garn bzw. am Kammzug durchzuführen.

Höchste Wasch-, Reib-, Schweiß- und Lichtehtheit wird mit ausgesuchten Reaktiv- bzw. Säurefarbstoffen erzielt. Die Nachbehandlung des Modal-Langstapel-Kammzuges auf der Lisseuse ist einwandfrei durchzuführen, ohne daß das in der Industrie vielfach gefürchtete Auseinandergleiten auftritt. Diese Erstversuche wurden zusammen mit Betrieben der Schoeller-Gruppe Bregenz, Hard und Zürich-Hardturm durchgeführt (Tab. 8).

Tabelle 8: Entwicklung

- 1) **ZIELSETZUNG** - STRICKWARE aus Kammgarnen mit MODAL - Langstapel
- 2) **KONSTRUKTION** - z.B. R/L-Flachstrick (10er Teilung)
- 3) **MATERIALVARIANTEN:** Nm 28/2
 - 60/40 Wolle/MODAL 3.3/60-75-90 matt
 - 60/40 Wolle/MODAL 3.3/60-75-90 glz.
 - 50/50 Acryl N-Type glz. 3.3/60-75 MODAL 3.3/60-75-90 glz.

als Referenz:

 - 100 % Wolle
 - 50/50 Wolle/Acryl
 - 100 % Acryl
- 4) **BEURTEILUNGSKRITERIEN**
 - FÄRBUNG
 - KAMMZUGFÄRBUNG incl. LISSIEREN
 - GARNFÄRBUNG
 - FARBECHTHEITEN
 - RELAXATIONS- und WASCHSCHRUMPF
 - FORMSTABILITÄT
 - PILLVERHALTEN
- 5) **PRÜFERGEBNISSE**

Bereits das erste Versuchsstricken ergab für die neue Komponentenmischung Wolle/Modal Relaxations- und Waschschrumpfwerte, welche unter den vom IWS vorgegebenen Grenzwerten liegen. Eine nachträgliche Analyse der Strickkonstruktion zeigte im Falle der Modalmischungen, daß der Dichte- bzw. Cover-Faktor innerhalb dieses Erstversuches nicht optimal war.

Bekanntermaßen ist der Cover-Faktor wesentlich mitentscheidend für das Schrumpfverhalten, die Elastizität und die Stabilität, weshalb er mit den bekannten stricktechnischen Methoden auf die jeweilige Materialzusammensetzung abgestimmt werden muß (Abb. 11).

Die durch die Methode Grünewald & Zöll bestimmte Ausbeulneigung zeigt für die Modal/Wolle-Qualitäten ein schlechteres Ergebnis. Die Ursache liegt wieder am nicht optimierten Cover-Faktor. Dies wird auch dadurch verdeutlicht, daß bei gleicher Zwirnfineinheit und gleicher Strickeinstellung bei den Wolle/Modal-Mustern ein deutlich geringeres Flächengewicht resultiert. Daraus ergeben sich zwingend die vorerst beobachteten größeren Ausbeulwerte (Abb. 12).

Das Pillverhalten wurde in der ICI-Pillingbox bestimmt. Alle getesteten Qualitäten zeigen ein gleiches Erschei-

IWS - CUBEX TEST 251

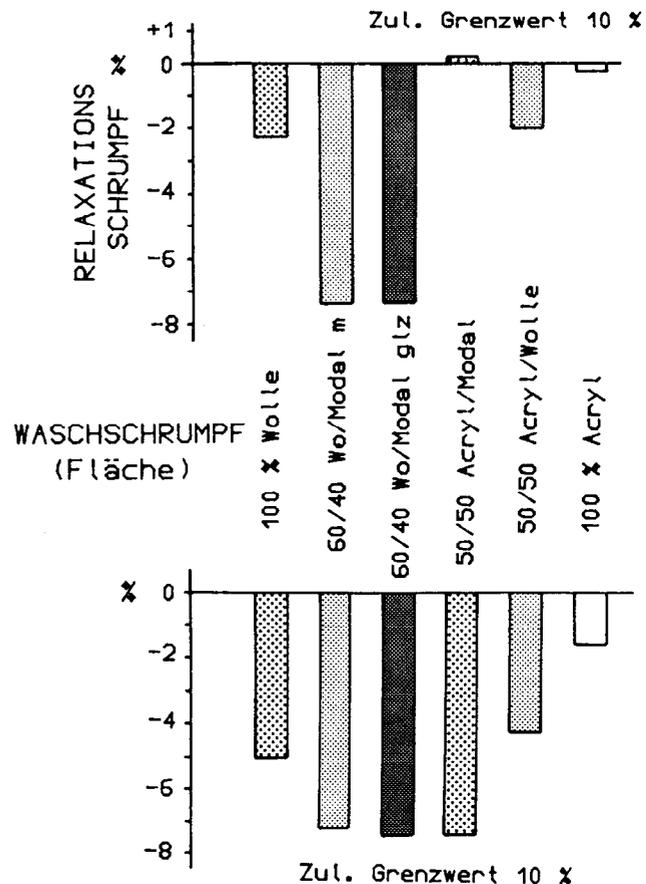


Abb. 11: Schrumpfverhalten

nungsbild entsprechend den geforderten Qualitätsanforderungen.

Eine erste subjektive Bewertung des Warengriffes und der Oberfläche bzw. des Gesamteindruckes zeigt für die Mischung Wolle/Modal sehr positive und neue, interessante Aspekte auf.

So wenig diese subjektive Beurteilung quantifizierbar ist, so wichtig ist sie jedoch für den Handel und in weiterer Folge für den Konsumenten.

Überraschend war, daß einerseits der erhöhte Glanz tendenziell sehr gut beurteilt wurde, andererseits aber der trockene Charakter durch Einsatz der mattierten Modalfasern ebenso seine Vorteile präsentiert, und dies in jedem Falle im Vergleich zur klassischen Wollqualität. In der Differenzierung sind echte Alternativen für ein neues Artikelgefühl festzustellen.

Diese Aussagen basieren bereits auf der Meinung von Marktleadern dieser Branche, die sowohl Mode als auch Trend genau zu unterscheiden wissen. Damit ist die Rückkoppelung zum Kammgarnspinner in diesem Sinne gesichert.

Zusammenfassung

Es besteht kein Zweifel, daß der Konsument immer mehr für Freizeit auszugeben bereit ist. Das Thema sportliche Bekleidung gepaart mit Mode ist jedoch ein Ergebnis der Bemühungen verschiedener Detailbereiche, getragen von der Kreativität und Technik.

Angesichts eines allgemein stagnierenden Marktes sollte man auf den einzigen zukunftsträchtigen Markt, nämlich

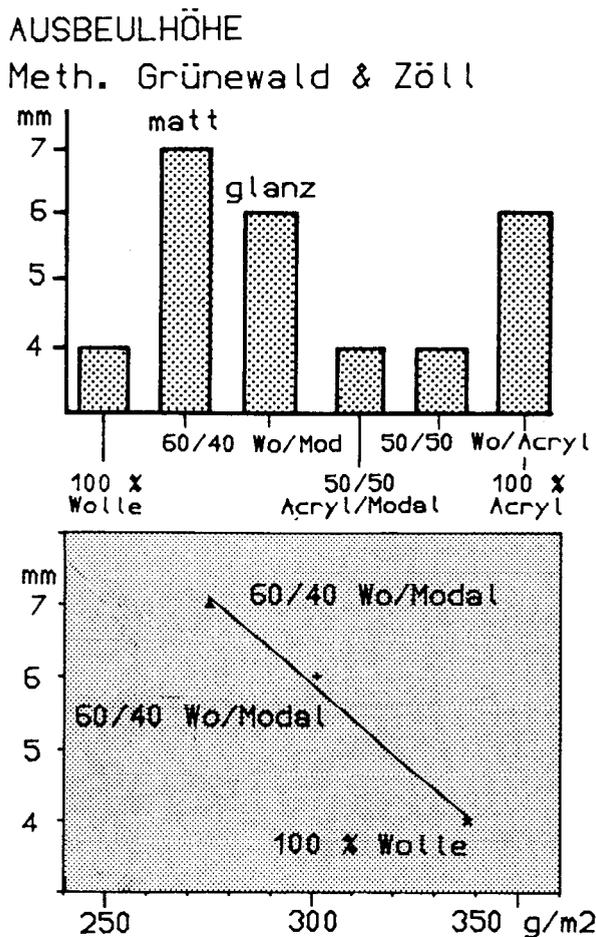


Abb. 12: Formbeständigkeit

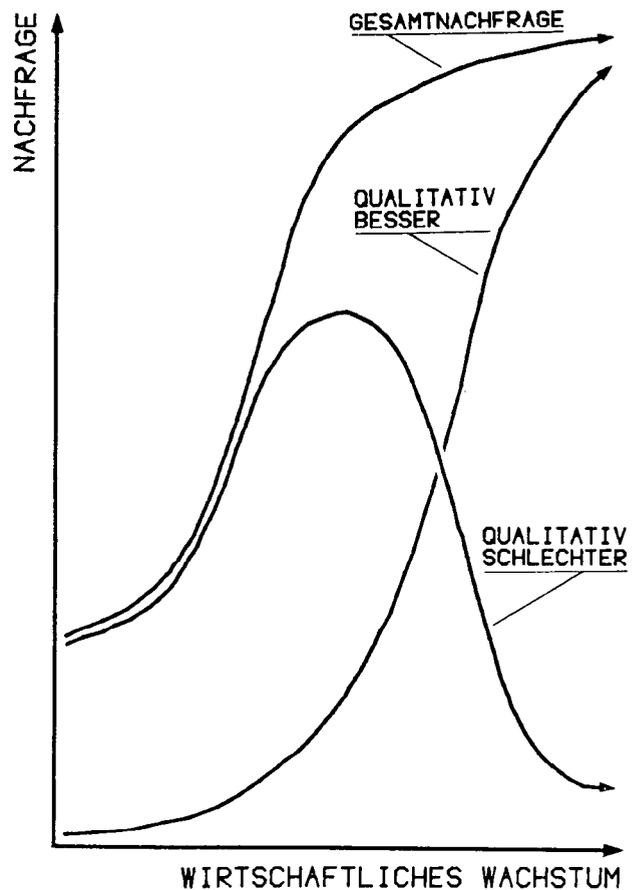


Abb. 13: Entwicklung der Nachfrage (mengenmäßig)

den der Sportbekleidung, setzen (sowohl aktive als auch passive Sportbekleidung).

Es sind zwei Beispiele aus diesem Gebiete angeführt worden, wobei besonders die technologischen Gegebenheiten dargestellt wurden. Zwischen den rein funktionellen und den modischen Textilien bzw. Freizeittextilien bestehen fließende Grenzen, d. h., Sport und Mode sind der gemeinsame Motor für Innovation und Kreativität, wobei das veränderte Verbraucherverhalten Berücksichtigung findet.

Die Erfüllung qualitativer Anforderungen gewinnt immer mehr an Bedeutung. Eine sehr interessante Kurve zeigt die mengenmäßige Entwicklung der Nachfrage in einer Phase der Stagnation (Abb. 13). Diese Grafik wurde bereits vor 10 Jahren als Prognosemodell gezeigt. Sie hat, so glaube ich, heute noch Gültigkeit, denn sie gibt uns die Möglichkeit nachzudenken, wo wir ganz allgemein bezüglich der Qualitätsfrage stehen oder wo wir uns anzusiedeln haben; dies deshalb, weil mit beispielsweise einem geringeren wirtschaftlichen Wachstum die Qualitätskurven nicht reversibel wären; dafür sorgen schon die Aufklärung, die Medien und nicht zuletzt auch der Konsumentenverband.

Schlußwort

Es war mir ein persönliches Bedürfnis, ein Mosaikbild zwischen dem Spannungsfeld Markt – Handel und den vor oder hinter ihnen liegenden Bereichen der textilen Fertigung am speziellen Beispiel der Maschinenindustrie und auch in Verbindung mit Modalfaser-Einsatzalternativen zu entwerfen. Daß dieses Bild nur fragmentarisch ist, beweist die heutige Komplexität der gesamten Textilsituation.

Die Ansprüche an Leistung und Qualität werden höher. Wenngleich die Technik immer noch fortschreitet, werden natürliche Grenzen aber schon partiell sichtbar.

Ich habe aber auch bewußt ein Bekenntnis für die Chemiefaserindustrie in den Fachvortrag eingebracht. Die bekannten Prognosen des Pro-Kopf-Verbrauchs von Textilien in Verbindung mit der zu erwartenden Steigerung der Weltbevölkerung erzwingen die Verfügbarkeit der Chemiefasern und das technische Service, das die wirtschaftliche Qualität in allen Stufen sicherstellt.

Zum heutigen Zeitpunkt ist Kooperation auf allen Ebenen die wohl einzige richtige Devise, und das sowohl im eigenen Haus zwischen den jeweiligen Verarbeitungsstufen als auch zwischen Handel und Erzeuger und umgekehrt, um dem Markt und den Trends nicht nur flexible Referenzen zu erweisen, sondern um diese auch durch unsere Innovationen positiv zu beeinflussen. Gelingt dies, dann ließe sich daraus mit Sicherheit eine gute Prognose für die Zukunft erstellen.

Literatur

- 1) Metz, G.; Lenzinger Ber. 54, 84–91 (1983)
- 2) Albrecht, W.; Lenzinger Ber. 57, 6–12 (1984)
- 3) v. Westerholt, B.; Chemiefasern/Text. Ind., Feb. 1984
- 4) Schmid, W.; Wirkerei Strickerei Tech., 5. Rep. 1980
- 5) Reinhardt, H.; Lenzinger Ber. 54, 26–29 (1983)
- 6) Bröckel, G.; Industrielle Meterwarenfertigung in der Rundstrickerei (Univ. Stuttgart)

- 7) Gesamtverband der deutschen Maschenindustrie: Jahresbericht 1983
8) Ernst, A.; Lenzinger Ber. 52, 13-19 (1982)
9) Umbach, K.-H.; Lenzinger Ber. 54, 18-25 (1983)
10) Kossina, A.; Lenzinger Ber. 57, 32-37 (1984)

TRE RA

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

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



The Manufacture, Properties and Uses of Inflated Viscose Fibres

C. R. Woodings, A. J. Bartholomew, Courtaulds Research, Coventry (UK)

Methods of creating inflated fibres are reviewed, and processes which have been operated commercially are highlighted. The development work on the sodium carbonate route which leads to the commercial large scale production of hollow rayon and the so called super-inflated rayon is described. The lesser known members of the inflated fibre family are mentioned, and their position in the inflation hierarchy is discussed.

The most dramatic effect of the inflation process is the substantial alteration of the fibre shape and surface area, and this is illustrated by a series of scanning electron micrographs. Desirable and undesirable side effects on the other key fibre properties are listed and discussed. The way in which fibre characteristics alter in a predictable and controllable manner with alterations in production conditions is described.

The actual and potential applications of the whole family of products in knitted, woven, non-woven, papermaking, and surgical products are reviewed.

Es werden Verfahren zur Herstellung von geblähten Fasern beschrieben und gewerblich eingesetzte Verfahren hervorgehoben. Die Entwicklungsarbeit an Natriumkarbonaten, die zur gewerblichen Massenproduktion von hohlem Rayon und sogenanntem supergeblähtem Rayon führte, wird beschrieben. Die weniger bekannten Mitglieder der geblähten Faserfamilie werden erörtert und ihre Position in der Rangordnung wird besprochen.

Die drastischste Wirkung des Blähverfahrens ist die Änderung der Faserform und des Faserflächenbereichs. Dies wird mit mehreren Mikroaufnahmen eines Elektronenmikroskopes dargestellt. Wünschenswerte und unerwünschte Nebenwirkungen auf andere wichtige Fasereigenschaften werden aufgeführt und besprochen. Es wird die Art beschrieben, in der sich die Fasermerkmale in vorhersehbarer, kontrollierbarer Weise ändern, einschließlich der Änderungen in den Produktionsbedingungen.

Die derzeitigen noch möglichen Anwendungen der ganzen Produktpalette in Gewirken, Geweben und Vliesstoffen, in der Papierherstellung und in der Herstellung von medizinischen Produkten werden beschrieben.

Introduction

Inflated viscose fibres have been known ever since the first viscose fibres were spun at the start of this century. They appeared from time to time as an annoying and unpredictable problem of textile yarn manufacture, and have even been known to plague the more modern staple fibre operations. Clearly the fact that we choose to give a paper on these fibres at a conference whose theme is "Man-made fibres help solve problems" suggests that their status has improved in recent years.

What has happened to bring about this change?

Without doubt, the persistence of the early researchers who tried to convert a problem of textile yarn manufacture into a new and marketable fibre was fundamentally important. Furthermore, the major improvements which have occurred in the technology of viscose manufacture, especially in the field of computerised process control, have been an essential element in the development of the stable production processes now used. However, it is probably the

change in market requirements which has contributed most to the recent growth of interest in and sales of the inflated products.

As you will see, the inflation process tends to make fibres weaker and more extensible in both the dry and wet states, thus amplifying the differences between these fibres and the synthetics. Obviously properties such as warmth, comfort, bulk, lightness, covering power, absorbency, purity and others are now regarded as sufficiently important to outweigh not only the "traditional" disadvantages of viscose fibres but also the additional penalties of inflated production.

In the course of this paper we will review the technology of production of the inflated fibres since their discovery and illustrate how the various types are made and used in today's conventional textile and nonwoven industry.

1. A Review of Inflation Processes

The early commercial rayons were intended as substitutes for natural silk, although most suffered from the properties of harsh handle, hard metallic-type lustre and lack of cover or insulation, all these properties being uncharacteristic of the true product. To help eliminate some of these problems attempts were made to produce hollow rayons.

Although hollow rayon fibres ("straws" etc.) were produced as early as 1910 by a "hot-pin" process¹, the idea of incorporating an inert gas into the viscose solution to generate *inflated* fibres was not patented until 1920 by L. Drut². J. Rousset developed this idea to include the use of gas generating additives such as metal carbonates or volatile liquids, which develop gas or vapour within the spinning fibres by the action of the acid or the heat from the spin bath³. Courtaulds later patented the idea of producing inflated fibres without added agents, but using a low soda viscose⁴.

These early ideas were improved and developed⁵⁻⁸ but most of the subsequent ideas were simply refinements of the two basic processes of emulsification/dissolution and gas generation. One notable exception was the use of electrolysis of the viscose just prior to spinning to controllably generate oxygen bubbles within the fibres⁹. However, this process never became commercial! Other notable developments are listed below:

- 1925 - Two bath process. Coagulation and carbonate impregnation followed by regeneration and inflation¹⁰.
- 1926 - Twin gear pumps, the second running faster than the first, to introduce gas bubbles¹¹.
- 1926 - Use of magnesium sulphate in the spin bath to promote more uniform inflation and more circular cross-section¹².
- 1926 - Vacuum evaporation of a volatile fluid¹³.

The first commercial inflated fibres evolved in the 1920s under the "Celta" brand-name, largely by the Alsa company. Other types were also available, known by the names of "Luftseide" and "Soie Nouvelle". These early fibres were used to create light yarns with high covering power. The early processes suffered from difficult spinning and from lack of inflation control (a lot of the fibres ended up as flattened tubes and some were not inflated at all).

In 1942 "Bubblfil" was produced by du Pont de Nemours. This process used air injection just prior to spinning the viscose through very large jet holes to create filaments with spaced bubbles. The fibre was popular as a buoyancy aid in life jackets, pontoons and rafts during the war. Also it was considered to have good insulating properties and was used for this purpose in aviators' uniforms and in sleeping bags. Production stopped in 1943.

The development slowed dramatically after the early work. In the 1940s several patents emerged the USA^{14, 15}. They were essentially similar to the earlier reports and were not commercialised. It was not until 1960 that further patents,

originating in the USA, were issued relating to the production of flat inflated fibres which were particularly useful for paper-making¹⁶. The processes described used the gas emulsion technique, the emulsions being stabilised by the use of surfactants in the viscose. These developments led to the commercial production of "RD101" in the USA by the American Viscose Corporation. Soon after Courtaulds introduced "PM1" and "PM2" fibres made by a sodium carbonate route¹⁷. PM1 fibre was designed for use in high quality papers. PM2, a slightly less inflated version of PM1, was developed for medical nonwovens, particularly nappies and sanitary towels. At about the same time several patents by Japanese workers were issued for similar paper-making fibres made by sodium carbonate routes, but also incorporating "water swellaible chemicals" within the fibres¹⁸. A lot of work was carried out to determine the important factors for the production of good paper-making fibres – notably Treiber, Dumbleton and Ehrengard^{19, 20}. However, substantial markets in these areas never materialised and production of all of these fibre developments has now stopped.

Courtaulds continued work on the sodium carbonate route with particular emphasis on *controlling* the inflation process to produce distinctly different fibre types in 100% form. In 1968 a permanently hollow fibre was developed by using modified viscose and high salt figure ("Viloft" 21) and later (1969 and 1972) two types of highly inflated and collapsed fibre types were produced using unmodified viscose at low salt figure and spinning into a high temperature, high acid spin bath ("SI Fibres" 22, 23). In 1984 a product derived from Viloft ("Courcel") was introduced in the USA.

During this same period other companies have concentrated effort into improving the control aspects by thoroughly investigating the various effects of spin bath and viscose composition, notably Mitsubishi, using a high carbon disulphide, no carbonate route²⁴ and International Paper Co. using a carbonated viscose, high carbon disulphide route²⁵.

The progress which Courtaulds made in widening the understanding of inflation and the factors which influence the process, helped tremendously in the eventual commercial production of hollow staple fibre (Viloft) from 1976 and superinflated staple fibre (SI) from 1979.

2. Development of Manufacturing Methods

2.1. The Various Fibre Types Isolated

Figure 1 illustrates the fibre cross-sections of the various inflated fibres isolated to date. Essentially the fibre types differ only in the extent to which the initially formed filaments have been inflated by the spinning gases. Thus in

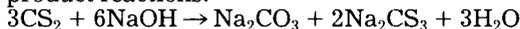
CROSS SECTION	NAME	WATER IMBIBITION %	DRY TENACITY gms/den	DRY EXTENSION %	COMMENTS
	STANDARD RAYON	90-100	19-25	18-30	Uninflated rayon for comparison
	-	110	-	-	Not commercial
	VILOFT	120-140	2.2-2.5	13-15	High bulk cotton-like textile fibre
	PM2 FIBRE	150-160	18-20	20-25	Self bonding fibre for wet laid non-wovens. Not commercial.
	PM1 FIBRE	160-180	14-18	20-25	Self bonding fibre for quality papers. Not commercial.
	SUPER INFLATED FIBRE	190-350	1.0-1.4	30-50	Highly absorbent, opaque and bulky fibre for non wovens.

Fig. 1: Inflated viscose rayons and their properties

progressing from standard rayon through to super inflated fibre the uncollapsed tube diameter gradually increases and the cellulose wall thickness decreases. The effects can be seen more clearly in the micrographs.

2.2. The Mechanism of Inflation

To understand how these various forms are produced and how the inflation process comes about, it is probably worth asking in the first instance why *all* rayon fibres are not inflated. The viscose process generates sodium carbonate and sodium trithiocarbonate by carbon disulphide by-product reactions:



These by-products will decompose in the spin bath to give carbon dioxide and hydrogen sulphide. By performing calculations including viscose γ number, carbon disulphide and cellulose content, it is possible to estimate the amount of these gases which will be liberated in acid. The answer is approximately 3 → 4L for every 1L of viscose (at NTP). This then is more than enough gas to inflate all of the fibres produced, and so why do standard rayon fibres not contain bubbles? The answer to this question is not entirely certain but it is thought that bubbles will only form and grow within a filament when certain conditions are satisfied:

- 1) The concentration of the gases within the filament must be greater than the saturation concentration.
- 2) A nucleus for formation must be present to avoid supersaturation (often thought to be a gas bubble itself or a small particle).
- 3) The formed bubble must develop sufficient "pressure of formation" (from the transport of gas into it) to overcome both the osmotic pressure within the forming filament and the Laplace pressure created by the bubble surface.
- 4) Finally the bubble must be trapped within the fibre by the outer membrane or skin. This item incorporates a time element – it is no good producing the right bubbles before the fibre can "hold" them.

The theory is then that under normal circumstances all of these conditions are not satisfied (quite fortuitously!) and that the extra pressure and volume of carbon dioxide from added sodium carbonate is required to overwhelm conditions 1 and 3. Link this with suitable conditions of skin formation, coupled with *continued* gas generation (helped by the extra sodium carbonate) to satisfy condition 4 and an inflated fibre results. It is worth noting that inflated fibres can be generated without added sodium carbonate by using extreme viscose and spinning conditions – high carbon disulphide charges, low viscose soda etc., and this observation fits with the theory that we are indeed dealing with a simple balance of conditions and not with a unique effect resulting from the use of extra sodium carbonate.

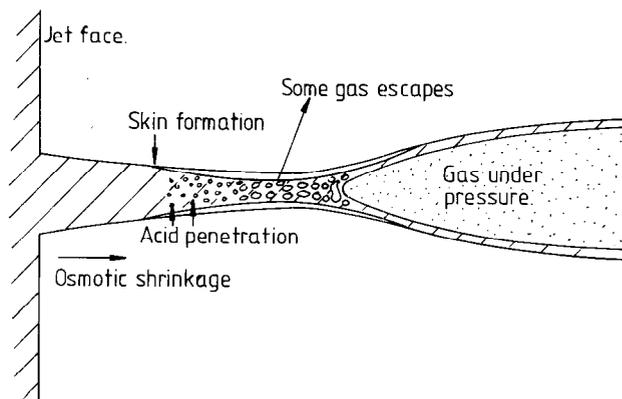


Fig. 2: Stationary bubble theory of filament inflation

Thus, to summarise, when the viscose thread enters the spin bath, the normal processes of coagulation and regeneration commence. Acid penetrates the outer skin to generate carbon dioxide and hydrogen sulphide within the forming filament, and via the process described above bubbles begin to form. Some gas escapes but further bubbles are generated. Eventually as the skin thickens bubbles begin to coalesce and become trapped to form a continuous "stationary" bubble at a certain distance from the jet face. The pressure within the bubble will depend upon the rate of evolution of the gas, the permeability of the fibre wall, the spin bath temperature and so on, and this pressure will in turn alter the extent to which the filament becomes inflated. Figure 2 shows this process in a diagrammatic form.

2.3. Factors Affecting Inflation and Hence Fibre Shape

Having dealt with the basic inflation mechanism it is now possible to discuss in more detail the effects on this process of the various viscose and spinning parameters. Evidently, as the process is dependent on so many variables which are inter-related, it is not possible to give a universally applicable description of the effects involved. For the purposes of this illustration, therefore, a simple examination will be made of the *trends* only. Figure 3 shows the approximate effects of the parameters considered, on the level of inflation within the fibres produced. The level of inflation is considered simply here as the percentage of fibres which have been inflated in a fibre cross-section assessment, i.e. all of those fibres which no longer possess a standard rayon type cross-section, and have been inflated and remain hollow or have subsequently collapsed. Generally speaking, as the "% inflation" increases we move into production conditions suitable for

fibres further down the inflation hierarchy as illustrated in figure 1.

Thus, dealing with the various factors individually, it is found that percent inflation increases rapidly as the acid strength rises beyond a certain critical level. The acid in the spin bath has a triple effect – in coagulation, regeneration and rate of carbon dioxide evolution. Increasing acid strength therefore promotes faster and less permeable skin formation, coupled with more rapid and extensive carbon dioxide inflation.

The zinc sulphate content of the spin bath affects the extent of coagulation and zinc cellulose xanthate formation in the skin. The formation of a tougher, denser and hence less permeable skin at high zinc levels gives rise to increased inflation. However, the effect which zinc is thought to have on slowing down the penetration of acid into the filament core must not be forgotten. This feature may explain why the zinc effect is not as marked as might be expected.

The sodium sulphate level affects the degree of coagulation and shrinkage, and hence as the sodium sulphate level increases a denser barrier to gas escape is produced. Further, this action probably takes place prior to any gas generation, as initially most acid is used up simply in the neutralisation of the viscose soda. It is found in fact that inflation does not really commence until a relatively high level of sodium sulphate is used – approximately 18 – 20%.

The spin bath temperature has little effect on the level of inflation, although it is evident that this parameter will influence the rate of the reactions taking place and the extent of expansion of the gases evolved. It is found that, although the percentage of inflated fibres remains unchanged, the extent to which these fibres inflate does increase with increasing temperature.

The influence of sodium carbonate on the inflation process has already been discussed. It is found in practice that small levels of additional sodium carbonate do not affect the process markedly, and levels as high as 3 or 4% are required to readily inflate the fibres produced.

The level of modifier in the viscose and the viscose salt figure both influence inflation in similar ways. High modifier or salt figure gives reduced inflation. Modifier, in the presence of zinc, slows down the ingress of acid and hence the regeneration process – in a similar way, high salt figure viscose requires greater salt levels for coagulation and more acid for regeneration.

These then are the major factors which influence the inflation process. Other factors which have not been mentioned either have little influence on the process or the influence can be predicted from the explanations already given. Thus by altering the conditions to those for high or low inflation, and by selecting appropriate conditions for stability, it is possible to produce all of the fibres illustrated in figure 1.

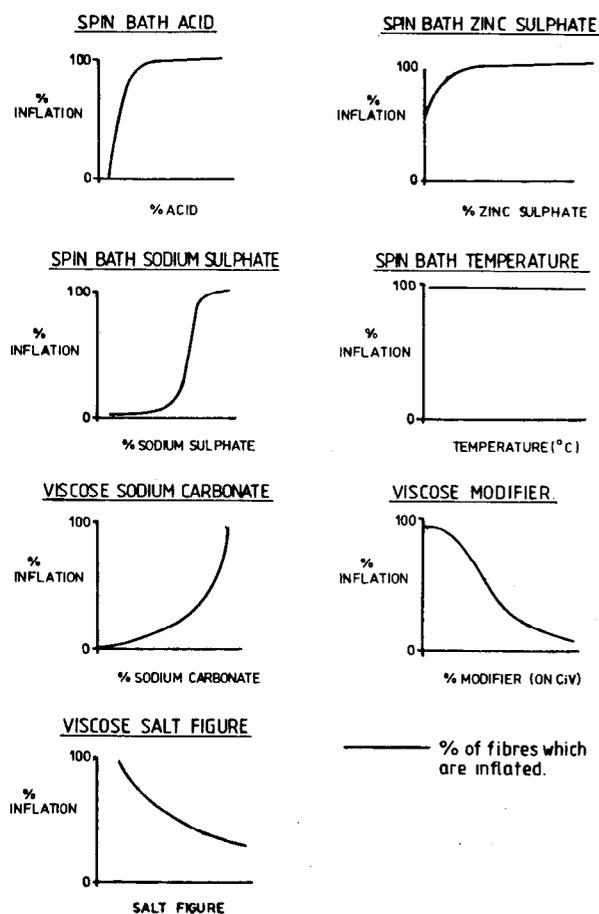
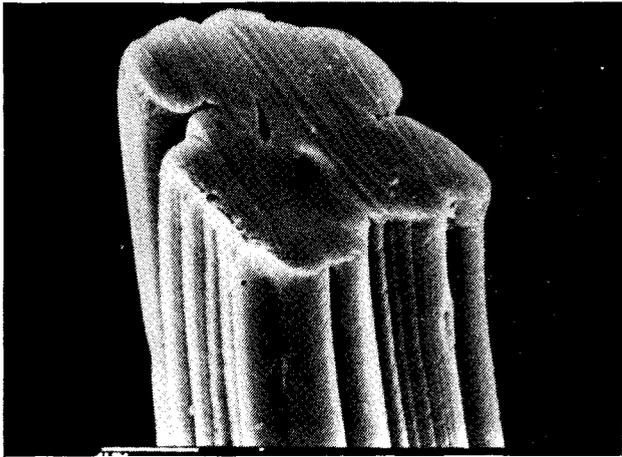


Fig. 3: Factors affecting the inflation process

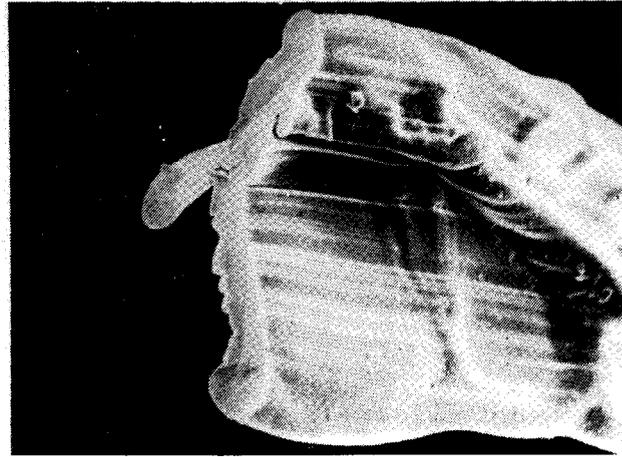
3. Properties and Uses of Inflated Fibres

As has been discussed already, the essential difference between the various inflated fibres is in the extent of inflation which has taken place during spinning. Most of the special properties of these fibres, and the changes in properties on moving through the inflated fibre hierarchy, can be explained by the changes in inflation level. However, some properties are unique to a particular fibre. This can simply be a reflection of the special production conditions necessary for an individual type, or it can be a result of the peculiar physical or engineering properties of a certain cross-sectional shape. In general though, increased inflation results in increased fibre surface area and hence increased bulk and moisture absorbency.

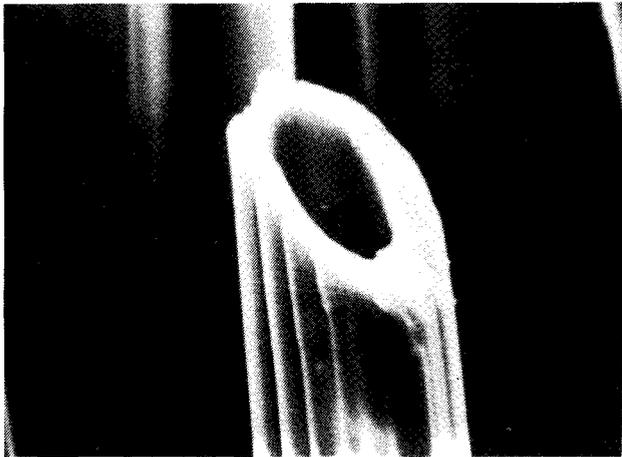
Before discussing the various fibres individually it would be useful to refer back to figure 1, firstly as a reminder of the cross-sections available and secondly to examine some of the basic fibre properties and how they change with cross-sectional shape. It can be seen that, in terms of water



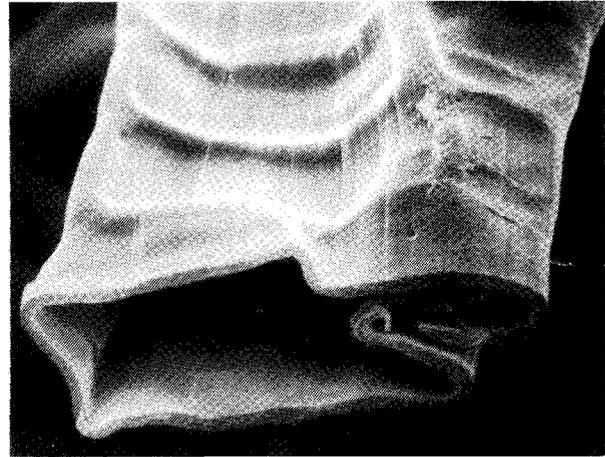
STANDARD RAYON



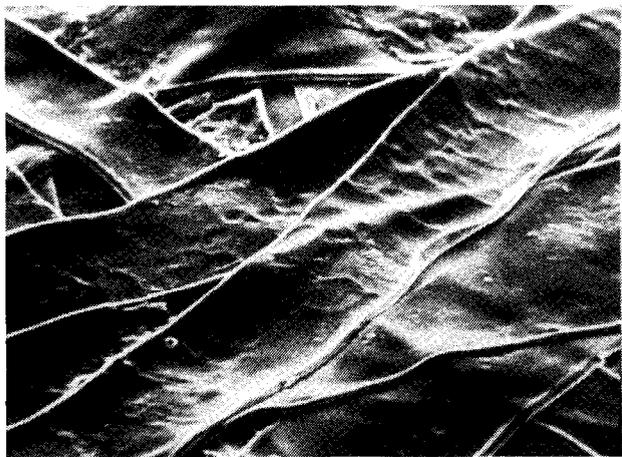
SI (DRY)



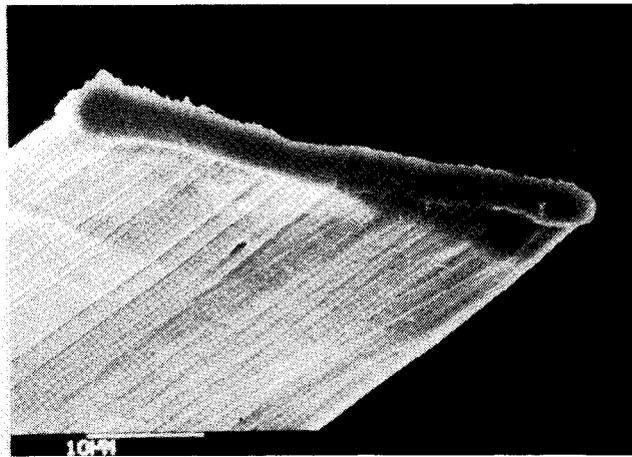
VILOFT



SI (WET)



PM IN PAPER



PM

Fig. 4: The benefit of Viloft on fabric cover

imbibition (that water which is absorbed within the fibre structure and on the fibre surface), there is a steady trend of increasing absorbency as we move down the list. The inflation process tends to be detrimental to fibre tensile properties, partly because of the nature of the process and partly because of the production conditions necessary for generating the *desired* fibre properties. For example, SI Fibre has very low tenacity but high extensibility partly because of the low stretch nature of the recipe. On the other hand, Viloft is tailored to have a relatively high tenacity – putting it somewhat "out of line" in the inflated fibre trends.

3. 1. Viloft

Viloft was developed to fill a market need for a fibre with high bulk or cover, full handle and good absorbency, for use particularly with polyester. Despite the good properties of polyester, consumers react unfavourably towards its "synthetic" handle and wear properties and the generally limp and lean nature of its fabrics, even when blended with cotton. Table 1 and figure 4 illustrate some of the special fibre properties. For example, the permanent tubular structure gives an unusually high torsional rigidity – higher than that of cotton. This, coupled with the high bending rigidity characteristic of a "tube" gives rise to a desirably stiff, full handle. The bulk and cover properties, coupled with a light weight, are brought about by the effectively low density of this fibre. In fact Viloft at 1.5 denier behaves just like a 3 denier fibre but without the extra weight.

Table 1: Special Viloft characteristics

	Viloft	Standard Rayon	Cotton
Torsional Rigidity x 10 ⁻⁹ (Nm ³ tex ⁻¹)	3.7	1.5	3.2
Air Permeability* (m ³ minute ⁻¹) x 10 ⁻³	2.2	6.5	4.0
Effective Density (g cm ⁻³)	1.1	1.5	1.5

* Using Micronair Apparatus

Table 2: Handle assessment of various woven fabrics

22 Judges; all fabrics with 50% polyester; showing the percentage of judges who put the indicated fabrics as "1st. choice."

	Standard Rayon	Cotton	Viloft
Original samples	25	25	50
Washed samples	29	7	64

On aspects of comfort there are many factors which play a part, but the popularity of this fibre is very clear. Table 2 shows its preferred handle in woven fabrics of a given yarn count, both before and after washing. Moisture absorbency and moisture transport or wicking are regarded as being significant in the total "comfort measure" of a fabric, and here again it scores very highly – see figures 1, 5 and 6, plus table 3.

Finally, the permanently hollow nature of this fibre confers one other very desirable property – that of insulation. The encapsulation of tiny air pockets within a fabric structure leads to very low thermal conductivity. User trials of a variety of "thermal" fabrics under different conditions have shown that Viloft/polyester rates very highly, particularly in sleepwear (Tab. 4).

Of all our inflated fibres, this one is produced in the largest

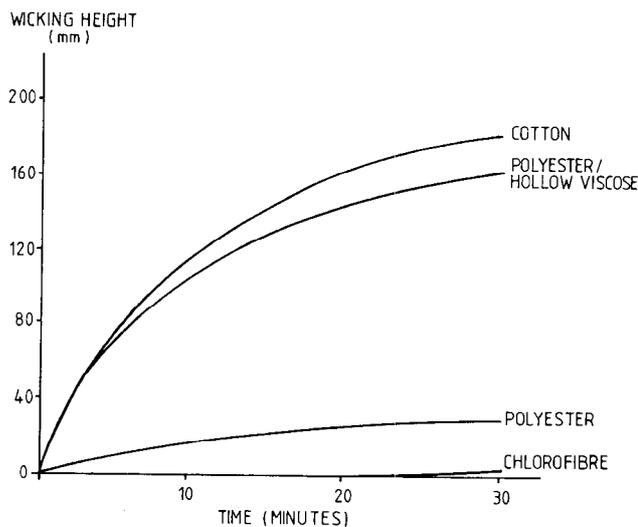
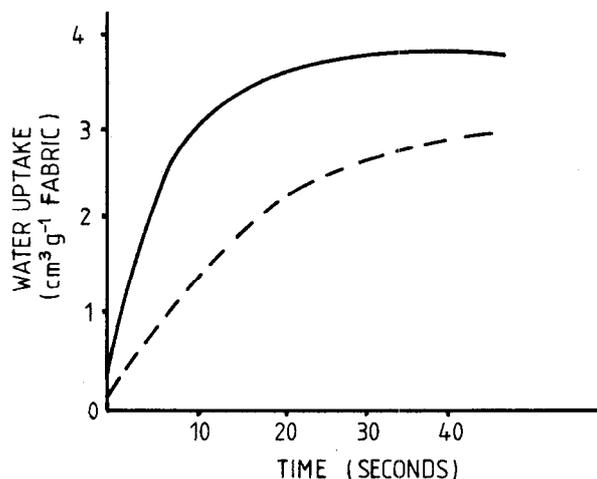


Fig. 5: Wicking rates



KEY :-

- 50/50 VILOFT, COTTON PILE
- 100% COTTON GROUND
- - - - 75/25 COTTON, STANDARD RAYON PILE.
- 100% COTTON GROUND.

Fig. 6: Rate of moisture uptake for diapers with Viloft and cotton

Table 3: Total free absorbency of various fibres in carded form

	100% Standard Rayon	100% Cotton	100% Viloft	100% SI
Total free absorbency cm ³ g ⁻¹	21.2	27.5	25.3	25.6

quantities for use largely in conventional textile applications. The vast majority of this usage is in knitted garments in blend with polyester, normally at a 50:50 blend ratio. A small but increasing amount is also used in blend with cotton. The very desirable comfort and thermal properties of the fabrics lead to their use in underwear (particularly mens and boys), sleepwear, sportswear (including track suits, vests, aerobic dancewear, socks etc.) boot and shoe linings and in flannelette sheets and

Table 4: Wear trials on a variety of fabrics for different activities

Garment code	A	B	C	D
ACTIVITY :-				
ROCK CLIMBING	2	4	4	4
FELL WALKING	4	4	4	4
FELL RUNNING	2	2	8	2
CANOE/SAILING	0	4	2	4
MANUAL LABOUR	2	2	4	2
NORMAL WEAR	2	4	2	4
SLEEP	2	4	2	8
TOTAL RATING	14	24	26	28

CODE A IS 85% CHLOROFIBRE
 CODE B IS 50% WOOL / 24% ACRYLIC / 12% COTTON
 CODE C IS 100% POLYPROPYLENE
 CODE D IS POLYESTER/ VILOFT

SCALE :- 0 - POOR
 2 - FAIR
 4 - GOOD
 8 - VERY GOOD

underblankets. There is also some use in domestic textiles – towels and nappies etc. where soft handle and fast moisture absorption make the products very popular.

The woven textile usage extends mainly into fashion dresses, blouses etc. where the good cover and firm handle of the fabrics, coupled with a light weight, makes them very suitable for this trade.

3. 2 PM

The PM fibres were first developed in the 1960s. Basically they are fibres which have been inflated to such an extent that the wall thickness of the tubular fibres produced is insufficient to support a permanently hollow structure, and the tubes collapse to give thin tape-like fibres. The wall stretching which takes place during inflation virtually removes the normal longitudinal crenulations which can be observed along standard rayon fibres and so a very smooth fibre surface results. This in turn results in a very high level of surface to surface contact between adjacent fibres, and the hydrogen bonding forces involved are sufficient to effectively "glue" the fibres together – they are in fact self-bonding in character. PM1 and PM2, the two versions so far developed, are similar in character but PM2 is slightly less inflated than PM1 and therefore exhibits the typical PM characteristics at a somewhat reduced level.

Fabrics made from PM fibres will still possess the cover properties exhibited by other inflated fibres because, although PM fibres are collapsed, the flattened tube will tend to lie in the plane of the fabric, especially nonwoven fabric, and hence prevent light transmission. This feature will also affect the porosity of fabrics produced from PM fibres. The self – bonding characteristics of PM fibres led to their evaluation in paper-making, with PM1 being the preferred version for speciality papers hitherto made from cotton and linen pulps.

Table 5 shows how the properties of PM fibres are utilised in papermaking to control strength, drainage and porosity.

Table 5: Tests on papers made from PM fibres and standard rayon

Paper Property :	PM Sample 1	PM Sample 2	Standard Rayon
DRAINAGE TIME / SEC.	8.5	4.8	3.0
FREENESS C S F	684	717	795
BASIS WEIGHT G S M	61.4	60.6	60.0
BULK $\text{cm}^3 \text{G}^{-1}$	1.3	1.6	
TEAR FACTOR	34.6	425	
BURST FACTOR	58	57	
BREAKING LENGTH, METRES	3981	3051	IMPOSSIBLE TO TEST SHEETS TOO FRAGILE.
EXTENSION, %	3.2	3.3	
GURLEY POROSITY, SEC/100 cm^3	20.8	2.1	
OPACITY	66.3% ± 1.3	80.7% ± 0.8	

PM2 fibre, although possessing self-bonding properties, is much softer and generally more conventional in handle than PM1. It is found that PM2 can be made into wet laid nonwoven fabrics with little or no binder. The resulting fabrics tend to break up in flowing water – a property which was exploited in coverstock for "flushable" nappies and sanitary towels in the early 1970s.

3. 3. SI

SI fibre takes the inflation process to its practical limits, such that the fibre wall of the initially spun tube is only about 2μ thick. The deflation tendency is so great that the wall collapses irregularly to form a multi-limbed cross-section. The resulting fibres have such a high surface area and such an amorphous structure (by virtue of the high acid, low zinc, low stretch conditions) that the water imbibition of the fibre can reach levels as high as 350 %.

It is largely this capacity for absorbing water which puts SI in a field of its own and makes it suitable for several very specialised end uses. Table 6 gives the tampon plug absorbencies for a variety of fibres, and also the total free absorbencies. It can be seen that SI performs very well in both tests, but particularly in the tampon absorbency.

Table 6: Absorbency data for SI and other fibres

	CRIMPED RAYON	VILOFT	ALLOY FIBRE	SI	COTTON
SYNGINA ABSORBENCY 170mm Head ~0.35 g cm^{-3} Plug Density Liquid – Water	5.6	6.0	6.9 (P.ug density 0.40)	7.3	—
TOTAL FREE ABSORBENCY ($\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$)	21.2	25.3	—	25.6	27.5

In the medical field, purity is of major importance and SI meets all Pharmacopoeia requirements with ease. Table 7 shows the standard purity requirements and the measured values for SI and Alloy fibre.

Table 7: Pharmacopoeia purity requirements

Test	Standard Requirement	SI Fibre	Alloy Fibre
MOISTURE CONTENT (%)	13 MAX	10.0	9.8
WATER EXTRACT (%)	0.7 MAX	0.3	2.5
SULPHATED ASH (%)	0.45 MAX	0.3	7.7
DIETHYL ETHER EXTRACT (%)	0.3 MAX	0.02	0.04
EXTRACT COLOUR – WATER ALCOHOL	COLOURLESS FAINT YELLOW	COLOURLESS	COLOURLESS
ACID/ALKALI TEST	NEUTRAL	NEUTRAL	NEUTRAL
H ₂ S TEST	NONE	NONE	NONE
SURFACE ACTIVITY (mm)	2 MAX	0	27

Finally, in nonwoven end uses, SI can affect both the absorbency of the final fabric and its bulk, cover and handle properties to a greater extent than Viloft. Further, the high surface area of the fibre often means that binder levels can be reduced to give the fabric a desirable softness. Figure 7 shows how fabric drape and bulk alter with increasing percentage of SI in a standard rayon/SI blend.

SI is a very young fibre and was first produced at a commercial level only 5 years ago in 1979. In its current form it is intended to be used mainly in tampon manufacture where its purity, high absorbent capacity and cotton-like stability make it ideal for the modern tampon.

This, in addition to the medical and psychological acceptability of 100 % cellulosic products, makes SI highly suitable for this market.

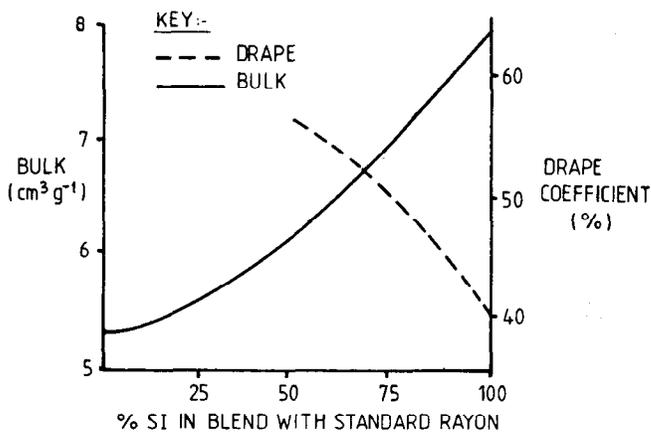


Fig. 7: The effect of superinflated fibre on fabric bulk and drape
Diagram: Micrographs of different types of rayon fibers

Conclusions

It has been possible, using the inflation process, to produce a range of viscose fibres with increasingly high surface area, and the attendant increases in absorbency. Up to a certain hole size, stable hollow fibres with physical properties not too far removed from conventional staple fibres can be made, and these fibres can be processed without undue difficulty on traditional textile machinery. As inflation proceeds above this level, collapse across a diameter occurs to give smooth surfaced flat fibres which, when cut to short lengths, can be used in papermaking and wet laid nonwoven manufacture. Finally, further increases in inflation cause irregular collapse, and the resultant super-inflated fibres are not easy to categorise. We are nevertheless learning how to use them in conventional textiles, in nonwovens both wet and dry, and in surgical waddings.

Compared with the ordinary viscose fibres, the inflated products are still made on a relatively small scale and command relatively high prices for the more specialised applications. Process improvements continue to be made, and these coupled with continued growth in sales can be expected progressively to improve their competitive position.

Maybe in years to come, the inflated fibres will form as large a part of the viscose industry's output as chemically crimped fibres do today.

References

- 1) Fr. Pat. 430, 939
- 2) Brit. Pat. 143, 253
- 3) Brit. Pat. 189, 973
- 4) Brit. Pat. 253, 954
- 5) Brit. Pat. 214, 197
- 6) Brit. Pat. 253, 953
- 7) Brit. Pat. 255, 527
- 8) Brit. Pat. 289, 796
- 9) Brit. Pat. 260, 872
- 10) Brit. Pat. 244, 446
- 11) Ger. Pat. 450, 924
- 12) Brit. Pat. 273, 506
- 13) Brit. Pat. 282, 687
- 14) U.S. Pat. 2, 379, 783
- 15) U.S. Pat. 2, 492, 425
- 16) U.S. Pat. 3, 156, 605
- 17) Brit. Pat. 945, 306
- 18) Brit. Pat. 1, 063, 217, 1, 064, 475, 1, 064, 477
- 19) Treiber and Dumbleton; *Das Papier* **26**, 817 - 823 (1972)
- 20) Treiber and Ehrengard; *Tappi*, Vol. 57, No. 7, 67 - 72 (1974)
- 21) Brit. Pat. 1, 283, 529
- 22) Brit. Pat. 1, 333, 047
- 23) Brit. Pat. 1, 393, 778
- 24) Jpn. Pat. Appl. 9536/65
- 25) Brit. Pat. 2, 021, 481

Herstellung und anwendungstechnische Prüfungen von Viskosefasern mit stufenweise erhöhtem und erniedrigtem Wasserrückhaltevermögen

Dr. Dipl.-Ing. Mag. Ingo Marini, Dr. Dipl.-Ing. H. Firgo, Lenzing AG, Lenzing/Austria

Ausgehend von den Verhältnissen bei Normalviskosefasern, gelingt eine stufenweise Erhöhung des Wasserrückhaltevermögens sehr einfach durch Inkorporation steigender Mengen löslicher Natriumcarboxymethylcellulose in Viskose. Die praxisnahe Herstellung von Viskosefasern mit stufenweise erniedrigtem Wasserrückhaltevermögen beinhaltet die Inkorporation steigender Mengen an nicht quellendem, unlöslichem, anorganischem Füllstoff und/oder die Applikation verschiedener hydrophober Avivagen in unterschiedlicher Auflage.

Die vorgenommenen anwendungstechnischen Prüfungen sind spezielle Tests zur Charakterisierung der hydrophilen/hydrophoben Eigenschaften von Vliesstoffen. Es handelt sich dabei um die Sauggeschwindigkeit (Steighöhenverfahren), die Flüssigkeitsdurchlaufzeit, die Flüssigkeitsretention sowie die Rückfeuchtung. Die entsprechenden Prüfungsergebnisse von Vliesen aus Viskosefasern mit stufenweise erhöhtem bzw. erniedrigtem Wasserrückhaltevermögen werden zu den hydrophilen/hydrophoben Fasereigenschaften und dem Grad der hydrophilen/hydrophoben Modifizierung von Viskosefasern in Beziehung gesetzt. Die untersuchten hydrophilen/hydrophoben Fasereigenschaften sind Wasserrückhaltevermögen, Sinkzeit, Wasserhaltevermögen, Saugkapazität, Sauggeschwindigkeit und Wasserdampfaufnahme.

Aufgrund dieser Gesamtuntersuchung mit zum Teil verblüffenden Ergebnissen können mit geeignet modifizierten Viskosefasern auch ganz spezielle hydrophile bzw. hydrophobe Anforderungen von Vliesstoffen erfüllt werden.

Starting from regular viscose fibres a stepwise increase of the water retention is easily achieved by the addition of increasing quantities of soluble sodiumcarboxymethylcellulose to viscose. The practical production of viscose fibres with stepwise lowered water retention is based on the incorporation of increasing quantities of non-swelling, insoluble, inorganic fillers and/or on the application of different types of hydrophobic finish in various quantities.

The practical test methods investigated are special tests for the determination of the hydrophilic/hydrophobic properties of nonwovens. They include liquid wicking rate, liquid strike-through time, wet retention, wet back and water vapour transport. The test results obtained by testing nonwoven fabrics containing viscose fibres with stepwise increased and lowered water retention are related to the hydrophilic/hydrophobic fibre properties and to the degree of hydrophilic/hydrophobic modification of the viscose fibres. The hydrophilic/hydrophobic fibre properties investigated are water retention, immersion time, total capacity, absorption rate and water vapour absorption.

In consequence of this investigation with partly surprising results it is possible to meet very special hydrophilic/hydrophobic requirements of a nonwoven fabric by using properly modified viscose fibres.

Bei allen Diskussionen über eine hydrophile oder hydrophobe Modifikation von Fasermaterialien stellt sich unweigerlich die Frage nach dem Sinn von derartigen, tech-

nologisch oft aufwendigen Prozessen. Sowohl die breite Palette an Standardfasern als auch die vielen variantenreichen Faserverarbeitungstechnologien bieten dem Konstrukteur textiler und nichttextiler Flächengebilde doch ungeahnte Kombinationsmöglichkeiten. In zahlreichen Untersuchungen an namhaften Textilinstituten wurde festgestellt, daß die chemische Zusammensetzung des Fasersubstrats keinesfalls alleine die bekleidungsphysiologischen Eigenschaften festlegt. Diese werden vielmehr in erhöhtem Ausmaß durch die Konstruktionsparameter, wie Garn-, Textil- bzw. Vlies- und Schnittkonstruktion, bestimmt¹.

Dennoch muß der aufmerksame Beobachter der Innovationsszenerie den Eindruck gewinnen, daß die Synthesefaserhersteller mit den hydrophilen Eigenschaften ihrer Faserprodukte unzufrieden sind. Zahlreiche Patentanmeldungen zur Herstellung hydrophiler Polyesterfasern² und die bereits zur Produktionsreife gelangte saugfähige Acrylfaser Dunova von Bayer³ sind der Beweis dafür.

Zur Beschreibung der hydrophilen Fasereigenschaften gibt es viele Möglichkeiten, und es sind zahlreiche Testmethoden entwickelt worden. Die bekanntesten hydrophilen Fasereigenschaften sind folgende:

- Wasserrückhaltevermögen⁴,
- Sinkzeit⁵,
- Wasserhaltevermögen⁵,
- Sauggeschwindigkeit⁶,
- Saugkapazität⁶,
- Dickenquellung,
- Wasserdampfaufnahme.

Das Wasserrückhaltevermögen gibt an, wieviel Wasser in den Einzelfasern nach einem ausgiebigen Quellvorgang und anschließendem Abschleudern mit der 1000fachen Erdbeschleunigung zurückgehalten wird. Es handelt sich demnach vorwiegend um Quellwasser.

Die Sinkzeit in Wasser ist ein Maß für die Benetzbarkeit von Einzelfasern, wobei kurze Sinkzeiten eine gute Benetzung anzeigen.

Das Wasserhaltevermögen erhält man, wenn man einen vollständig in Wasser untergetauchten Faserbausch definiert abtropfen läßt und anschließend auswiegt. Man hat damit ein Maß für das zwischen den Fasern festgehaltene Wasser.

Zur Bestimmung von Sauggeschwindigkeit und Saugkapazität läßt man die mit einem geringen Gewicht belasteten Fasern über eine Glasfritte Wasser ansaugen.

Die Dickenquellung ist eine einfache mikroskopische Methode.

Die Wasserdampfaufnahme gibt die Menge an Wasser an, welche die Fasern im Gleichgewicht mit einer bestimmten Temperatur und einer bestimmten Feuchte aufnehmen (Tab. 1).

Tabelle 1: Hydrophile Fasereigenschaften

Fasern	WRV (%)	SZ (sec)	WHV (g/g)	SG (cm ³ /g×√sec)	SK (cm ³ /g)	DQ (%)	WDA (%)
Viskose	90	2-3	20	1,0	10	35	11-13
Baumwolle	45	2-3	27	1,2	12	25	7-8
PAC	1	5	22	0	0	0	1-2
PES	0	2-3	23	0	0	0	0,5
PP	0	10	26	0	0	0	0

Der Vergleich der Standardfasern Baumwolle, Polyester, Viskose, Polyacryl und Polypropylen ergibt große Unterschiede für das Wasserrückhaltevermögen⁷, die Sauggeschwindigkeit, die Saugkapazität, die Dickenquellung und die Wasserdampfaufnahme⁷ und relativ kleine Unterschiede für Sinkzeit und Wasserhaltevermögen. Was das Wasserrückhaltevermögen betrifft, so weist die Viskosefaser auch gegenüber Baumwolle den absolut höchsten Wert auf. Mit Blickrichtung auf beabsichtigte hydrophile und hydrophobe Modifikationen bedeutet dies eine interessante Ausgangsposition.

Zur hydrophilen Modifikation von Viskosefasern gibt es eine umfangreiche Literatur⁸. Eine gut geeignete Methode ist die Inkorporation von löslicher Carboxymethylcellulose in Viskose, da es sich bei diesem Ansatz um eine der Cellulose sehr ähnliche Polymersubstanz handelt, welche beim Faserherstellungsprozeß fast verlustlos in die cellulose Fasermatrix eingebaut wird⁹ (Abb. 1).

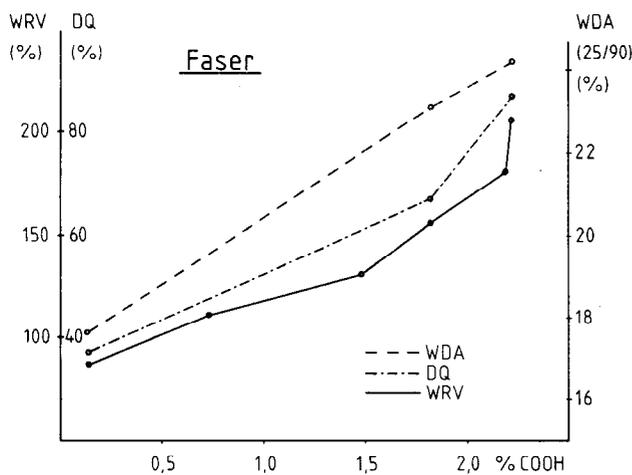


Abb. 1: WRV, DQ und WDA gegen Carboxylgruppengehalt

sichtlich ab einer gewissen CMC-Einspinnmenge die CMC-Einspinnausbeute stark zurückgeht. Das erzielbare Wasserrückhaltevermögen ist dann nicht nur vom Carboxylgruppengehalt in der Faser, sondern auch von der CMC-Einspinnmenge abhängig, selbst wenn ein gewisser Teil dieses hydrophilen Zusatzes ins Spinn- und in die Nachbehandlungsbäder gelangt. Allem Anschein nach werden dabei in der Faser Hohlräume gebildet, welche zu einer zusätzlichen Erhöhung des Wasserrückhaltevermögens beitragen (Abb. 2).

Diese Besonderheit setzt sich auch bei den Sinkzeiten fort, welche zunächst einmal leicht mit steigendem Carboxylgruppengehalt ansteigen, jedoch immer unter zwei Sekunden bleiben. Lediglich der letzte Wert ist stark erhöht, was die Existenz von Hohlräumen unterstützt, da Luft enthaltende Fasern aller Voraussicht nach langsamer in Wasser untergehen (Abb. 3). Während das Wasserhaltevermögen mit zunehmendem Carboxylgruppengehalt rasch um sichere 10 % ansteigt, kann der Einbruch von Sauggeschwindigkeit und Saugkapazität gerade bei niedrigen Carboxylgruppengehalten nicht erklärt werden.

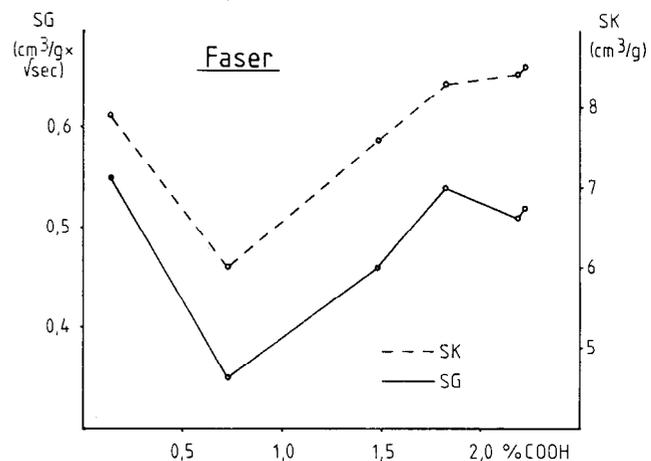


Abb. 3: SG und SK gegen Carboxylgruppengehalt

Die folgenden Graphiken zeigen die hydrophilen Fasereigenschaften in Abhängigkeit vom Carboxylgruppengehalt. Wasserrückhaltevermögen, Wasserdampfaufnahme und Dickenquellung steigen gleichförmig mit dem Grad der gewählten hydrophilen Modifizierung an. Auffallend ist der Sprung am Ende der Kurve für das Wasserrückhaltevermögen um 26 %-Punkte bei kaum meßbarer Erhöhung des Carboxylgruppengehaltes. Die Erklärung für dieses Phänomen liegt unseres Erachtens in der Tatsache, daß offen-

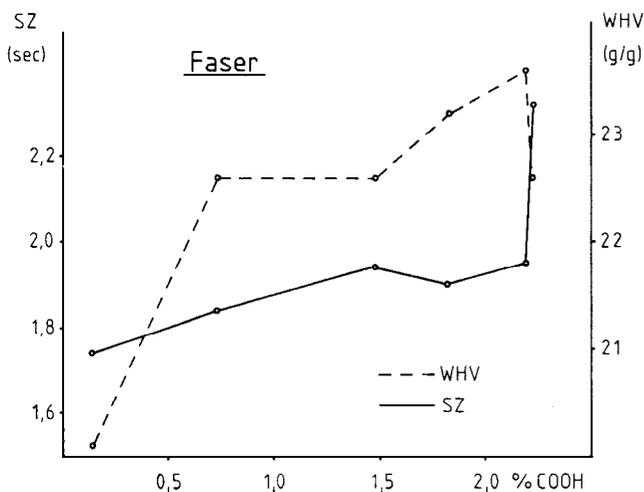


Abb. 2: SZ und WHV gegen Carboxylgruppengehalt

Zur Durchführung anwendungstechnischer Prüfungen haben wir aus den Viskosefasern mit unterschiedlichen Carboxylgruppengehalten thermisch gebundene Vliesstoffe hergestellt, und zwar in der Mischung 70 % Viskosefaser und 30 % Chisso-Faser, einer PP/PE-Kern/Mantel-Bindfaser. Es wurden die folgenden hydrophilen Vlieseigenschaften untersucht:

- Tropfeneinsinkzeit,
- Flüssigkeitsretention¹⁰,
- Rücknäßfläche¹⁰,
- Saugkapazität⁶.

Die Tropfeneinsinkzeit ist über den gesamten untersuchten Bereich hinweg null, d. h., die Primärbenetzung des Vlieses ist in jedem Fall hervorragend.

Die Flüssigkeitsretention ist eine Hüllvlieseigenschaft, welche diejenige Flüssigkeitsmenge angibt, die unter Praxisbedingungen im Hüllvlies selbst zurückbleibt.

Die Rückfeuchtung ist ebenfalls eine Hüllvlieseigenschaft, welche hier sozusagen „zweckentfremdet“ aufgenommen wurde. Sie beschreibt die an sich unerwünschte Eigenschaft eines nassen Hüllvlieses, Flüssigkeit aus einem darunterliegenden feuchten Absorptionskissen unter Druck an ein darüberliegendes Löschpapier abzugeben.

Die Saugkapazität des Vlieses wird in Analogie zu jener der Fasern gemessen (Abb. 4).

Wie aus den entsprechenden Kurvenzügen zu entnehmen

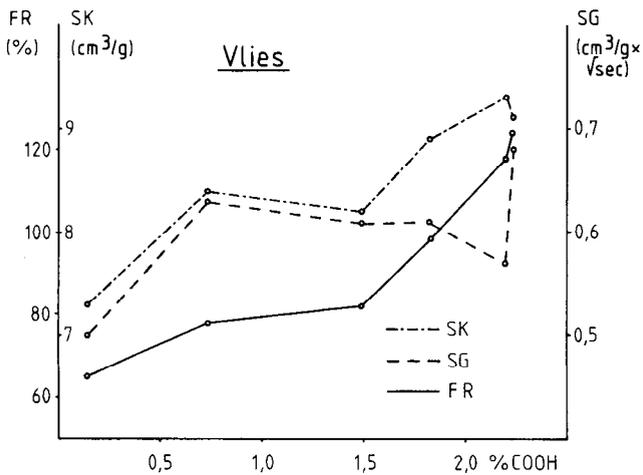


Abb. 4: FR, SK und SG gegen Carboxylgruppengehalt

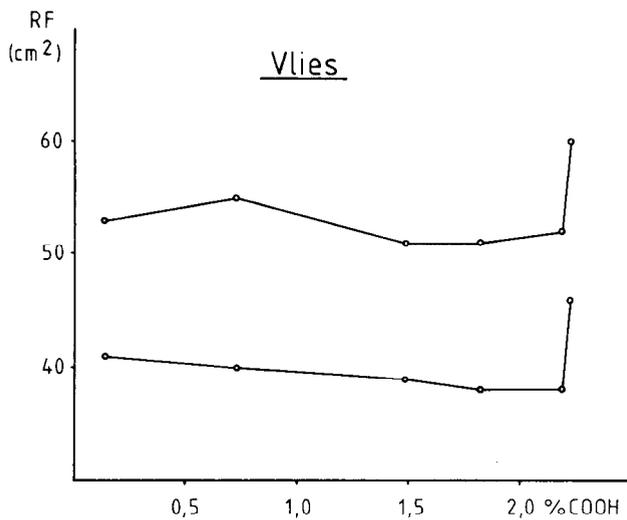


Abb. 5: Rückfeuchtung gegen Carboxylgruppengehalt

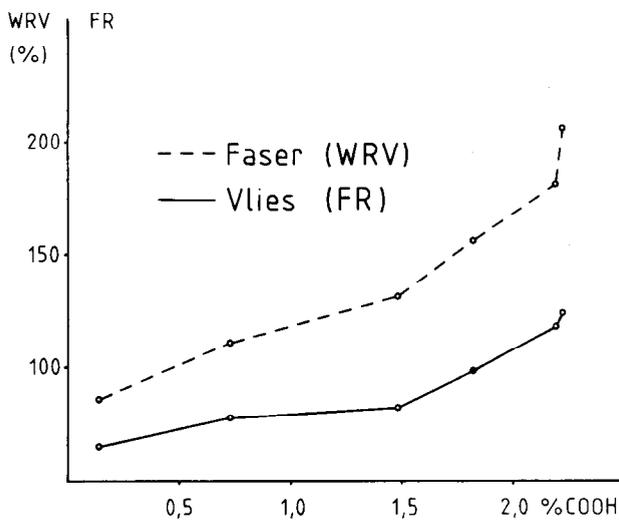


Abb. 6: WRV und FR gegen Carboxylgruppengehalt

über den gesamten untersuchten Bereich unverändert (Abb. 6).

Von besonderem Interesse ist der Vergleich der hydrophilen Vlies- und Fasereigenschaften, da dieser über die Umsetzbarkeit von hydrophilen Fasereigenschaften in das Endprodukt Vlies Auskunft gibt. Wie zu ersehen ist, steigt die Flüssigkeitsretention des Vlieses parallel mit dem Wasserrückhaltevermögen der Einzelfasern an (Abb. 7).

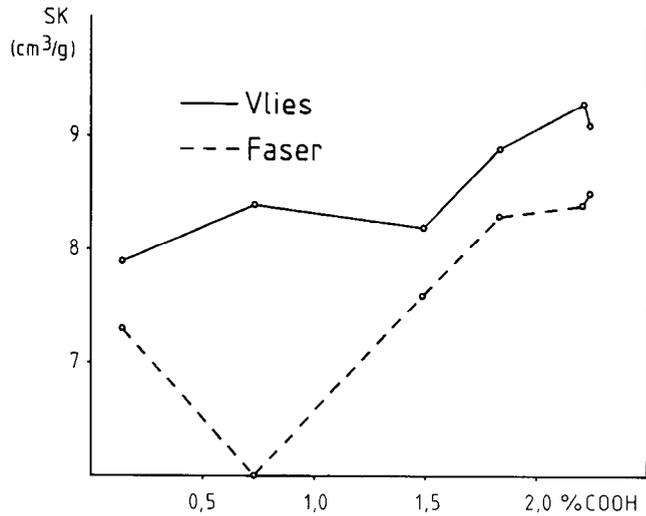


Abb. 7: SK gegen Carboxylgruppengehalt

Demgegenüber ist die Saugkapazität des Vlieses im Schnitt immer um 1 ml/g höher als jene der Einzelfasern, obwohl das Vlies nur zu 70 % aus Viskosefasern besteht (Abb. 8). Ähnliche Verhältnisse gelten auch für die Sauggeschwindigkeit. Die Erscheinung ist auf die Anwesenheit der Polyolefin-Chisso-Bindefaser zurückzuführen, welche besonders bei Anwesenheit von hydrophilen Fasern als hervorragende Transportfaser fungiert.

In Zusammenfassung aller dieser Erkenntnisse kann derzeit die folgende Liste an potentiellen Einsatzgebieten für die hydrophile Viskosefaser *Viscosorb* angegeben werden:

- Tampons, med. Tampons,
- Schuheinlegesohlen, Dunstfilter,

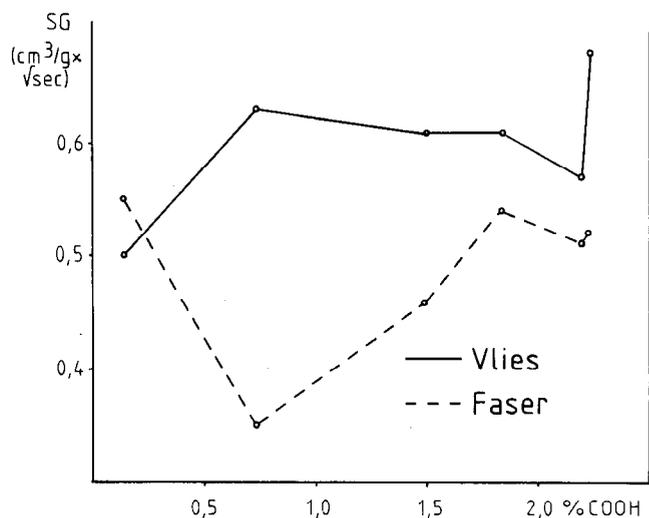


Abb. 8: SG gegen Carboxylgruppengehalt

ist, steigen die Flüssigkeitsretention und die Saugkapazität der Vliese mit steigendem Carboxylgruppengehalt deutlich an (Abb. 5). Die Werte für die Rückfeuchtung bleiben fast

- Haushaltstücher, Wischtücher,
- BefeuchtungsfILTER, Stempelkissen,
- Absorptionsverbände, Kompressen, Tupfer.

Bei Tampons erzielt man mit Viscosorb eine um ca. 25 % höhere Gesamtaufnahme als bei Normalviskose. Leider ist trotz umfangreicher Dokumentation, welche Viscosorb physiologische Unbedenklichkeit bescheinigt, die Barriere gegen den Einsatz von Viscosorb im Tampon sehr groß, da die Zusammenhänge zwischen dem TSS und den Fasermaterialien für Tampons noch immer nicht restlos aufgeklärt sind.

Bei der zweiten Gruppe kommt die deutlich höhere Wasserdampfaufnahme einer Carboxylgruppen-modifizierten Viskosefaser zur Geltung. Die Schweißaufnahme von Viscosorb enthaltenden Schuheinlegesohlen ist sogar höher als jene, welche unter Einsatz von vergleichbaren Mengen Aktivkohle hergestellt wurden; ähnliches gilt für Dunstfilter.

Für den Bereich Haushalts- und Wischtücher kann die Erkenntnis ausgenutzt werden, daß Bindefaser-gebundene Vliese aus Viscosorb nicht nur eine um ca. 25 % höhere Saugkapazität, sondern auch eine um ca. 20 % höhere Sauggeschwindigkeit aufweisen. Da die Konstruktion von Wischtüchern oft sehr unterschiedlich ist, müssen diese Effekte unter Berücksichtigung der jeweiligen Herstellungstechnologie überprüft werden. In einem speziellen Fall wurde durch den Einsatz von Viscosorb nicht nur das Wasserrückhaltevermögen um 100 % angehoben, sondern auch die Primärbenetzung deutlich verbessert. Letztere bleibt selbst nach mehrmaligen Trocknungsvorgängen unverändert erhalten.

Weiters wurde festgestellt, daß die Steighöhe¹¹ von Binder-gebundenen Vliesen aus Viscosorb je nach verwendeter Bindertypen zwischen 20 und 400 % über jener von Normalviskose liegt.

In der vierten Gruppe liefert das hohe Wasserrückhaltevermögen von Viscosorb das für diesen Anwendungszweck benötigte erhöhte Flüssigkeitsreservoir.

In Absorptionsverbänden und ähnlichen Produkten liegt der Vorteil bei Einsatz von Viscosorb als Saugwatte vor allem in einem um ca. 15 % erhöhten Wasserhaltevermögen sowie in einer um ca. 10 % erhöhten Saugkapazität. Bei Verwendung von Bindefaser-gebundenen Saugkissen aus Viscosorb können, wie bei den Wischtüchern, Saugkapazität und Sauggeschwindigkeit weiter erhöht werden.

Zusammenfassend kann also für die hydrophile Modifikation von Viskosefasern festgestellt werden, daß ein Großteil der zusätzlichen hydrophilen Fasereigenschaften, vor allem Wasserrückhaltevermögen, Wasserdampfaufnahme, Saugkapazität und teilweise auch Sauggeschwindigkeit, in das Endprodukt Vlies übertragbar sind. Wirtschaftliche Betrachtungen können in keinem Fall verallgemeinert werden; diese müssen immer in Zusammenhang mit den individuellen Bedingungen eines speziellen Problems erarbeitet werden.

Wenn wir uns nun der Hydrophierung von Viskosefasern zuwenden, so kann vermutlich niemand das Gefühl restlos verdrängen, daß es sich dabei um eine Perversität handelt. Bekannt ist in diesem Zusammenhang eigentlich nur die hydrophobe Ausrüstung von cellulosischen Geweben aus Viskose oder Baumwolle mit dem Ziel, eine Wasserabweisung für Regenmäntel oder eine Wasserdruckbeständigkeit für Zeltplanen, Markisen, Segeltücher u. dgl. zu erhalten¹². Die Anwendung dieser Technologie auf lose Stapelfasern ist bislang nur in Ansätzen beschrieben.

Welches sind nun die Anwendungsbereiche, welche die Hydrophobierung einer wasseraufnehmenden Faser wie der Viskosefaser gerechtfertigt erscheinen lassen, obwohl eine ganze Palette an hydrophoben, synthetischen Fasern ohne jegliches Wasserrückhaltevermögen, wie Polyester und Polypropylen, zur Verfügung steht?

Es sind derzeit im wesentlichen erst zwei Anwendungsbereiche für Viscophob:

- Hüllvliese und
- Sperrschichten in Absorptionsverbänden.

Hüllvliese für Babywindeln waren traditionell Binder-gebundene Viskosefaservliese, bis die spezielle Preissituation in den USA den Polyesterfasern den Einstieg in diesen hautnahen Hygienebereich ermöglichte. Die Pampers-Philosophie der verminderten Rückfeuchtung gelangte rasch nach Europa, obwohl hier die Viskosefaser immer die billigste Faser war und es auch weiterhin bleiben wird. Demnach hatten sich Windelhersteller und Konsumenten an den speziell von Ärzten umstrittenen Produktvorteil der verminderten Rückfeuchtung gewöhnt, sodaß die Rückoberung des Hüllvliesbereiches für den Viskosefaserhersteller offensichtlich nur durch eine hydrophobe Viskosefasertypen möglich erscheint, welche preislich mit Polyester konkurrenzfähig sein muß¹³.

Bei den Sperrschichten in Absorptionsverbänden handelt es sich traditionell um grob gereinigte und sterilisierte Rohbaumwolle, welche aufgrund des noch anhaftenden Baumwollwachses als kardierte Faserschicht die Funktion einer luftdurchlässigen Flüssigkeitssperre übernimmt. Die stark gestiegenen Baumwollpreise zwingen den Verbandstoffhersteller zum Einsatz eines kostengünstigeren cellulosischen Fasermaterials mit hydrophoben Eigenschaften.

Zur Verminderung der hydrophilen Eigenschaften von Viskosefasern werden die folgenden Maßnahmen näher untersucht:

- Inkorporation eines inerten Füllstoffs,
- hydrophobe Avivagen.

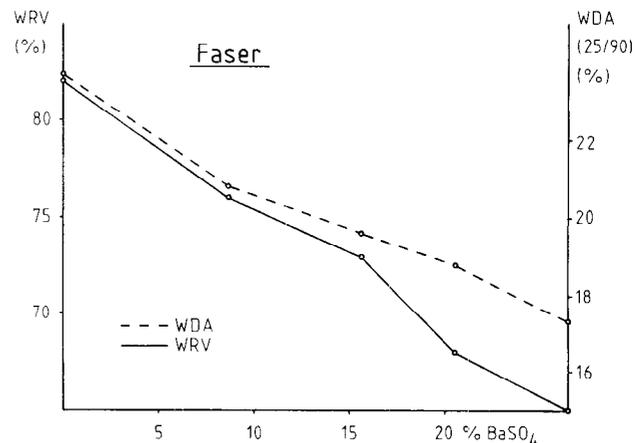


Abb. 9: WRV und WDA gegen Füllstoffgehalt

Wie die Abbildungen 9 und 10 zeigen, führt die Einspinnung eines inerten Füllstoffs bis zu einem Gehalt von ca. 25 % zu einer entsprechenden Abnahme von Wasserrückhaltevermögen, Wasserdampfaufnahme, Saugkapazität und Wasserhaltevermögen.

Die Sinkzeit nimmt zunächst erwartungsgemäß zu, fällt dann aber bei höheren Einspinnmengen infolge einer Erhöhung der Faserdichte sogar leicht unter das Niveau der Ausgangsfaser ab (Abb. 11). Die Sauggeschwindigkeit steigt überraschenderweise mit wachsendem Füllstoffgehalt an. Vermutlich wirkt sich hierbei die Kombination aus verminderter Hydrophilie und der durch die Pigmenteinspinnung etwas rauheren Faseroberfläche günstig auf die Flüssigkeitsweiterleitung aus.

Die Anwesenheit eines inerten Füllstoffes führt also zu einer Verdünnung der Cellulose. Das Wasserrückhaltever-

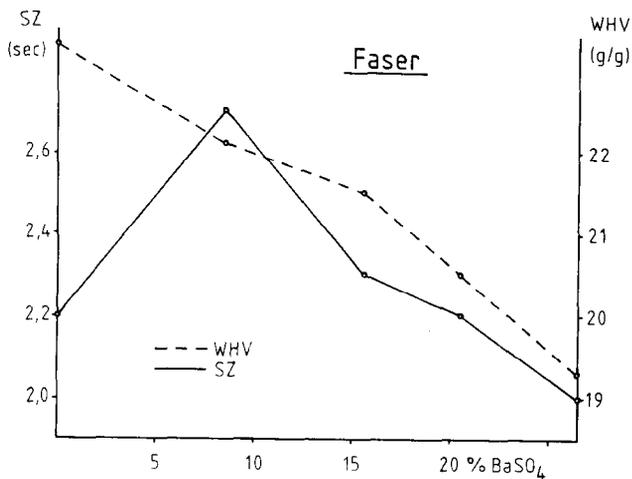


Abb. 10: SZ und WHV gegen Füllstoffgehalt

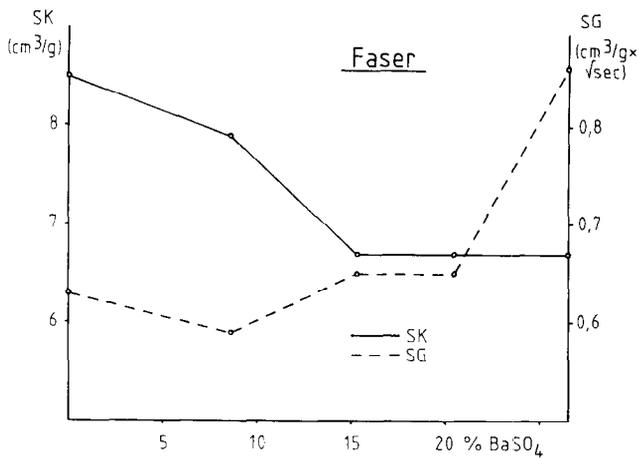


Abb. 11: SK und SG gegen Füllstoffgehalt

mögen kann im Bereich zwischen 65 und 85 % sehr exakt über die Einspinnmenge des inerten Füllstoffs gesteuert werden.

Etwas anders präsentiert sich die Situation bei Anwendung hydrophober Avivagemittel.

Aus Abbildung 12 geht die Abhängigkeit des Wasserrückhaltevermögens von Avivagetype und -auflage hervor. Die hydrophobe Avivage 1W führt nur zu einer geringen Verminderung des Wasserrückhaltevermögens, während die hydrophoben Avivagen S und 2W deutliche Minima von 53 und 46 % Wasserrückhaltevermögen bei Avivageauflagen von < 0,25 % aufweisen (Abb. 13).

Wendet man dieselben Avivagen auf eine ca. 25 % Füllstoff enthaltende Viskosefaser an, so ergibt sich ein ähnliches Bild. Auf diese Art und Weise können Viskosefasern mit einem Wasserrückhaltevermögen von unter 35 % hergestellt werden. Das Wasserrückhaltevermögen ist darüber hinaus bei der Kombination 25 % Füllstoff + hydrophobe Avivage S oder 2W wesentlich besser durch Variation der Avivageauflage steuerbar, als dies bei füllstofffreien Viskosefasern der Fall ist.

Trotz dieser interessanten Möglichkeiten muß vorerst für die ins Auge gefaßten Anwendungsbereiche Hüllvliese und Flüssigkeitssperrschichten in Absorptionsverbänden auf die Füllstoffinkorporation verzichtet werden, da einerseits die verminderte Faserfestigkeit auf das Hüllvlies durchschlägt und andererseits im Krankenhausbereich Sulfat-schegehalte > 1.7 % noch nicht zulässig sind⁹. Wir be-

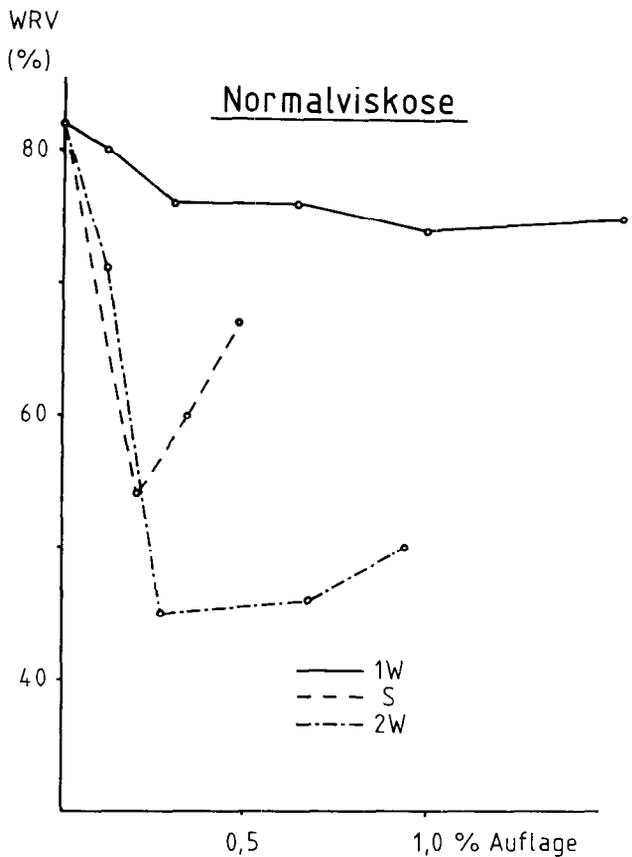


Abb. 12: WRV gegen hydrophobe Avivage/Auflage

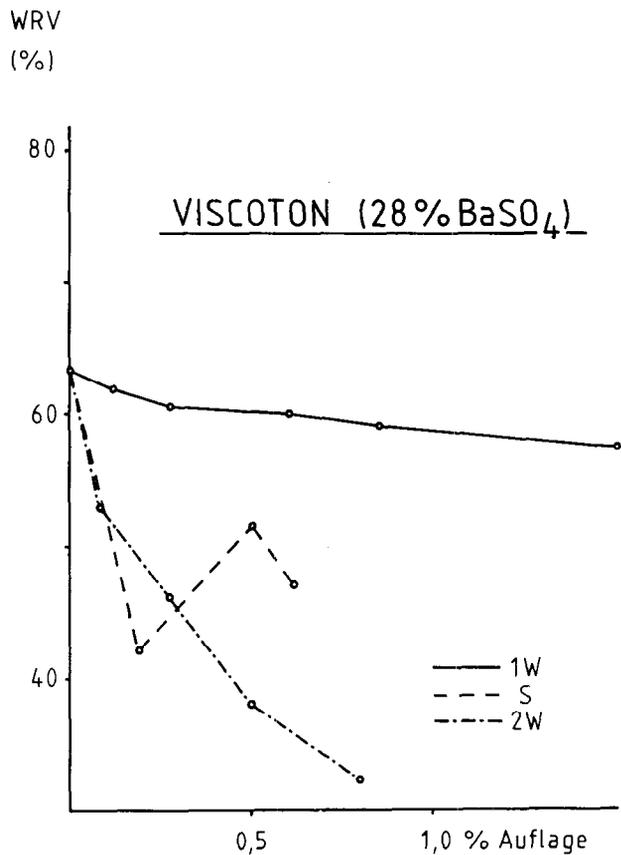


Abb. 13: WRV gegen hydrophobe Avivage/Auflage

schränken uns demnach in der Folge auf Normalviskosefasern mit drei verschiedenen hydrophoben Avivagen:

- Viscophob 1W
- Viscophob 2W
- Viscophob S

Die hydrophobe Avivage 1W (Tab. 2) hat die geringste hydrophobierende Wirkung. Erst ab einer Auflage von 0,3 % schwimmt die Faser auf dem Wasser. Die Fasern nehmen jedoch bis zu einer Avivageauflage von 1,5 % fast unverändert Wasserdampf auf.

Tabelle 2: Hydrophile Fasereigenschaften Viscophob 1W

Auflage (%)	WRV (%)	SZ (sec)	WHV (g/g)	SG (cm ³ /g×√sec)	SK (cm ³ /g)	WDA (25/90) (%)
0	82	2,2	23,3	0,63	8,5	23,7
0,12	80	25,0	22,7	0,09	1,3	22,9
0,30	76	∞	0	0	0	22,6
0,65	76	∞	0	0	0	22,7
1,00	74	∞	0	0	0	21,9
1,54	75	∞	0	0	0	21,5

Die hydrophobe Avivage 2W (Tab. 3) bewirkt die stärkste Verminderung des Wasserrückhaltevermögens. Schon 0,1 % Auflage lassen die Fasern auf dem Wasser schwimmen. Die Wasserdampfaufnahme bleibt aber auch hier bis zu einer Auflage von ca. 1 % fast voll erhalten. Die Dickenquellung der Fasern entspricht jener der unavivierten Vergleichsprobe.

Tabelle 3: Hydrophile Fasereigenschaften Viscophob 2W

Auflage (%)	WRV (%)	SZ (sec)	WHV (g/g)	SG (cm ³ /g×√sec)	SK (cm ³ /g)	WDA (25/90) (%)	DQ (%)
0	82	2,2	23,3	0,63	8,5	23,7	37
0,12	71	∞	0	0	0	21,8	35
0,27	45	∞	0	0	0	21,5	-
0,68	46	∞	0	0	0	20,8	-
0,95	50	∞	0	0	0	20,8	35

Die hydrophobe Avivage S (Tab. 4) kommt hinsichtlich Verminderung des Wasserrückhaltevermögens nicht ganz an die hydrophobe Avivage 2W heran. Ab 0,2 % stellt sich der Schwimmeffekt ein. Die Wasserdampfaufnahme liegt ebenfalls nur gering unter der von Normalviskosefaser.

Tabelle 4: Hydrophile Fasereigenschaften Viscophob S

Auflage (%)	WRV (%)	SZ (sec)	WHV (g/g)	SG (cm ³ /g×√sec)	SK (cm ³ /g)	WDA (25/90) (%)
0	82	2,2	23,3	0,63	8,5	23,7
0,21	54	∞	0	0	0	22,0
0,34	60	∞	0	0	0	21,8
0,48	67	∞	0	0	0	21,2

Die Besonderheit aller dieser hydrophoben Ausrüstungen liegt in der Erscheinung, daß trotz Unbenetzbarkeit gegenüber Wasser nach wie vor ein Wasserrückhaltevermögen, wenn auch bis auf ca. 50 % reduziert, bestimmbar ist. Dies bedeutet, daß die hydrophobe Avivagebarriere, welche den Wasserzutritt ins Faserinnere verhindert, durch Netzmittel oder Druckeinwirkung überwunden wird.

Was haben nun derartige hydrophob modifizierte Viskosefasern im Hüllvlies zu bieten?

Zur Beurteilung wurden die folgenden hydrophilen/hydrophoben Hüllvlieseigenschaften herangezogen:

- Flüssigkeitsdurchlaufzeit¹⁴,
- Flüssigkeitsretention¹⁰,
- Rücknäßfläche¹⁰.

Hüllvliese sollen eine möglichst hohe Flüssigkeitsdurchlaufgeschwindigkeit, also eine möglichst kleine Flüssigkeitsdurchlaufzeit aufweisen. Die Bestimmung wurde nach der EDANA-Empfehlung CG/IV/103 mit dem Lister-Gerät durchgeführt. Daneben sollen Flüssigkeitsretention und Rücknäßfläche möglichst klein gehalten werden. Es bestehen also gleichzeitig hydrophile und hydrophobe Produktanforderungen.

Die in der Folge präsentierten Ergebnisse basieren wiederum auf thermisch gebundenen Vliesen aus 70 % hydrophob modifizierten Viskosefasern und 30 % Chisso-Bindefasern (Abb. 14).

Flüssigkeitsdurchlaufzeit (sec)

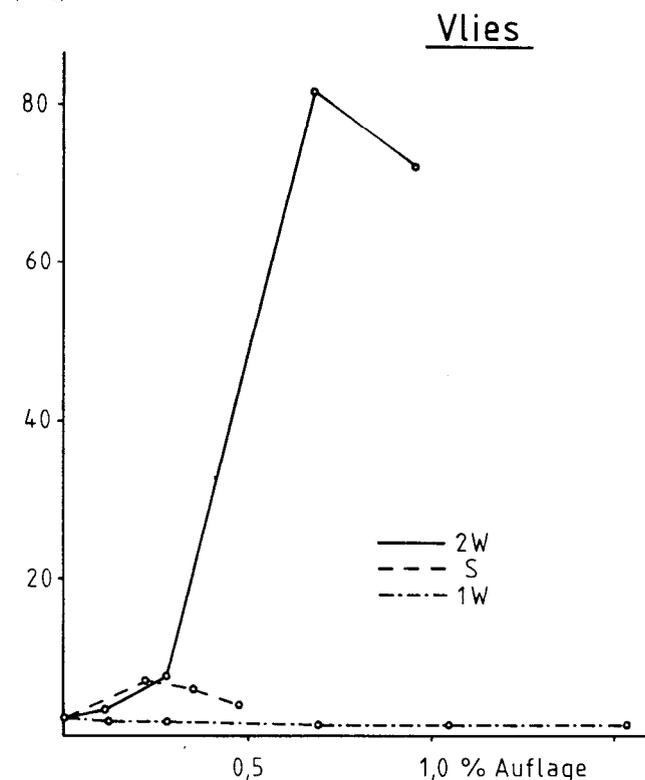


Abb. 14: Flüssigkeitsdurchlaufzeit gegen hydrophobe Avivage/Auflage

Was die Flüssigkeitsdurchlaufzeit betrifft, erfüllen die hydrophoben Avivagen S und 1W die gestellten Anforderungen. Die Type 2W ist nur mit Avivageauflagen bis 0,3 % geeignet, darüber ist sie zu hydrophob (Abb. 15).

Bezüglich der Flüssigkeitsretention sind die beiden hydro-

Flüssigkeitsretention (%)

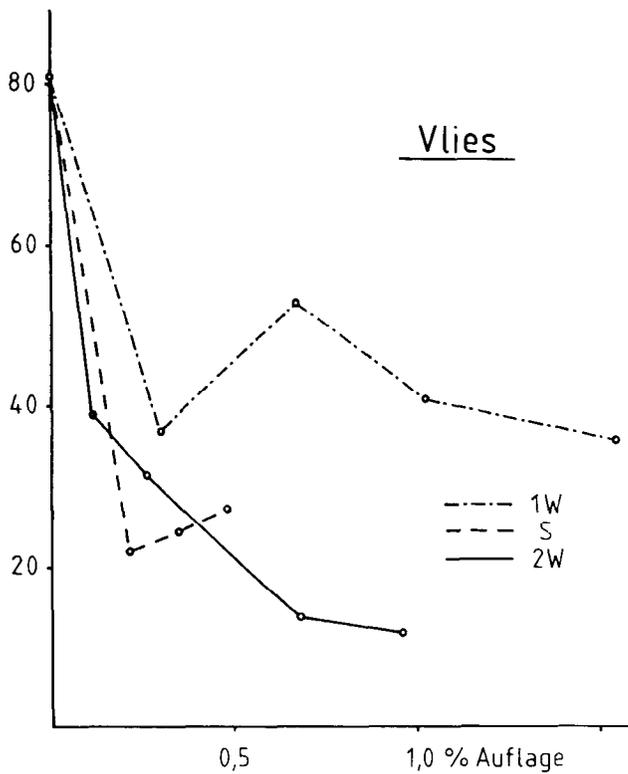


Abb. 15: Flüssigkeitsretention gegen hydrophobe Avivage/Auflage

Rücknäßfläche (cm²)

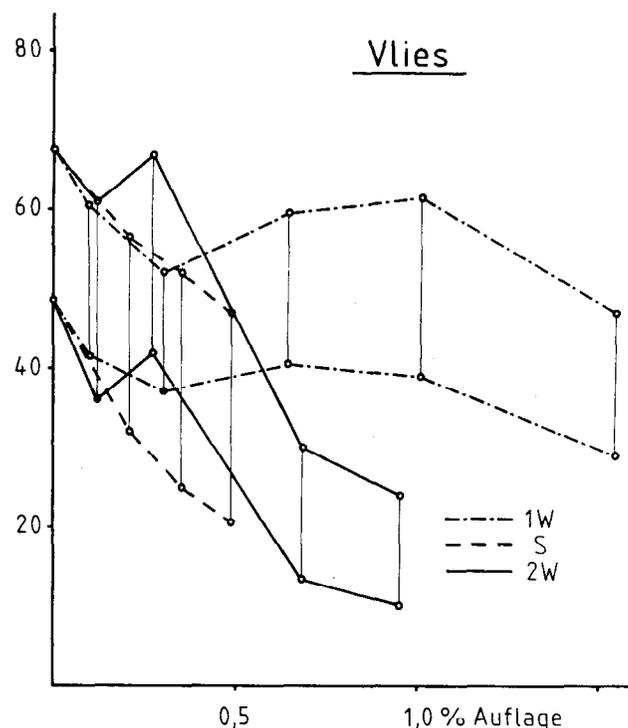


Abb. 16: Rücknäßfläche gegen hydrophobe Avivage/Auflage

Tabelle 5: Hydrophile/hydrophobe Hüllvliesigenschaften

Fasermaterial Bindungsart	Mischung	Flüssigkeits-Durchlaufzeit (sec)	Flüssigkeits-Retention (%)	Rücknäßfläche (cm ²)/(cm ²)
VISCOPHOB S/PP-PE thermog.	70/30	2,8	27	21 / 47
VISCOPHOB S/Viskose binderg.	85/15	5,6	26	38 / 66
PP thermogebunden	100	2,0	73	42 / 62
PES/Viskose binderggebunden	85/15	1,4	68	42 / 63

phoben Avivagen S und 2W am geeignetsten. Die Type 1W liegt in diesem Kriterium eindeutig auf der hydrophileren Seite (Abb. 16).

Die Analyse der Rücknäßflächen bestätigt die stark hydrophobierende Wirkung der hydrophoben Avivagen S und 2W.

Interessehalber wurde an den Versuchsvliesen auch die Wasserdampfdurchlässigkeit bestimmt¹⁵. Es wurde im Vergleich zu Normalviskose kein Unterschied festgestellt.

Die folgenden Vergleichszahlen der Tabelle 5 zeigen, daß eine mit ca. 0,5 % der hydrophoben Avivage S beladenen Normalviskosefaser durchaus in der Lage ist, der Konfrontation mit den Synthesefasern Polyester und Polypropylen auch im Hüllvliesbereich erfolgreich zu begegnen.

Gerade für diesen delikaten, hautnahen Hygienebereich steht damit ein Fasermaterial aus einem natürlichen Rohstoff zur Verfügung, welcher nicht nur die funktionellen Leistungen erbringt, sondern auch im Sinne der leichteren Entsorgung von Wegwerfprodukten ohne Schmelzen leicht verbrennbar oder biologisch abbaubar ist.

Was den Anwendungsbereich Flüssigkeitssperre in Absorptionsverbänden betrifft, so werden bereits mit Erfolg sowohl die hydrophobe Avivage S als auch die hydrophobe Avivage 2W auf Normalviskose eingesetzt. Eine besondere Hürde bei der Anpassung der hydrophoben Fasereigenschaften an diesen Spezialeinsatz war der vorgeschriebene Pfropftest. Dazu wurde ein Wattepfropfen aus hydrophober Viskose in eine Eprövette gesteckt und mit Wasser überschichtet. Der Test galt als bestanden, wenn das Wasser auch nach einigen Tagen noch nicht in den Wattepfropfen eingedrungen war.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das Wasserrückhaltevermögen von Viskosefasern im Bereich von 35 bis 200 % in beliebig kleinen Stufen eingestellt werden kann. Was die Mehrkosten für diese Extremwerte betrifft, so liegen diese für 200 % WRV bei ca. 55 % und für 35 % WRV unter 10 %, immer unter Bezug auf die Normalviskose mit einem WRV von ca. 85 %.

Es konnte weiters an Hand von praxisnahen Beispielen gezeigt werden, daß die Variation der hydrophilen Eigenschaften von Viskosefasern für bestimmte Einsatzbereiche durchaus sinnvoll ist, und zwar besonders dort, wo die hydrophilen oder hydrophoben Fasereigenschaften auch tatsächlich in das Endprodukt umgesetzt werden können. Die Wirtschaftlichkeit derartiger Entwicklungen kann immer nur von Fall zu Fall ermittelt werden; zu viele Randbedingungen haben Einfluß auf den kommerziellen Einsatz einer Spezialfaser, als daß man an dieser Stelle eine allgemeingültige Entscheidungsgrundlage offerieren könnte.

Wenn der anwendungsorientierte Faserforscher und -entwickler seine technische Arbeit erledigt hat, indem er in enger Zusammenarbeit mit seinem Gesprächspartner beim Faserverarbeiter die gestellten Anforderungen erfüllt hat, ist die kommerzielle Realisierung abhängig von einer mehr

oder weniger langwierigen Entscheidungsphase beim Kunden. Da der Erfolg einzig und allein die kommerzielle Realisierung sein kann, erkennt man sehr bald, daß auf dem Weg zu diesem Ziel weitere Hürden zu nehmen sind, welche ganz andere Dimensionen eröffnen, wie beispielsweise:

- Exklusivitätsfragen zwischen Faserhersteller und Faserverarbeiter,
- unerwünschter Monopolstatus des Spezialfaserherstellers,
- die Frage, wer beim Kunden eigentlich die Entscheidung trifft usw.

Es ist sicher nicht die Aufgabe von Forschung und Entwicklung, alle diese Probleme zu lösen, aber der Erfolg ist maßgeblich davon abhängig!

Innovation ist die ständige Auseinandersetzung zwischen Markt und Technologie. Daran teilzunehmen, bietet sowohl für den Faserhersteller als auch für den Faserverarbeiter die Chance, auch weiterhin konkurrenzfähig zu sein.

Literatur:

- 1) Umbach, K.-H.; Lenzinger Ber., 54, 18 – 25 (1983)
- 2) DOS 26 59 263, DOS 33 24 662
- 3) DOS 27 36 065, DOS 27 37 404, DOS 27 52 821, DOS 27 59 101, DOS 30 34 660
Klee, R. J., Bleise, G.; Chemiefasern/Text. Ind., 256 – 260 (1984), 4
- 4) DIN 53 814: „Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens von Fasern und Fadenabschnitten“, Oktober 1974
- 5) Deutsches Arzneibuch, 7. Ausgabe 1968, S. 42, 990, Deutscher Apotheker-Verlag, Stuttgart, Govi-Verlag-GmbH, Frankfurt
- 6) Lichstein B. M., INDA, 2nd Annual Symposium on Nonwoven Product Development, March 5 – 6, 1974, Washington D.C.
- 7) Hermann Rath, Lehrbuch der Textilchemie, 3. Auflage, 1972, Springer Verlag, S. 361 – 362
- 8) Marini, I., Teichmann, H., Gotschy, F., Krässig, H.; Lenzinger Ber. 48, 29 – 36 (1980)
Gutcho Maria, H.; Chemical Techn. Rev. No. 129, Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey, U.S.A. (1979)
- 9) Marini, I.; Allg. Vliesstoff-Report 5, 223 – 231 (1981)
- 10) Goldstein, G., Roussin-Moynier, Y.; EDANA A. G. M., June 12, 1980, Munich
- 11) DIN 53 924: „Bestimmung der Sauggeschwindigkeit von textilen Flächengebilden gegenüber Wasser (Steighöhenverfahren)“, November 1968
- 12) Chwala, A., Anger, V.; Handbuch der Textilhilfsmittel, Verlag Chemie, 1977, S. 735 – 782
- 13) Marini, I.; Nonwoven Conference Papers UMIST, 1983, S. 29 – 48
- 14) EDANA-recommended Test: "Nonwoven Coverstock Liquid Strike – Through Time" (CP/IV/103), 12th September 1983
- 15) DIN 53 122: „Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit, gravimetrisches Verfahren“

KORROSIONSSCHUTZ W. HÖHNEL KG.



neu:

**Jetzt auch Pulverkunststoff-
beschichtungen
im Flammstutzverfahren**

A—4021 LINZ/DONAU, BISCHOFSTRASSE 5
Tel. 0732/72606 Serie, FS 02 1469
Postfach 202, Telegrammadresse: Höhnel KG.
Korrosionsschutzwerk: Linz, Zamenhofstr. 41

Dynamic Moisture Sorption and Transport Characteristics of Textile Materials

John A. Wehner, Ludwig Rebenfeld and Bernard Miller, Textile Research Institute and Department of Chemical Engineering, Princeton University, Princeton, N.J., USA

It is generally recognized that moisture sorption characteristics of textile materials play a critical role in the perception of comfort that a person associates with clothing. Most frequently, moisture sorption characteristics of textile materials are described in terms of an equilibrium moisture content or regain under specified conditions of temperature and relative humidity. Unfortunately, this provides a rather limited view of moisture sorption characteristics, especially since textile materials in clothing are rarely used under equilibrium or static conditions. The immediate vapor environment to which the textile clothing is exposed changes frequently during a given period as the person moves from one chamber to another or as the person changes the level of physical activity. Thus, what is of importance is the manner in which textile materials can respond or adjust to changes in the vapor environment. In this regard, the rates of moisture sorption and desorption may be of greater importance than the equilibrium sorption characteristics. Furthermore, textile materials in clothing can be visualized as porous barriers between two environments of different relative humidities. Thus, situations can be visualized where there is simultaneous moisture absorption and desorption. These and other factors connected with moisture sorption characteristics will be discussed, and a novel experimental approach to the characterization of dynamic moisture sorption and transport properties will be described.

Die Feuchtigkeitsaufnahmeigenschaften von textilem Material spielen eine entscheidende Rolle für die persönliche Beurteilung des Tragekomforts. Meist wird die Feuchtigkeitssorption von Textilien als Feuchtigkeitsgehalt oder -aufnahme im Gleichgewicht bei festgelegter Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit definiert. Dies gibt jedoch nur einen begrenzten Einblick in die Sorptionseigenschaften, besonders da Textilien für Bekleidungszwecke selten Gleichgewichts- oder statischen Bedingungen unterliegen. Die direkte Umgebung, der das Material ausgesetzt ist, verändert sich in einer gegebenen Zeit ständig, wenn die Testperson beispielsweise von einem Raum zum anderen geht oder sich ihre körperliche Aktivität ändert. Daher ist es also von Bedeutung, wie das Kleidungsstück auf Feuchtigkeitsveränderungen anspricht und sich den neuen Bedingungen anpaßt. In der Hinsicht wird die Sorptions- und Desorptionsgeschwindigkeit von größerer Bedeutung sein als die Feuchtigkeitsaufnahme unter Gleichgewichtsbedingungen. Da zudem Bekleidungsstoffe als poröse Barrieren zwischen Zuständen verschiedener relativer Luftfeuchtigkeit betrachtet werden können, wird es Situationen geben, in denen gleichzeitig Feuchtigkeitsabsorption und -desorption stattfindet. Dies und weitere Faktoren, die mit Feuchtigkeitsabsorptionseigenschaften zusammenhängen, werden diskutiert, und eine neue experimentelle Methode zur Bestimmung dynamischer Feuchtigkeitsabsorptionseigenschaften wird beschrieben.

Introduction

The transmission of water vapor across a fabric barrier in response to a relative humidity gradient is a phenomenon to which textile scientists have devoted a great deal of attention. It is generally accepted that a fabric's resistance to the transport of perspiration (largely in the form of water

vapor) away from the surface of the skin is one of the major factors that influence comfort perception.

Perspiration occurs when the amount of heat generated by an individual due to physical exertion is greater than the amount of heat which can be dissipated to the surrounding atmosphere by conduction and convection. The body is able to increase its heat loss by the physiological process of perspiration. The heat loss occurs through the evaporation of perspiration; the heat of vaporization for this endothermic process being extracted from the surface of the skin. Invariably, clothing layers pose a resistance to the transfer of heat and moisture away from the body. In practice, if this resistance is too great, the *microclimate* between the fabric and the skin will become saturated with water vapor and further evaporation will be inhibited, creating droplets of perspiration on the surface of the skin. At this time the clothing layers may become wet which would tend to increase further the resistance of the fabrics to vapor transport. In general, these events are accompanied by a feeling of discomfort. Thus, it is important to consider some of the events which may occur when a fabric separates two environments having unequal relative humidities.

A concentration gradient serves as a driving force for transfer of moisture from the environment with the higher relative humidity to the environment having the lower relative humidity. If the two environments are separated by a porous barrier which has no moisture sorptive capacity, then the rate of mass transfer is dictated by the structure (i.e., thickness, porosity, etc.) of the barrier. In this case, the rate of mass transfer is governed by the ability of the vapor to diffuse through a porous medium. If, however, the barrier possesses a chemical or physical affinity for water, there will be an interaction between the rate of mass transfer through the barrier, and the rate of absorption or desorption of moisture by the barrier. This is the case for most textile materials. As an example, consider a situation where an initially bone-dry fabric separates two essentially infinite volumes of air, each at the same temperature, but having a different relative humidity. During the initial period, two events will occur simultaneously:

- the fabric will begin to absorb moisture, and
- moisture will diffuse across the fabric.

These two processes will continue until the fabric reaches a final steady state moisture regain, which corresponds to its equilibrium value for the dynamic conditions to which it is exposed. At this point, the rate of transport of moisture across the fabric (the *moisture flux*) will have reached a constant value. To date, nearly all of the attention from scientific investigations has been focused on determining the steady state moisture flux. The basis of such work is the belief that a *comfortable* fabric will exhibit a high steady state water vapor flux.

Gregory¹ was one of the first workers to measure the rate of moisture transport across fabrics. He accomplished this by the simple technique (now ASTM standard E-96) of covering a water-filled dish with a fabric and placing the entire assembly on a balance. The weight of the unit is measured as a function of time, decreasing in a steady manner due to the transfer of water from the high humidity side to the lower humidity ambient side. At first there is a transient period during which the fabric equilibrates with its new environment by absorbing or desorbing moisture. After a sufficient interval of time has passed, the fabric reaches an equilibrium or final moisture regain, and the rate of loss of water from the dish becomes constant. At this point the moisture flux through the fabric has reached its steady-state value. This method (generally referred to as the *dish method*) has been the most popular of all the techniques introduced to measure water vapor transmission of fabrics and other porous sheetlike materials. The great advantage of this experimental technique is its simplicity, and many variations have been introduced, particularly to overcome the problem that this technique measures the combined resistance to vapor transport of the fabric and of the stagnant air layers above and below the fabric.

By measuring the water vapor transport resistance for differing number of layers of the same fabric, *F o u r t* and *H a r r i s*² were able to measure the intrinsic resistance of the fabric. A new modification of the dish method³ fixes the external resistances at a low level by placing the sample between two layers of the microporous polytetrafluoroethylene film Goretex[®], one layer separating the sample from a stream of dry air, and the other forming the bottom of a dish of water. This technique is particularly useful with fabrics of low resistance.

These approaches, however, neglect the often considerable capacity of textile materials for moisture absorption. A very hygroscopic material, such as cotton or rayon, might contain anywhere from 7 to 12% by weight of water at a relative humidity (RH) of 65%. For example, at 65% RH a pair of cotton trousers fabricated from a 300 g/m² fabric could contain as much moisture as would 2.000 liters of air. Clearly, since such a large amount of moisture is involved, the kinetics of the sorption process is a factor which should be considered. Typically, moisture absorption by a textile material is a complicated two-stage non-Fickian diffusion process^{4, 5, 6}. It may take many hours for a textile fiber to come to equilibrium when it is exposed to a new water vapor environment.

In practice, then, steady state conditions are seldom reached, even by a relatively inactive person. A moderately active person not only has a nonconstant heat production rate (hence also perspiration rate), but he will also move from environment to environment during the course of a day. Thus, it can be appreciated that the clothing layer is nearly always in a transient state in which it is either absorbing or desorbing moisture; it very seldom has sufficient time to reach steady state.

It is therefore reasonable to suspect that it is the transient response of textile fabrics to relative humidity changes or gradients (rather than the steady state behavior) which exerts a dominant effect on the perception of clothing comfort. If this hypothesis is correct, then several factors which play a negligible role in the steady state water vapor permeability of fabrics will exert an important influence.

Among these are the following:

- fabrics constructed of different fibers will exhibit different moisture regains,
- moisture regains vary with relative humidity, and
- the kinetics of water vapor sorption varies for different fiber types.

Under steady state conditions the nature of the fiber plays a small or insignificant role. The steady state flux is most strongly dependent upon fabric weave and thickness. In this region the process of water vapor flux is most strongly dominated by simple diffusion through a porous barrier due to a concentration gradient.

During the transient initial period after a fabric has been exposed to a new relative humidity gradient, flux of water vapor across the fabric is accompanied by absorption (or desorption) of moisture by the fabric itself. This effect has been demonstrated by *U m b a c h*⁷, who has shown that this moisture sorption by hygroscopic fabrics can exert an appreciable effect on the dynamic response of a system to a change in relative humidity gradient.

This paper describes some initial results from a project at TRI to measure simultaneously the water vapor flux across a fabric and the accumulation or loss of moisture by the fabric, under transient conditions. The broad purpose of the project is to develop a more accurate picture of the events which occur during moisture transport away from the body. In addition to studying the moisture permeability of discontinuous barriers, such as fabrics, attention is being devoted to the study of moisture transport across continuous barriers, such as films and paper product. These continuous barriers may be taken to represent the limiting case of a fabric with zero porosity.

Experimental Procedure

An apparatus was designed and constructed to study both the transient and the steady-state events that occur when a fabric barrier separates two environments of different relative humidities. The experimental procedure involves separating two flowing vapor streams of different relative humidities with a sample of fabric in a rectangular sorption cell as in figure 1. The flux across the fabric is determined by measuring the change in the relative humidities of the two streams as they proceed along the fabric. At the same time the moisture sorption (or desorption) of the fabric is determined gravimetrically by a top loading balance which supports the sorption cell. Referring to figures 1 and 2, two air streams pass through bubble columns containing either water or appropriate saturated salt solutions to provide two vapor streams of specified relative humidities. The streams flow through the sorption cell, and are vented after suitable relative humidity and flow rate measurements. The sensitive top loading balance provides gravimetric information concerning the moisture sorption process. The sorption cell is rectangular in shape allowing fabric samples approximately 9 x 14 cm to be used. The flow rates of the two streams are carefully controlled (2.8 l/min in these experiments) so that there is no significant pressure difference between them (less than 1 mm H₂O). This ensures that convective mass transfer is negligible compared to diffusive flux. It is obviously necessary that the initial moisture content of the fabric specimen be controlled. This can be achieved by flowing air of known relative humidity through the sorption cell until a constant weight is recorded on the balance.

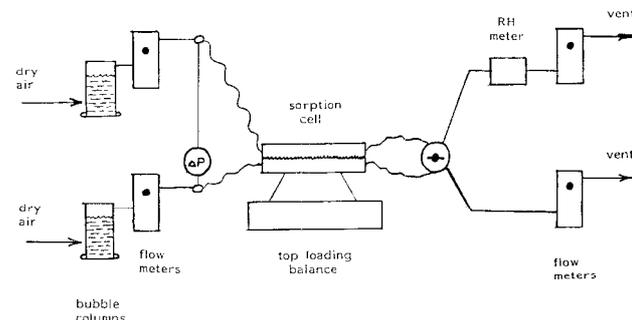


Fig. 1: A schematic flow diagram of the TRI apparatus to study moisture sorption and flux across a fabric barrier

In the experiments reported here an initial moisture content of approximately 0% was achieved by drying the fabric with a stream of dry air for approximately 1 hour. The initial relative humidity gradient was chosen to be 100% in these experiments. This was achieved by flowing dry air in one stream and fully saturated air in the other. It must be emphasized, however, that the apparatus is designed to permit systematic studies of all the possible variables, including initial fabric moisture content, relative humidity gradient, and flow rates.

Experimental Results

Fabrics

The dynamic response of an initially dry PET/cotton blend to a 100% relative humidity gradient is shown in figure 3. The moisture flux across the fabric, as measured by the change in the relative humidity on the dry side of the fabric, increases rapidly to achieve an apparent steady-state value, while the moisture regain of the fabric experiences a more gradual increase to its steady-state value. Comparable results for mercerized cotton, wool, and polyester fabrics are presented in figures 4, 5, and 6, respectively. The qualitative features of the dynamic responses of these four different fabrics to a relative

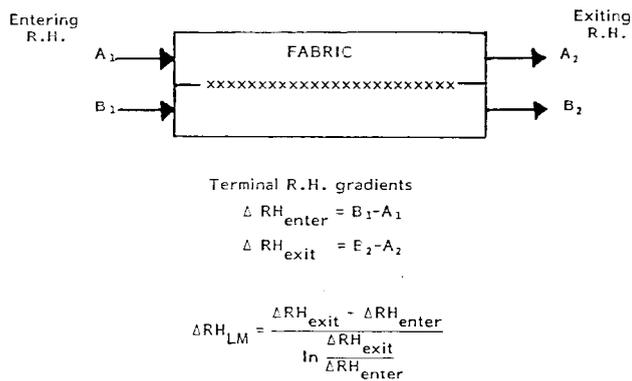


Fig. 2: TR1 moisture sorption/flux cell

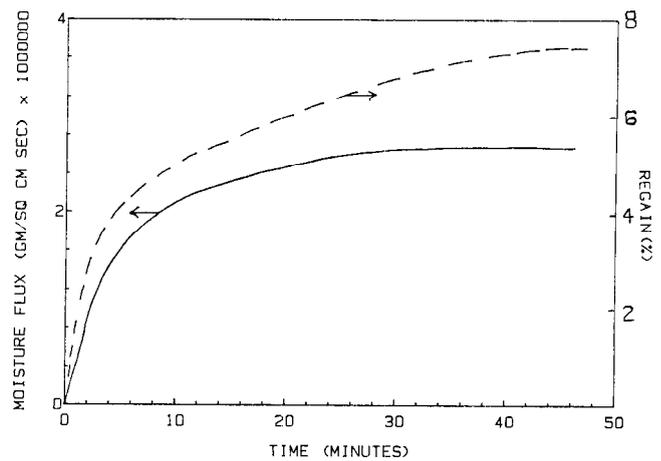


Fig. 5: Transient moisture sorption/flux; wool

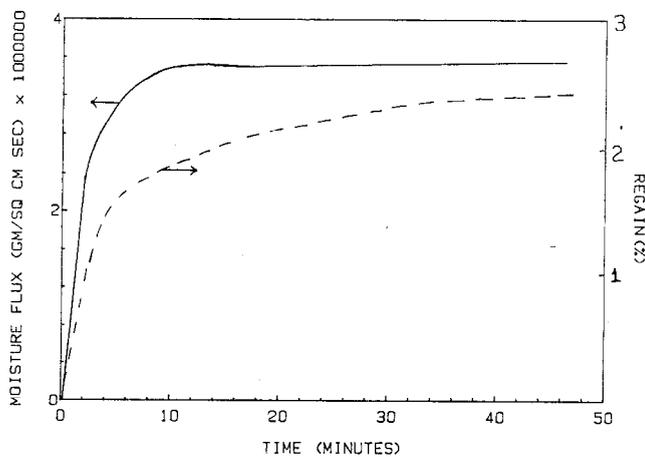


Fig. 3: Transient moisture sorption/flux 50/50 blend PET/cotton

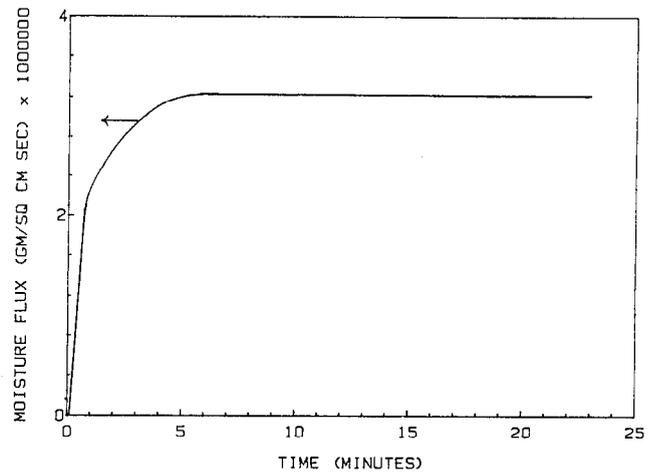


Fig. 6: Transient moisture sorption/flux; polyester

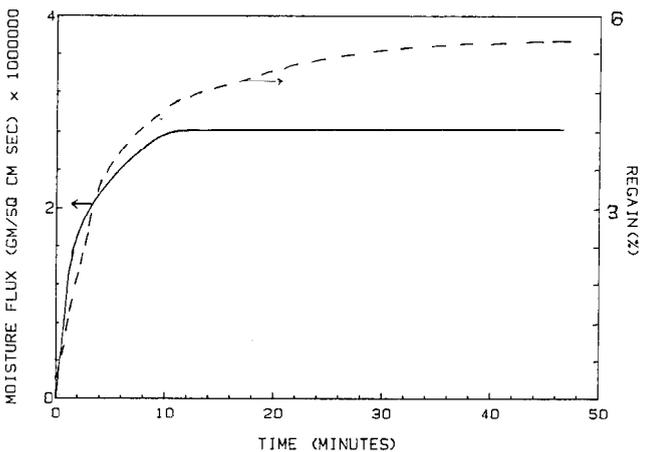


Fig. 4: Transient moisture sorption/flux; mercerized cotton

Table 1: Times required to reach steady-states

Fabric	Moisture regain	Moisture flux
Polyester	0 min	3.5 min
Polyester/Cotton	40 min	7.0 min
Cotton	40 min	7.0 min
Wool	50 min	26.0 min

and the relative humidity on the dry side of the fabric. The data presented in table 2 indicate that about 80 – 90% of the final moisture regain is attained by the time the moisture flux across the fabric has reached its apparent steady-state value. The absorption by the fabric of the last small amount of moisture seems to have little measurable effect on the moisture flux across the fabric.

Table 2: Percent of final regain attained, R, by end of transient flux period

Fabric	R, %
PET/Cotton	78
Cotton	90.4
Wool	92

humidity gradient are essentially the same, although it was not possible to detect any moisture gain by the polyester fabric. The duration of the transient periods for each fabric are listed in table 1.

In an ideal system the two time values for any given fabric would be the same, but it is obvious from the recordings and from table I that an apparent steady-state flux condition is achieved much more rapidly than the steady-state moisture regain. In part this reflects the different sensitivities in our measurements of fabric moisture regain

Continuous Materials

The dynamic response of a continuous barrier material to a relative humidity gradient can include all of the features of that of a fabric, as well as one interesting addition.

The time response of an initially dry cellulose film (cellophane) exposed to a 100% RH gradient is shown in figure 7. In this case, we observe a time lag of approximately five minutes before any moisture completely penetrates the film and escapes to the dry side. During this period, the film absorbs moisture rather rapidly, as can be seen from the slope of the moisture regain-time curve. Over the next 20 minutes, both the moisture flux and regain gradually increase to their steady-state values, attaining these values nearly simultaneously.

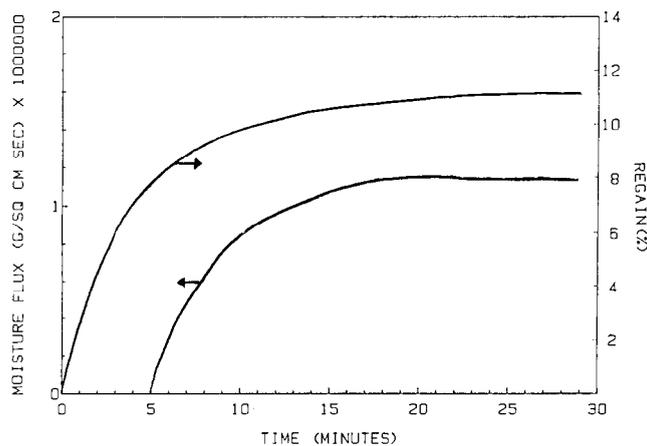


Fig. 7: Transient moisture sorption/flux; cellophane film

We see, then, that the cellulose film functions as a perfect moisture barrier only until the advancing concentration front completely penetrates the film thickness. After this point the cellophane will allow a significant moisture flux, even as it continues to absorb additional moisture. In contrast to the behavior of this cellophane film no measurable moisture flux or absorption was observed for either polypropylene or poly (ethylene terephthalate) films.

Correlation of Results

While the experimental results shown in figures 3 – 7 provide a graphical description of the response of a barrier to a relative humidity gradient, numerical treatment of the data would provide a clearer picture upon which to evaluate moisture transport properties. Since the relative humidities of the two air streams change as they proceed through the cell along the sample, the relative humidity gradient across the sample, which is the driving force behind moisture transfer, will also change. In order to calculate a moisture transfer coefficient, which we define as the ratio of the moisture flux to the concentration gradient, we need to specify an appropriate concentration

gradient to use in the calculation. By analogy to commonly-used design equations for heat exchangers, we have defined an average RH gradient to be the log mean RH gradient, ΔRH_{LM} , where:

$$(\Delta RH)_{LM} = \frac{\Delta RH_{enter} - \Delta RH_{exit}}{\ln \frac{\Delta RH_{enter}}{\Delta RH_{exit}}}$$

and ΔRH_{exit} and ΔRH_{enter} are the relative humidity gradients at the terminal ends of the sorption cell.

Steady-state values for the four fabrics and the cellophane film are presented in table 3. Although the four fabrics which were studied span the range of moisture sorption capacities met in textile materials, the values of the steady-state moisture flux, as characterized by their mass transfer coefficients, are rather similar. The effect on the steady-state moisture flux of the fabric structure (as measured by air permeability) is uncertain.

The equilibrium moisture regain values differ for the five materials, and are consistent with the values which might be expected based on the average RH of the air in the sorption cell, which is approximately 50% throughout the experiment. For the fabrics studied, the transient data (Table 1) vary considerably, reflecting the different fiber compositions of the four fabrics. For the more hygroscopic materials, the competition between moisture sorption and moisture flux tends to increase the length of the transient period.

Summary

It is evident that interactions between water vapor and textile materials are complex, particularly in the special but frequently encountered condition when a textile fabric separates two environments of different relative humidities. In such a situation the fabric may either absorb or desorb moisture from one or both sides until a steady-state or equilibrium moisture regain is achieved. Concurrently, there will be a moisture flux from the high RH side to the low RH side. This mass transport is controlled by the fabric porosity and sorption of the water by the fiber substance.

An experimental apparatus has been designed and constructed to measure simultaneously the sorption characteristics and the moisture flux that takes place when either a fabric or a continuous barrier separates two flowing streams of air with different relative humidities. Both the transient and steady-state processes can be studied. Experimental results are presented for several typical textile fabrics (wool, cotton, polyester, and a cotton/polyester blend), as well as for a cellulose film.

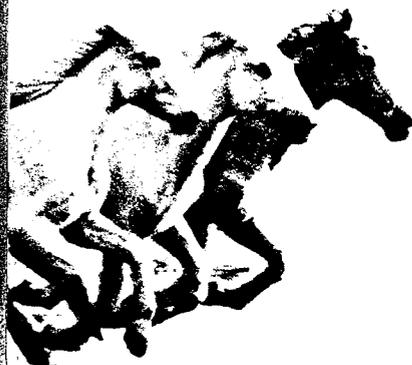
Table 3: Steady-state values

Material	Final moisture regain (%)	Moisture flux (g/cm ² sec)	Mass trans. coeff. (g/cm ² sec % RH)	Air permeability (ft ³ /ft ² min)
Polyester	0	2.99 x 10 ⁻⁶	6.1 x 10 ⁻⁸	7.0
Polyester/Cotton	2.4	3.11 x 10 ⁻⁶	6.9 x 10 ⁻⁸	11.4
Cotton	5.5	3.16 x 10 ⁻⁶	7.3 x 10 ⁻⁸	40.0
Wool	7.3	2.72 x 10 ⁻⁶	5.7 x 10 ⁻⁸	39.3
Cellophane film	11.1	1.17 x 10 ⁻⁶	2.0 x 10 ⁻⁸	0.0

References

- 1) Gregory, J.; J. Text. Inst., **21**, T66 (1930)
- 2) Fourt, L., and Harris, M.; Text. Res. J., **17**, 256 (1947)
- 3) Farnworth, B., and Dolhan, P.; J. Text. Inst., **75**, 142 (1984)
- 4) Watt, I. C.; Text. Res. J., **30**, 644 (1960)
- 5) Newns, A. C.; J. Polym. Sci., **41**, 425 (1959)
- 6) Downes, J. G., and Mackay, B. H.; J. Polym. Sci., **28**, 45 (1958)
- 7) Umbach, K. H.; Chemiefasern/Text. Ind., **30/82**, 628 (1980)

Sicherheit



Die überlegene Schmierfähigkeit von Mobil 1
beweist sich vor allem im Winter.
Bei Tiefsttemperaturen.

Volle Schmierung vom ersten Augenblick an.
Der Motor wird geschont –
und Ihre Brieftasche.

Das kann das vollsynthetische Mobil 1.
Denn Mobil 1 besteht durch und durch
aus idealen Molekülen.

Mobil 1
Der Leichtlaufschmierstoff.

Schwerentflammbare Viskosefasern – der ideale Partner für die Herstellung von schwerentflammbaren Mischgeweben

Dr. D. Mach, Ing. R. Kampl, Ing. H. Lejeune, Lenzing AG, Lenzing/Austria

Mit dem steigenden Sicherheitsbedürfnis wächst auch das Interesse an schwerentflammbaren Textilien. Dies wirkt sich positiv auf ihren Absatz aus, führt jedoch gleichzeitig zur Verschärfung der Anforderungen.

Von schwerentflammbaren Textilien wird heute viel verlangt. Neben der Schwerentflammbarkeit sollen sie meist zusätzliche Schutzfunktionen erfüllen, z. B. gegen Hitzeeinwirkung, flüssige Metallspritzer oder mechanische Beanspruchungen, dabei aber möglichst die gleichen textilen Eigenschaften besitzen wie die normal brennbaren Qualitäten, die sie ersetzen sollen. Erschwerend kommt hinzu, daß bis jetzt „Schwerentflammbarkeit“ und „Schutzfunktion“ keine einheitlichen Begriffe sind, weder auf nationaler noch auf internationaler Ebene. Diese Begriffe variieren je nach Artikel bzw. Einsatz, Anwender und Land.

Textilien können heute auf verschiedene Art und Weise schwerentflammbar gemacht werden: durch Ausrüstung, Beschichtung, den Einsatz von modifizierten Fasern oder von substanzbedingt schwerentflammbaren Fasern.

In jedem Fall handelt es sich um den Einsatz von Spezialprodukten, die ihren zusätzlichen Preis haben. Aus ökonomischen Gründen muß versucht werden, für einen speziellen Anwendungsfall die jeweils günstigste Variante zu finden, die den technischen Anforderungen gerade noch genügt. Dabei spielen Mischgewebe im zunehmenden Maße eine Rolle, wobei sich die schwerentflammbar modifizierten Viskosefasern als idealer Mischungspartner, vor allem für nichtschmelzende Fasern, wie Wolle und Aramide, erweisen.

Für die verschiedenen Einsatzgebiete werden die Eigenschaften der aktuellsten Mischungsvarianten mit schwerentflammbar modifizierten Viskosefasern im Vergleich zu schwerentflammbar ausgerüsteter Baumwolle, Wolle bzw. 100 % schwerentflammbaren Synthetics diskutiert. Im anschließenden Referat wird ein wichtiges Anwendungsbeispiel für die Mischung schwerentflammbare Viskose/Aramid detailliert vorgestellt.

With increased safety demands the interest in flame retardant textiles is growing. This has a positiv impact on their turnover, on the other hand this leads to increased sophistication of the fabric properties.

In our days flame retardant textiles have to fulfil many demands. Besides flame retardancy they often should meet additional protective requirements, such as heat protection, resistance against metal splash or mechanical force. Yet they should possess wherever possible the same textile characteristics as ordinary inflammable fabrics which they are replacing. To make matters even more complicated there are up to now no uniform definitions for "flame retardancy" and "protection functions", either at national or international levels. These definitions vary according to article respectively application, user and country concerned.

Today there are various ways and means to achieve flame retardancy in textiles, such as flame retardant treatment, coating, employment of flame retardant modified fibres or fibres which are in themselves flame retardant.

In any case, these are all special products which carry their additional price. For economic reasons one must always try for a specific application to find the most favourable solution which just about meets the technical demands. Here blend fabrics are

playing a more and more important role, whereby the flame retardant modified Viscose fibres have proved to be the ideal blending partners especially for non melting fibres, such as wool and Aramids.

For the various end uses the properties of the most interesting blends with flame retardant modified Viscose fibres are subject of discussion as against flame retardant treated cotton, wool or 100 % flame retardant synthetics. In the following lecture an important example for the application of the blend flame retardant Viscose with Aramid will be presented in detail.

1. Einleitung

Die Herstellung von schwerentflammbaren Textilien ist heute nach verschiedenen Verfahren möglich. Es stehen schwerentflammbare Ausrüstungen für die cellulosischen Fasern und die Wolle sowie schwerentflammbare Synthefasern, schwerentflammbare Rückenbeschichtungen und nicht brennbare Fasern zur Verfügung.

Mit den schwerentflammbaren Viskosefasern, im folgenden kurz Viscose FR genannt, wurde eine Lücke im Faserangebot geschlossen. *Damit stehen Fasern zur Verfügung, bei denen gute Verarbeitbarkeit, Tragekomfort und Schwerentflammbarkeit optimal kombiniert sind^{1,2}.*

Dem allgemeinen Trend folgend, werden auch die Anforderungen an die schwerentflammbaren Textilien weiter zunehmen. Sowohl aus technischen wie auch aus Kostengründen wird dies die Entwicklung von immer noch einsatzspezifischen Lösungen unter Verwendung von Mischgeweben begünstigen, wobei die Viscose FR-Fasern eine wichtige Rolle spielen werden.

Die Viscose FR-Fasern sind einerseits im Vergleich zu den schwerentflammbaren Synthefasern andererseits als Alternative zu den schwerentflammbaren Ausrüstungen bzw. Rückenbeschichtungen zu bewerten.

Verglichen mit den schwerentflammbaren Synthetics ist besonders hervorzuheben:

- unproblematische Verarbeitung inkl. Anfärbung,
- physiologische Unbedenklichkeit,
- geringe Toxizität der Rauchgase,
- ausgezeichnete tragephysiologische Eigenschaften,
- hoher Weißgrad, hohe Vergilbungsbeständigkeit,
- sehr gute Lichtbeständigkeit,
- sehr gute Lichtechtheiten,
- geringe elektrostatische Aufladung,
- kein Schmelzen und Schrumpfen unter Hitze- und Flammeneinwirkung,
- gute Hitzeisolation,
- guter Widerstand gegen verschiedene geschmolzene Metalle.

Die schwerentflammbaren Ausrüstungen für die Baumwolle und die Wolle, im folgenden kurz FR-Baumwolle und FR-Wolle genannt, sowie die schwerentflammbaren Rückenbeschichtungen haben, trotz teilweiser bemerkenswerter Fortschritte in den letzten Jahren, nach wie vor den einen oder anderen der nachfolgend angeführten Mängel, wie:

- Ungleichmäßigkeit des Ausrüsteeffektes,
- mangelnde Hitzebeständigkeit,
- Beeinträchtigung der Gebrauchstüchtigkeit der Fasern inkl. Erhöhung der Verkohlungs geschwindigkeit,
- eingeschränkte Verträglichkeit mit Farbstoffen,
- teilweise erhebliche Gewichtszunahme,
- Verschlechterung des Griffes,

- Beeinträchtigung der tragephysiologischen Eigenschaften (reduzierter Komfort, Hautirritation),
- Umweltbelastung im Ausrüstungsbetrieb.

Mit dem Einsatz von schwerentflammaren Viskosefasern fallen diese Nachteile weg.

Mit ihren Eigenschaften - sehr gute Verarbeitbarkeit, problemlose Anfärbung, ausgezeichneter Tragekomfort und permanente Schwerentflammbarkeit - bieten sich die Viscose FR-Fasern als ideale Mischungspartner für die zum Teil auch schwierig zu verarbeitenden schwerentflammaren Synthetics und unbrennbaren Fasern geradezu an.

Wie in den folgenden Beispielen demonstriert wird, treten durch die Zumischung von Viscose FR-Fasern zusätzliche positive Mischungseffekte auf, z. B. in Mischung mit Wolle, wo sie die FR-Ausrüstung des Wollanteils überflüssig machen, oder die Verbesserung des Aufbrechverhaltens von Textilien in Mischung mit Wolle und den schwerentflammaren Synthetics, wie Modacryl, PVC und FR-Polyester. Durch diese Verbesserung ermöglichen sie diesen Fasern Einsatzgebiete, für die sie 100%ig bzw. ohne zusätzliche FR-Ausrüstung nicht geeignet sind.

Für Anwendungen, wo hohe Anforderungen an die Gebrauchstüchtigkeit und Pflegeeigenschaften gestellt werden, müssen die Viscose FR-Fasern mit einer geeigneten Mischungskomponente verstärkt werden.

Die Mischungsmöglichkeiten werden durch die spezifischen Anforderungen an die Schwerentflammbarkeit vorgegeben. Ideale Mischungspartner von Viscose FR sind Wolle und Aramide. Weitere Kombinationsmöglichkeiten sind gegeben mit Modacryl, PVC, FR-Polyester und Polyamid 6. 6.

Mischungen mit Baumwolle, Viskose bzw. generell cellulosefasern sind in beschränktem Umfang überall dort möglich, wo an sich Viscose FR mit einem geringeren Flammenschutzmittelgehalt ausreichen würde. Auch die Mischungen mit normal brennbaren Synthetics sind unter diesem Aspekt zu sehen.

Voraussetzungen für die gute Mischbarkeit mit Viscose FR sind:

- LOI ≥ 27,
- kein Schmelzen, Fasern zersetzen sich,
- kein Erweichen bzw. möglichst hoher Erweichungspunkt,
- niedriger Hitzeschrumpf unter Beflammung³.

Je mehr von diesen Eigenschaften auf die Mischungskomponente gleichzeitig zutreffen, umso besser ist sie für die Mischung mit Viscose FR geeignet.

Die idealen Mischungen - Wolle/Viscose FR und Aramid/Viscose FR - wurden sehr ausführlich untersucht, wobei das Schwergewicht bei der Wolle naturgemäß bei den Bezugs- und Dekostoffen, bei den Aramiden vor allem aus Kostengründen bei der Schutzbekleidung lag.

Tabelle 1: Garn-/Zwirneigenschaften

MATERIAL	100 % LVFR	65 % LVFR 35 % ARAMID	50 % LVFR 50 % Wolle	30 % LVFR 70 % Wolle
Titer dtex	1.7 -	3.3 2.2	2.2 2.2	3.3 *)
Schnitt mm	40 -	60 40	40 40	60 *)
Fadenfeinheit Nm	50	40	50	50/2
Festigkeit kond. N	14-15	12.5-14	12.5-14	8.5-9.5
Dehnung kond. %	10-12	10-12	7-9	9.5-10.5
Uster %	12-13	11-12	12.5-14	-

Wir müssen jedoch darauf hinweisen, daß die in unserem Vortrag präsentierten Ergebnisse und Schlussfolgerungen nicht verallgemeinert werden dürfen. Sie wurden ausschließlich mit unseren Feintitern auf Modalbasis und mit Grobtitern auf Normalviskosebasis erarbeitet und gelten, angefangen bei den Garnfestigkeiten (Tab. 1), streng nur für diese.

2. Mischungen mit Wolle

Diese Mischung wurde in verschiedenen Mischungsreihen systematisch untersucht:

- in drei typischen Schutzbekleidungskonstruktionen, L1/1, K2/1 und K3/1, mit Flächengewichten von 180 - 380 g/m², mit nicht schwerentflammbar ausgerüsteter Schurwolle,
- in einer typischen Bezugsstoffkonstruktion für Flugzeuge mit ca. 350 g/m² sowohl intim- als auch systemgemischt, mit und ohne FR-Ausrüstung des Wollanteiles (im Garn), und
- in einer typischen Möbelbezugsstoffkonstruktion, ca. 490 g/m², intimgemischt, mit und ohne FR-Ausrüstung des Wollanteiles (im Stoff)⁴.

Die Tabellen 2, 3 und 4 zeigen die wichtigsten Brenntester-

Tabelle 2: Brenntest nach zwölf 60° C-Waschen
WOLLE / Lenzing Viscose FR

	100 % Wolle	70/30	60/40	50/50 Wo/LVFR
Leinwand 1/1 180 - 200 g/m ²				
entspricht BS 3120	nein	nein	nein	nein
entspricht FAR 25853	nein	ja	ja	ja
Körper 2/1 240 - 260 g/m ²				
entspricht BS 3120	nein	ja	ja	ja
entspricht FAR 25853	nein	ja	ja	ja
Körper 3/1 340 - 360 g/m ²				
entspricht BS 3120	nein	ja	ja	ja
entspricht FAR 25853	nein	ja	ja	ja

Tabelle 3: FAR 25853; b-12 Sekunden vertikal

Flachgewebe ca. 350 g/m ²	ungefärbt			
	Kette sec	mm	Schuss sec	mm
100 % SW-A	7	114	8	130
100 % SW-ls	5	122	7	130
70/30 UA	0	104	5	132
intim A	1	99	1	109
70/30 UA	6	132	2	109
system A	8	147	4	112
50/50 UA	1	94	0	107
intim A	0	107	1	119
50/50 UA	3	109	4	129
system A	7	135	6	142
100 % LVFR	0	119	0	119
Höchstwerte	≤ 15	≤ 203	≤ 15	≤ 203

ls = low smoke, A = FR-Ausrüstung
UA = unausrüstet

Tabelle 4: BS 5852 part 1 und 2; ign. source 5

ungefärbte Gewebe ca. 350 g/m ²	foam	Cigarette Part	Match Part 1	BS5852 Part 2 Ig.S.5	DOE/PS FR3/D9 Ig.S.5
100 % SW-A	D7 SB25	pass	pass	fail	fail
100 % SW l.s.	D7 SB25	pass	pass	fail	fail
100 % LVFR	D7 SB25	fail	pass	pass	fail
70 % SW-UA 30 % LVFR i.	D7 SB25	pass	pass	pass	pass
70 % SW-A 30 % LVFR i.	D7 SB25	pass	pass	pass	pass
70 % SW-UA 30 % LVFR s.	D7 SB25	pass	pass	fail	pass
70 % SW-A 30 % LVFR s.	D7 SB25	pass	pass	fail	pass
50 % SW-UA 50 % LVFR i.	D7 SB25	pass	pass	pass	pass
50 % SW-A 50 % LVFR i.	D7 SB25	pass	pass	fail	pass
50 % SW-UA 50 % LVFR s.	D7 SB25	pass	pass	fail	
50 % SW-A 50 % LVFR s.	D7 SB25	pass	pass	fail	fail

i = intim
s = system

Schaum: D7 = 22 kg/m³
D9 = 25 kg/m³
SB25 = 25 kg/m³

FIRA - Institut, Juni 83

dichten unter Flammeneinwirkung und/bzw. kombiniert mit Schwelbrandbedingungen vorgeschrieben.

Die Tabelle 5 zeigt die optische Rauchgasdichte nach 1,5 Minuten (DS 1,5) und 4 Minuten (DS 4) bei Verschmelzung und Beflammung (V+B) bzw. Verschmelzung (V) der Gewebe in der NBS Smoke Chamber (MBB).

Die Abbildung 1 zeigt die Festigkeiten der beiden Zwirnnummern, die für die Flugzeugsitzbezugsstoffserie eingesetzt werden, und die Abbildung 2 die Höchstzugkraft dieser Bezugsstoffe.

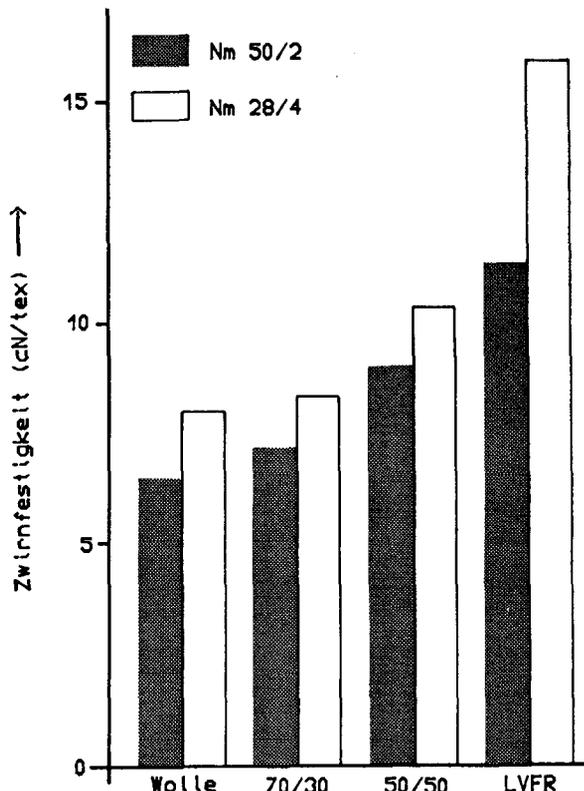


Abb. 1: Zwirnfestigkeit in Abhängigkeit vom Mischverhältnis

gebnisse für die Schutzbekleidung (BS 3120 und FAR 25853 nach 12 Maschinenwäschen bei 60° C) und die Flugzeugsitzbezugsstoffe (FAR 25853 und BS 5852 part 1 und part 2, ignition source 5).

Für Flugzeugsitzbezugsstoffe sind maximale Rauchgas-

Tabelle 5: Rauchdichte

Flachgewebe ca. 350 g/m ²	V + B		V	
	DS1.5	DS4	DS1.5	DS4
100 % SW-A	70	111	18	33
100 % SW l.s.	13	31	18	27
100 % LVFR	80	104	51	85
70/30 SW-UA/LVFR intim	20	38	45	67
70/30 SW-A/LVFR intim	55	76	49	70
70/30 SW-UA/LVFR system	53	77	41	68
70/30 SW-A/LVFR system	53	76	44	67
50/50 SW-UA/LVFR intim	71	81	50	66
50/50 SW-A/LVFR intim	101	116	53	74
50/50 SW-UA/LVFR system	57	81	55	84
50/50 SW-A/LVFR system	49	68	58	82
Höchstwerte		≤100		≤100

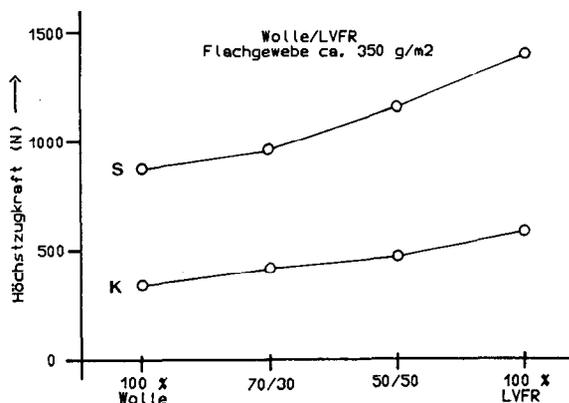


Abb. 2: Höchstzugkraft

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen beispielhaft den Masseverlust bei der Rundscheuerung nach dem System Schopper und die Restfestigkeit nach der Scheuerbeanspruchung (bis Lochbildung), ausgedrückt durch den Berstdruck.

Zusammenfassend führten diese Ergebnisse, im Vergleich

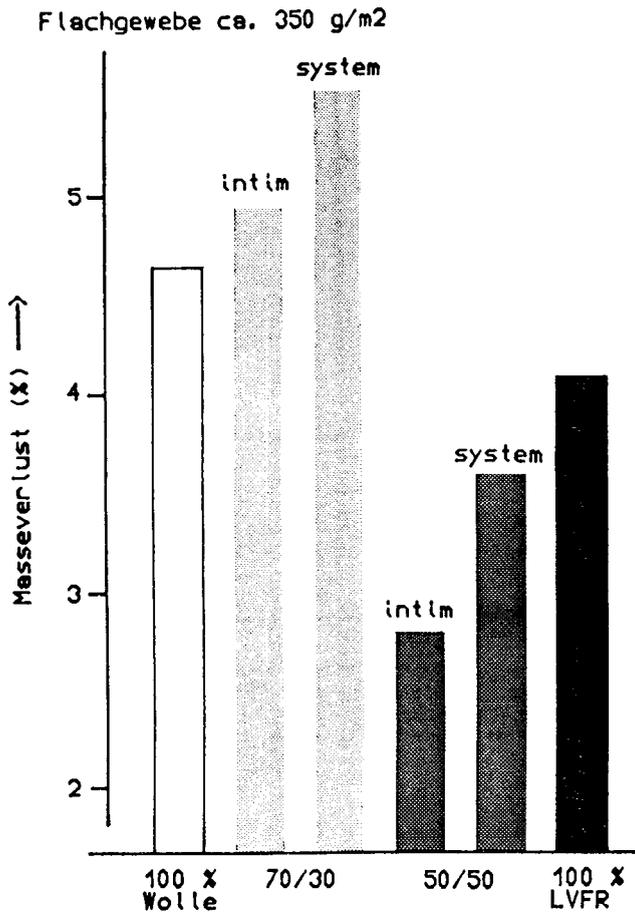


Abb. 3: Masseverlust bei Lochbildung

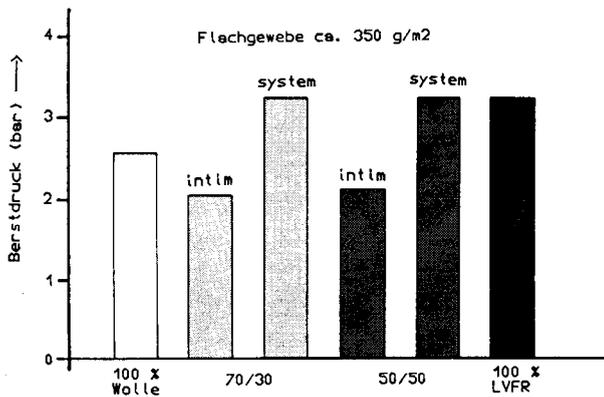


Abb. 4: Berstversuch nach Schopper

zu 100 % FR-Wolle, zu folgenden Schlußfolgerungen:

- die unausgerüstete Wolle und die Viscose FR-Fasern ergänzen sich in Mischungen nahezu ideal,
- abhängig von Flächengewicht, Konstruktion und Mischungsverhältnis kann auf die zusätzliche FR-Ausrüstung der Wolle verzichtet werden,
- der dafür erforderliche Mindestanteil liegt für die Lenzing Viscose FR-Fasern bei ca. 30 %,
- die Mischgewebe zeigen ein verbessertes Aufbruchverhalten unter Hitze- und Flammeneinwirkung - in der untersuchten Serie (ca. 350 g/m²) wurde der härteste Test, BS 5852, part 2, ignition source 5, weder von 100 % FR-Wolle noch von 100 % LVFR, sondern nur von Mischgeweben aus Wolle und Viscose FR bestanden -,

- durch das Wegfallen der FR-Ausrüstung des Wollanteiles sind ähnlich niedrige Rauchgasdichten wie mit der low-smoke ausgerüsteten Wolle zu erreichen, bei gleichzeitig besseren Ergebnissen in der Vertikalbeflammung,
- die Beimischung von Viscose FR zu Wolle verbessert sowohl die Garn- bzw. Zwirnfestigkeiten als auch die Gewebefestigkeiten,
- das Scheuerverhalten der Mischung ist konstruktionsbedingt, wobei sich die höhere Gewebefestigkeit positiv auswirkt (Abb. 4). (Mischgewebequalitäten, die in England auf dem Markt sind, erreichen bis zu 80 000 Martindale Scheuertouren.)

Diese Ergebnisse sind die Erklärung für den Erfolg dieser Mischgewebe im Objektgeschäft und für den Einsatz in den modernsten Passagierflugzeugen als Sitzbezugsstoffe und Dekomaterial, z. B. im Airbus 310^{5, 6, 7, 8}. Auf dem englischen Markt werden die Bezugsstoffe mit einem eigenen *Combiwollsiegel* gefördert, wobei ein Mindestanteil von 60 % Wolle vorgeschrieben ist.

Die Mischung Wolle/Viscose FR wird erfolgreich auch als Polmaterial in Velours als Alternative zu FR-Wolle verwendet. Ein im englischen Objektsektor eingesetzter Velours mit einem Pol aus 70/30 % Wolle/Viscose FR und einer Kombination aus Viscose FR/Baumwolle/FR-Polyester im Rücken erfüllt DOE/PSA FR 3 ignition source 5 - 7 bei 60 000 Martindale Scheuertouren.

Damit sind jedoch nicht alle Vorzüge dieser Mischung aufgezählt:

Leichte bis mittelschwere Kammgarnartikel eignen sich besonders für schwerentflammbare Uniformstoffe¹². Die Tabelle 6 dokumentiert die guten Gebrauchseigenschaften dieser Mischgewebe, die, verglichen mit 100 % FR-Wolle, auch

- sehr gute Scheuerfestigkeiten,

Tabelle 6: Brenntest Ö-Norm S 1450; Schutzkleidung

	Wo/LVFR 50/50 1)	Wo/LVFR 60/40	Wo/LVFR/PES 50/25/25 2)	Wolle 100 % 3)	Wo/LVFR 60/40
Bindung	L 1/1	K 2/1	K 2/1	K 2/2	K 2/2
Flächengew. (cN/m ²)	215	276	267	330	326
Fadendichte (1/dm)	330/260	330/180	310/195	300/300	305/270
Fadenfeinheit (Nm)	60/2/60/2	40/2/40/2	40/2/40/2	40/2/40/2	40/2/40/2
Höchstzugkraft (N)	545/440	710/400	770/480	550/490	900/800
ELMENDORF kond. (Nm)	1,8/1,7	2,9/2,5	2,9/2,3	2,6/2,3	2,9/2,7
Berstdruck vor Schopper (bar)	2,9	3,5	3,5	4,0	5,2
nach Schopper (bar)	2,0	2,6	3,1	2,5	2,9
Schopper (Touren bis Loch)	150	130	180	160	340
Waschen 10 x 40 °C	-5,7/-4,6	-2,0/+1,6	-6,5/-2,0	-5,0/-7,5	-
25 x 40 °C	-6,9/-5,1	-6,0/-0,5	-9,0/-5,0	-7,5/-10,0	-
Brenntest (DIN 53906)					
Nachbrennz. 3 (sec)	1,4/8,6	2,4/0,8	5,7/2,0	0/1	1/1
Einreisslg. 3 (mm)	37/129	30/17	76/31	4/6	9/10
Nachbrennz. 15 (sec)	0/0	0/0	0/0	4/4	0/0
Einreisslg. 15 (mm)	12/105	129/114	153/128	95/92	109/103

1) Versuchs: PILOTENVERALL 2) Österr. Feinw. Feuerwehr 3) Berufsfeuerw. WIEN

Tabelle 7: Wo/LVFR-Mischgewebe; Verhalten gegen Metallschmelzen*

Flächengew. (g/m ²)	SIMULIERTE HAUTSCHÄDIGUNG **)					
	250 - 270 K 2/1			350 - 370 K 3/1		
300 ml Temperatur	Fe 1450	Al 680	Mg 710	Fe 1450	Al 680	Mg 710 °C
100 % Wolle	7	2	1	3	2	1
70/30 Wolle/LVFR	6	2	1	3	1	1
60/40 Wolle/LVFR	6	2	1	3	1	1

***) Aus: P.N. Mehta, Engineered Wool Industrial Protective Clothing, T.R.Journal 50, 3-80

*) 1 = keine Beschädigung
7 = Verbrennungen 3. Grades >0,1 m²

- besseren Tragekomfort,
- günstigere Pflegeeigenschaften (mit Superwash-Wolle 60° C Maschinenwäsche) und
- einen verbesserten Widerstand gegen einige flüssige Metalle aufweisen (Tab. 7).

Abschließend noch eine Anmerkung zu der oft gestellten Frage, ob die FR-Ausrüstung des Wollanteils für diese Mischgewebe erforderlich ist oder nicht.

Sowohl die Vertikalbeflammungstests als auch die Kombinationsprüfungen, entsprechend BS 5852 (Tab. 2, 3, 4), zeigen, daß die zusätzliche FR-Ausrüstung des Wollanteiles in einem bestimmten Mischungsbereich nicht nur nicht erforderlich ist, sondern sogar zu einer Verschlechterung des Brennverhaltens führen kann.

Da durch die zusätzliche FR-Ausrüstung des Wollanteiles auch die Rauchdichte erhöht wird, empfehlen wir daher, in jedem Falle, sorgfältig zu prüfen, ob eine zusätzliche schwerentflammbare Ausrüstung der Wolle notwendig bzw. sinnvoll ist. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, daß auch das IWS in seinen einschlägigen technischen Informationen bestätigt, daß ab einem ca. 30 %-Anteil Viscose FR-Fasern in Mischung mit Wolle auf die zusätzliche FR-Ausrüstung der Wolle verzichtet werden kann.

Falls sinnvoll, kann die FR-Ausrüstung des Wollanteils nach allen gängigen Verfahren, auch in Mischung mit Viscose FR-Fasern, erfolgen. Die Viskosefasern halten die damit verbundene Säurebehandlung ohne nachweisbare Effekte auf die Gebrauchstüchtigkeit und die schwerentflammaren Eigenschaften aus.

3. Mischung mit Aramiden

Aus technischer Sicht ist dies derzeit sicher die beste Mischung mit Viscose FR-Fasern, deren Anwendungsmöglichkeiten jedoch aus Kostengründen beschränkt sind.

Auch in dieser Mischung ergänzen sich die beiden Partner ideal:

- Die Aramidfasern verbessern
 - die Gebrauchstüchtigkeit,
 - das Aufbruchverhalten unter Hitze- und Flammeneinwirkung.

- Die schwerentflammaren Viskosefasern verbessern
 - die Verarbeitungseigenschaften,
 - den Komfort,
 - den Widerstand gegen glühende Funken, flüssige Metallspritzer, Glasschmelze,
 - die Lichtechtheit und Lichtbeständigkeit, insbesondere im UV-Bereich (je nach Aramidprovenienz).

Bevorzugtes Einsatzgebiet dieser Mischung ist die Schutzbekleidung. Als ernsthafte Konkurrenz zu den 100 %-Aramiden wurde sie von verschiedenen Seiten sehr sorgfältig

in zahlreichen Mischungsreihen, in Web- und Maschenware, untersucht^{9, 10, 11}

Bereits in der Einreißlänge dokumentiert sich nach drei Sekunden Vertikalbeflammung im Kleinbrennertest der sehr gute Widerstand dieser Mischgewebe gegen Hitze- und Flammeneinwirkung, und das schon ab einem 35 %-Anteil Aramidfasern¹².

Die Abbildung 5 zeigt die Einreißlängen nach drei Sekunden Vertikalbeflammung im Kleinbrennertest in Abhängigkeit vom Flächengewicht für verschiedene schwerentflammare Gewebe bzw. Mischgewebe, wobei eine deutliche Differenzierung festzustellen ist.

Diese Differenzierung bestätigt sich auch unter wesentlich härteren Bedingungen, wie sie etwa in dem TPP-Test von Du Pont gegeben sind¹¹.

Bei diesem Test erfolgt die detaillierte Charakterisierung der Hitzeschutzeigenschaften der geprüften Textilien über die Zeit bis zum Erreichen der Schmerzschwelle bzw. der Zeit und erforderlichen Wärmemenge bis zum Eintreten der Verbrennungen 2. Grades auf der menschlichen Haut. Diese Wärmemenge, gemessen in cal/cm², ist der sogenannte TPP-Wert.

Die Tabelle 8 zeigt die guten Hitzeschutzeigenschaften von 100 % LVFR, Karvin und Nomex III. Die Aramid/Viscose-FR-Mischungen zeigen im Vergleich zu FR-Baumwolle ein günstigeres Verhalten gegen glühende Metallfunken und flüssige Metallspritzer, wie sie beim Schweißen auftreten. Die Lochbildung ist geringer, und der Aramidanteil sorgt dafür, daß die entstehenden Löcher in der wiederholten Wäsche nicht weiter ausfransen. Praxisversuche haben gezeigt, daß sich dieses Mischgewebe sehr gut für Schweißeranzüge eignet, auch unter den härtesten Bedingungen des Schutzgasschweißens (starke UV-Belastung).

Tabelle 8: TPP-Test (Du Pont, Genf)

	g/m ²	Zeit bis zur	
		Schmerzschwelle sec	Verbrennung 2. Grades sec
100 % LVFR	343	6.1	8.3
100 % NOMEX III	363	5.8	8.9
100 % NOMEX III	276	5.2	7.9
KARVIN	275	4.9	7.1

Über die Anfärbung des Viscose FR-Anteiles mit ausgewählten Farbstoffen lassen sich Mischgewebe mit sehr niedrigen Remissionswerten im Infrarotbereich herstellen, was für die Tarnung im militärischen Bereich vielfach erforderlich ist.

Aramid/Viscose-FR-Mischungen haben sich inzwischen in verschiedenen Mischungsverhältnissen auf dem Markt etabliert. Japan setzt 65/35 % und 50/50 % Aramid/Viscose FR ein, Frankreich 50/50 %, und das übrige Europa konzentriert sich auf 35/65 % Aramid/Viscose FR.

Die Mischung 50/50 % läuft in Frankreich in verschiedenen Qualitäten als Oberbekleidung und Unterwäsche bereits in großen Metragen: beim Militär, bei der Feuerwehr und in der Industrie.

Bei der Wiener Berufsfeuerwehr ist die Mischung 65/35 % LVFR/Aramid seit Ende 1983 im Einsatz.

Zusammen mit Du Pont hat die Lenzing AG eine besondere Variante dieser Mischung, bestehend aus 65 % LVFR, 30 % Nomex, 5 % Kevlar, für den industriellen Einsatz entwickelt, die unter dem Namen Karvin heute europaweit von Du Pont vermarktet wird.

Andere sind inzwischen diesem Beispiel gefolgt, was für die Qualität dieser Low-blend-Aramidmischung spricht.

Gleichzeitig müssen wir jedoch an dieser Stelle darauf hin-

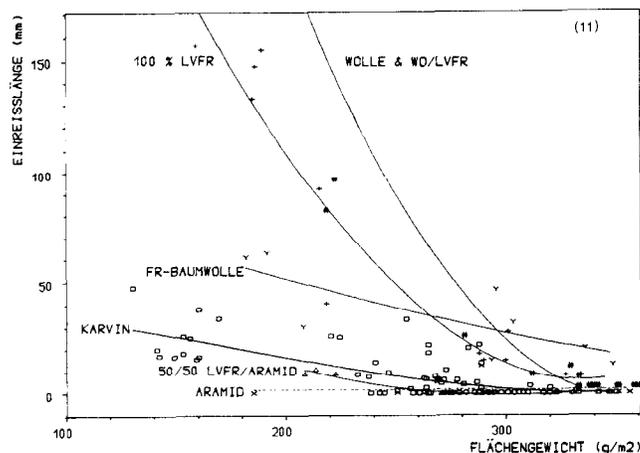


Abb. 5: Einreißlänge bei 3 Sekunden Beflammung (DIN 53906)

weisen, daß die Eigenschaften dieser Low-blend-Mischung besonders von der Qualität der eingesetzten schwerentflammaren Viskosefasern sowie der optimalen Abstimmung von Konstruktion, Färb- und Hochveredelungsbedingungen abhängen.

So wird beispielsweise in dieser Mischung der Gewebeschrumpfung hauptsächlich über den Viskoseanteil eingestellt. Die Tabelle 9 zeigt den geringen Gewebeschrumpfung von Karvin in verschiedenen Konstruktionen und Flächengewichten im Vergleich zu FR-Baumwolle und einem kommerziellen 65/35 % PES/Baumwollmischgewebe. Hier kommt die Modalbasis der Lenzing Viscose FR-Fasern voll zum Tragen.

Tabelle 9: Karvin; Gewebeschrumpfung (%)

	FG g/m ²	Anzahl der Wäschen				
			1	5	10	25
L 1/1	150	K S	+0.1 -1.0	-1.2 -1.7	-1.3 -1.4	-1.5 -2.0
L 1/1	255	K S	-1.3 -1.2	-2.9 -1.7	-3.6 -1.9	-4.4 -2.8
K 2/1	260	K S	-2.2 -1.0	-3.1 -1.1	-2.8 -0.7	-4.1 -1.6
K 3/1	280	K S	-2.6 -0.7	-4.3 -0.8	-4.7 -1.0	-5.9 -2.0
A 4/1	330	K S	-0.6 -1.5	-1.6 -2.2	-2.2 -2.7	-2.9 -2.8
Co - Proban 360		K S	-2.1 -2.7	-6.6 -3.4	-7.7 -3.6	-11.7 -4.8
65/35 PES/Co 240		K S	-1.3 -1.8	-1.1 -2.5	-1.4 -2.8	-1.4 -3.0

Shirley Institut - Dez. 83
BS 4923, 90°C mit tumbeln

Im folgenden werden weitere Anwendungen von Viscose FR in Kombination oder in Mischung mit Naturfasern und/oder Synthetics für verschiedene Einsatzgebiete diskutiert.

4. Flachgewebe und Velours mit Synthetics

Flachgewebe und Velours aus 100 % schwerentflammaren Synthetics, wie sie für Bezugs- und Dekostoffe eingesetzt werden, erfüllen die hohen Anforderungen an die Schwerentflammbarkeit im englischen Objektgeschäft nicht^{13, 14, 15, 16}

Tabelle 10: BS 5852 part 1 und 2, DOE/FR3 (Veloure)

Polsterschaum	BS 5852/1 FG g/m ²	DOE/FR3		BS 5852/2 D7
		D7	D9	
P: Modacryl R: LV/LVFR	395	pass		ign.s. 2+3: pass ign.s. 4: fail
P: 50/50 Rhovyl/LVFR R: LV/LVFR	370	pass		ign.s. 2+3: pass ign.s. 4: fail
P: Trevira CS R: LV/LVFR	360	pass	ign.s. 5: pass	ign.s. 2: pass ign.s. 3+5: fail
100 % Trevira CS	720	pass	ign.s. 5: fail	

P = POL R = RÜCKEN
FIRA - Institut 83

Parallel durchgeführte Versuche mit Flachgeweben und Velours bestätigten, daß die Mischung dieser schwerentflammaren Synthetics mit Viscose FR zu einer deutlichen Verbesserung der Schwerentflammbarkeit gemäß DOE/PSA FR3 ign. source 5 und BS 5852 part 2 führt.

Im Flachgewebe wurde insbesondere die Kombination Viscose FR/PVC im Velours, gemeinsam mit einem großen österreichischen Velourshersteller, sowie verschiedene Mischungsvarianten mit Modacryl, PVC FR-Polyester und Viscose FR als Polmaterialien und verschiedenen hohen Anteilen Viscose FR im Rücken systematisch untersucht. Die Tabellen 10 und 11 zeigen Auszüge aus den dabei ermittelten Ergebnissen. Sowohl in der Schwerentflammbarkeit gemäß BS 5852 part 2 als auch im vertikalen Kleinbrennertest nach Ö-Norm S 1450 zeigen die Modacryl- und PVC-Mischungen vergleichbar gute, die FR-Polyester-Mischungen dagegen schlechtere Ergebnisse.

Tabelle 11: Brenntest Ö-Norm S 1450 (Veloure)

	TNB3 sec	L3 mm	V3 mm/sec	TNB15 sec	L15 mm	V15 mm/sec
Pol: 100 % Modacryl Rücken: LV/LVFR 395 g/m ²	K: 0 S: 1	18 0	0 0	4 8	166 176	0 0
Pol: 50/50 Rhovyl/LVFR Rücken: LV/LVFR 370 g/m ²	K: 0,3 S: 0	9 8	0 0	0,4 0,4	117 106	0 0
Pol: 100 % Trevira CS Rücken: LV/LVFR 360 g/m ²	K: - S: -	- -	11,6 11,7	- -	- -	11,7 11,8
100 % Trevira CS 720 g/m ²	K: 0,3 S: 0	20 19	0 0	0 0	70 80	0 0

TNB3/15 = Nachbrennzeit bei 3/15 sec Zündzeit
L 3/15 = Einreisslänge bei 3/15 sec Zündzeit
V 3/15 = Flammenausbreitungsgeschwindigkeit bei 3/15 sec Zündzeit
LV = Lenzing Viscose
LVFR = Lenzing Viscose FR

Hiermit wurde ein Weg gefunden, Bezugs- und Dekostoffe mit einem dominierenden Syntheticanteil auch dort einzusetzen, wo erhöhte Anforderungen, insbesondere in bezug auf das Aufbruchverhalten der Textilien unter Hitze- und Flammeneinwirkung, gestellt werden. Für Bezugsstoffe geht der Trend unserem Verständnis nach eindeutig in diese Richtung.

Ergänzend sei hier noch die Mischung Polyamid 6.6/Viscose FR erwähnt. In England ist ein Flachgewebe (ca. 500 g/m², bestehend aus ca. 60 % Polyamid 6.6/40 % Viscose FR), vor ca. zwei Jahren auf den Markt gekommen, das den Test FR 3 ignition source 6 besteht.

5. Schwerentflammare Baby- und Kindernachtbekleidung

Kindernachtbekleidung ist heute ein typisches Einsatzgebiet für Maschenware mit Modal in Mischung mit Baumwolle, mit Baumwolle und Helanca bzw. Helanca allein.

Gemeinsam mit einem großen österreichischen Baby- und Kinderbekleidungshersteller wurde untersucht, ob durch Austausch von Modal gegen Viscose FR auch schwerentflammare Maschenware hergestellt werden kann, die beispielsweise die amerikanischen Normen DOC FF3 und FF5 erfüllt (vertikale Kantenbeflammung mit Kleinbrenner).

In mehreren Versuchsserien wurde Mischungsverhältnis, Konstruktion und Flächengewicht optimiert, wobei zur besseren Differenzierung mit verschiedenen Brenntests gearbeitet wurde. Das Resultat waren flauschig weiche Scherplüsch- und Frotteekonstruktionen aus Viscose FR/Helanca bzw. Viscose FR/Baumwolle/Helanca, die auch nach oftmaliger Maschinenkochwäsche (95° C) die vorzüglichen schwerentflammaren Eigenschaften gut beibehielten (Tab. 12). Damit werden neue Maßstäbe für die Kinder- und Babybekleidung gesetzt.

6. Schwerentflammare Bettwäsche

Schwerentflammare Bettwäsche ist ein sehr aktuelles

Tabelle 12: Brenntest Ö-Norm S 1450 (Kindernachtbekleidung)

FASERDATEN Konstruktion	FG g/m ²	TNB3 sec	L3 mm	TNB15 sec	L15 mm
50/50 Wo/LVFR R/R - Strick (Heeresunterwäsche)	235	0	15	0	70
KARVIN Strick-Frottee	265	0.9	2	0.4	45
80/20 LVFR/PA Scherplüsch	280	2.5	11	1.5	132
40/40/20 LVFR/Bw./PA Scherplüsch	260	0	5	2.5	152
40/40/20 LVFR/Bw./PA Strick-Frottee	260	7.5	11	4.0	160

FG = Flächengewicht
TNB = Nachbrennzeit
L = Einreisslänge

Tabelle 14: Gebrauchstüchtigkeit (Bettwäsche)

	FG	F	E	Elmendorf	Berstversuch
Bw.-Pyrovatex	165	400/355	5/20	1.0/0.7	1.3/13
KARVIN	140	630/315	11/11	~3/1.8	3.2/19
LVFR/PES-FR					
50/50 intim	190	550/440	20/21	4.0/4.1	3.6/25
70/30 intim	195	510/470	19/24	3.7/3.3	3.3/25
70/30 LVFR/Bw.	200	570/570	12/20	1.5/1.5	3.1/20

FG = Flächengewicht in g/m²
F = Höchstzugkraft in N
E = Höchstzugkraftdehnung in %
Elmendorf (kond.) in Nm
Berstversuch in bar/mm

Schon in den ersten Versuchsserien zeigte sich, daß der vertikale Kleinbrenntest für diese Leichtgewebe keine ausreichende Differenzierung ergibt. Von verschiedenen gleichzeitig am ÖTI untersuchten Methoden erwies sich vor allem der Nagelbretttest gemäß ÖTN 070 als wesentlich praxisbezogener und damit besser geeignet.

Aus tragephysiologischen und Kostengründen verfolgen wir derzeit Mischungsvarianten auf Basis Viscose FR/Baumwolle.

Die Abbildung 6 zeigt in diesem neuen Test eindrucksvoll das unterschiedliche Brennverhalten der Mischung 70/30 % LVFR/Baumwolle im Vergleich zu einem 50/50 % PES/Baumwoll-Mischgewebe, wie es heute meist in Spitälern, Pflege- und Altersheimen eingesetzt wird. Die Tabelle 15 zeigt die Auswertung dieser beiden Prüfungen.

Tabelle 13: Brennverhalten Ö-Norm 1450 (Bettwäsche)

	FG g/m ²	TNB3 sec	L3 mm	V3 mm/sec	TNB15 sec	L15 mm	V15 mm/sec
100 % PES-FR	188	0/0	47/46	0/0	0/0	90/102	0/0
Bw.-Pyrovatex	184	1/1	64/59	0/0	0/0	114/113	0/0
KARVIN	142	2/2	20/14	0/0	0/0	40/39	0/0
LVFR/PES-FR							
50/50 system	196	-	-	16/11	-	-	19/18
50/50 intim	198	-	-	15/15	-	-	17/17
70/30 intim	195	-	-	23/19	-	-	18/21
70/30 LVFR/Bw.	202	-	-	31/36	-	-	34/33

TNB = Nachbrennzeit L = Einreisslänge
V = Flammenausbreitungsgeschwindigkeit

Thema. Hierfür bieten sich nach unserer Ansicht weder die derzeit verwendeten 100 % FR-Polyester noch die FR-Baumwolle als zufriedenstellende Lösung an.

Gegen 100 % FR-Polyester sprechen das Schmelzen und die ungünstigen physiologischen Eigenschaften, gegen die FR-Baumwolle dagegen die sehr beschränkte Haltbarkeit, die bedingte Kochwaschbeständigkeit und die nicht ganz unproblematische Hautverträglichkeit.

Für diesen Flächengewichtsbereich würden die Aramid/Viscose FR-Mischungen sowohl die technischen als auch tragephysiologischen Anforderungen optimal erfüllen, sie kommen jedoch aus Preisgründen nicht in Frage.

Wir arbeiten im Rahmen eines Forschungsvorhabens gemeinsam mit dem ÖTI an der Entwicklung von besser geeigneten Mischgeweben unter Verwendung von Viscose FR.

Wie die in Tabelle 13 zusammengestellten Brennergebnisse demonstrieren, ist dies keine ganz leichte Aufgabe, da hier für das Flächengewicht eine Obergrenze von ca. 200 g/m² vorgegeben ist. Sie zeigen u. a., daß Mischungen aus Trevira CS mit Viscose FR ebenso wie die Mischungen mit Baumwolle im allgemeinen nicht mehr selbstverlöschend sind. Die Tabelle 14 gibt einen Anhaltspunkt für die Gebrauchstüchtigkeit von verschiedenen schwerentflammenden Bettwäschevarianten.

Tabelle 15: Nagelbrett-Test (ÖTN 070); Brennverhalten - Bettwäsche

	FG	Original		50 x gewaschen	
		TNB5	V	TNB5	V
50/50 Bw./PES	145	brennt ab	3.3	brennt ab	2.5
70/30 LVFR/Bw.	200	10 selbstverlöschend	0	18 selbstverlöschend	0

FG = Flächengewicht in g/m²
TNB5 = Nachbrennzeit bei 5 sec Beflammung in sec
V = Flammenausbreitungsgeschwindigkeit in mm/sec

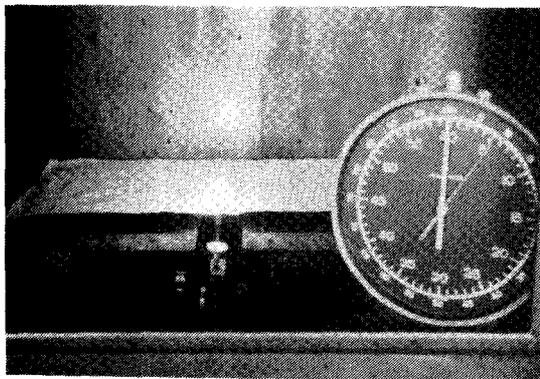
Zusammenfassung

Mit Viscose-FR-Fasern stehen heute dem Markt Spezialfasern zur Verfügung, die, je nach Anforderung, überall dort, wo Hitzeschutz und Schwerentflammbarkeit gefordert werden, eingesetzt werden können. Gerade Fasermischungen mit schwerentflammenden Viskosefasern erweisen sich als entscheidende Verbesserung zu den heute verwendeten schwerentflammenden Beschichtungen und schwerentflammenden Ausrüstungen von Wolle und Baumwolle. Dies ist besonders für die Körperschutzbekleidung, Baby- und Kindernachtbekleidung sowie Bettwäsche äußerst wichtig, wo auch entsprechend gute tragephysiologische Eigenschaften vorausgesetzt werden. Beispielfhaft wird demonstriert, wie es die schwerentflammenden Viskosefasern, vor allem in Mischung mit geeigneten Partnern, ermöglichen, hochwertige Textilien herzustellen, die nicht nur entsprechenden Schutz bieten, sondern auch alle anderen an moderne Textilien gestellten Anforderungen erfüllen.

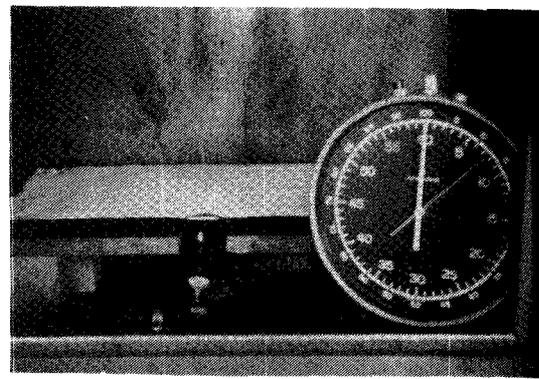
Nach ausführlicher Diskussion der idealen Mischungen mit Aramid und Wolle werden weitere Mischungsvarianten mit Baumwolle und Synthetics jeweils spezifisch für verschiedene Einsatzgebiete vorgestellt.

**NORMAL
BRENNBAR**

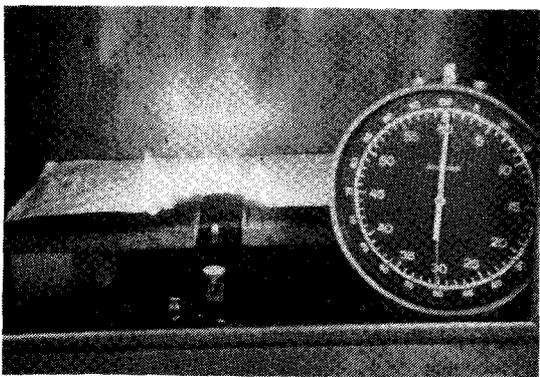
**SCHWER ENTFLAMMBAR
SELBSTVERLÖSCHEND**



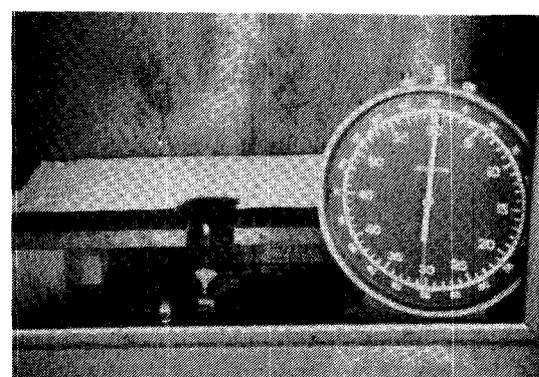
19



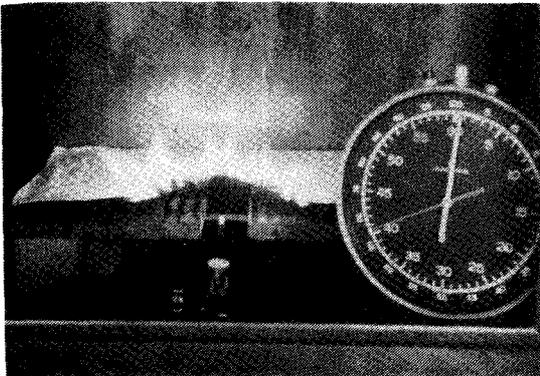
20



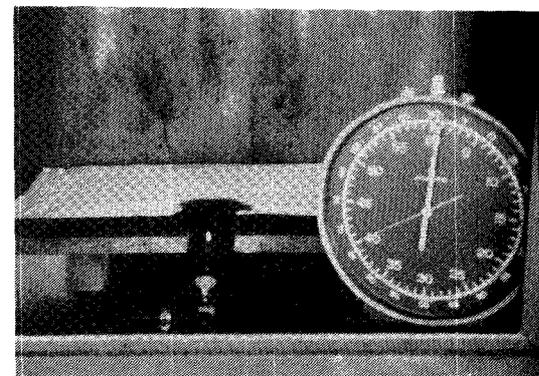
21



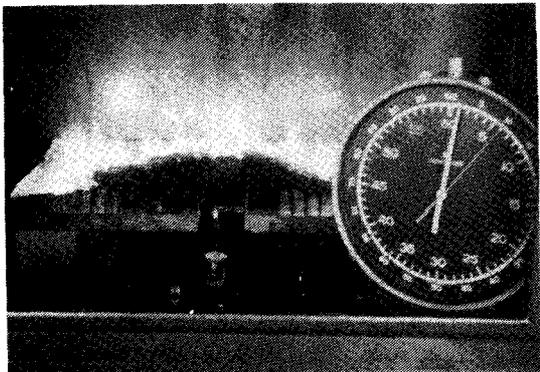
22



23

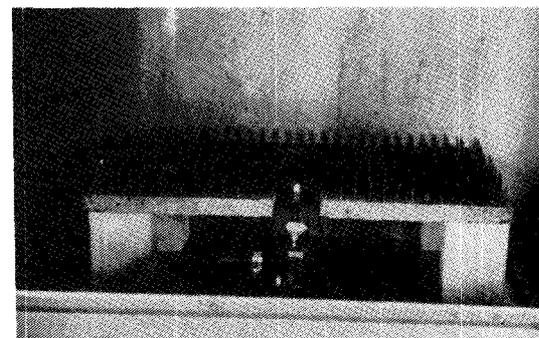


24



25

»Nagelbrettmethode«



18

Abb. 6: Bettwäsche – Brenntest nach ÖTN 070

Literatur:

- 1) Gotschy, F.; Lenzinger Ber., 43, 131 – 139 (1977)
- 2) Wolf, R.; I & EC Prod. Res. Dev. 20, 413 – 420 (1981)
- 3) Meckel, L., Schmitz, M., Schnabel, E.; Melliand Textilber. 7, 612 – 614 (1979)
- 4) Bryson, C. J.; Fire Retardant Specifications, IWS, Techn. Ber. Mai 1979
- 5) Cabinet Maker and Retail Furnisher, Juni 29, 26 – 30 (1979)
- 6) Cabinet Maker and Retail Furnisher, Feb. 27, 22 – 31 (1981)
- 7) Cabinet Maker and Retail Furnisher, April 2, 32 – 33 (1982)
- 8) DOE/PSA, Building Industry Convention (1983)
- 9) Gehrman, W., Krämer, G.; Sicherheitsingenieur, 48 (1982)
- 10) Dambournet, A., Kermel and Kermel/IF 80 for Protective Clothing; Conference: Shirley Institute, 21. Okt. 1982; Shirley Institute Publication, 45, 69 – 85
- 11) Panek, C.; Du Pont Aramid Fibres for Thermal Protective Clothing; Conference: Shirley Institute, 21. Okt. 1982; Shirley Institute Publication, 45, 47 – 54
- 12) Mach, D.; Melliand Textilber. 64, 332 – 338 (1983)
- 13) FIRA, Upholstered Furniture a. Ignitability; Furniture Res. Manual 17, Juni 1979
- 14) Spillard, A. D.; Upholstered Furniture a. Ignitability and the Current Situation; Fire Protection, April 1983
- 15) Guide to Ignitability of Cover/Filling Combinations (BS 5852 part 1 a. part 2/ignition source 5), FIRA-Institute (1983)
- 16) Fitting, U.; Chemiefasern/Text. Ind. 1/83, 65 – 71

Der genaue Wortlaut der dem Vortrag gefolgtten Diskussion wurde nicht auf Band aufgezeichnet und kann daher nicht wortgetreu veröffentlicht werden.

MAYREDER

INGENIEURE MAYREDER, KRAUS & CO.,
MAYREDER KEIL, LIST U. CO.,
BAUGESELLSCHAFTEN M. B. H.
LINZ / WIEN / INNSBRUCK / GRAZ

INDUSTRIEBAU
FERTIGTEILBAU
KRAFTWERKE
TALSPERREN
BRÜCKENBAU
WASSERBAU
STRASSENBAU
HOCHBAU

FASSADEN-
RENOVIERUNGEN
TUNNELBAU
TOTALUNTER-
NEHMERSCHAFT
DRUCKLUFT-
GRÜNDUNGEN
PROJEKTIERUNGEN

Mitglieder der Vereinigung industrieller Bauunternehmungen
Österreichs

Viscose FR/Aramid – schwerentflammbare Mischgewebe für Schutzbekleidung

Dr. W. Gehrman, Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, Koblenz, Bundesrepublik Deutschland

Infolge gesteigerter Anforderungen an die Arbeitsschutzbekleidung sowie an militärische und Feuerwehreinsatzuniformen – insbesondere auch hinsichtlich der Schutzwirkung gegen Flammen und thermische Strahlung – ist es erforderlich, neue Lösungswege zu suchen.

Versuche mit verschiedenen Mischungsvarianten führten schließlich zu einem Mischgewebe aus 65/35 % Viscose FR/Aramid, welches neben den gewünschten Schutzigenschaften ansonsten in etwa die Eigenschaften bzw. technologischen Daten eines gleichartigen Baumwollgewebes besitzt.

Um eine optimale Schutzwirkung zu erzielen, sollte zusätzlich flammhemmende Unterwäsche getragen werden. Bei Verwendung einer Wirkware in gleicher Mischung wird nicht nur der Schutz optimiert, sondern auch hinsichtlich Tragekomfort ein Optimum erreicht.

In view of more stringent requirements regarding fatigue clothing such as military and firefighter uniforms – especially, as far as protection against flames and thermal radiation is concerned – it has become necessary to look for new approaches.

Tests involving different varieties of mixtures finally led to a blended fabric consisting of viscose FR/aramide (65/35) which in addition to the protective properties desired, also offers nearly identical properties or characteristics of a corresponding cotton fabric.

In addition, flame retardant underwear should be worn to achieve optimum protection. The use of knitted fabric of identical blend will not only provide better protection but also optimum comfort.

Die Gefährlichkeit des Feuers wurde uns schon als Kind mit dem klassischen deutschen Bilderbuch *Der Struwwelpeter* – inzwischen nun auch schon 140 Jahre alt – drastisch vor Augen geführt. Viele unter Ihnen werden sich vermutlich noch des bösen Endes von Paulinchen erinnern:

*Doch weh! Die Flamme faßt das Kleid,
die Schürze brennt; es leuchtet weit.*

Gar so weit reichte die „Erleuchtung“ zunächst aber doch wieder nicht.

Nicht so sehr der technische Fortschritt als vielmehr das gesteigerte Sicherheitsbedürfnis war in den vergangenen Jahren immer wieder Anlaß, die Problematik des Brennverhaltens von Textilien und die Frage nach geeigneten textilen Werkstoffen für den Schutz gegen Flammen und Hitze in den Mittelpunkt des Interesses und von Fachveranstaltungen zu rücken.

Vergleichsweise zu den gebräuchlichen synthetischen Fasern spielen die schwerbrennbaren Chemiefasern vom Umsatz her oder auch was den Bedarf betrifft sicherlich keine so große Rolle. Dennoch könnte man mitunter den Eindruck gewinnen, daß hierfür eigentlich schon mehr an Grundlagenforschung und Entwicklungsarbeit getan wurde, als es deren Bedeutung am Markt entspricht.

Andererseits kann jedoch auf flammhemmende Materialien, vom Aspekt der Sicherheit aus betrachtet, bei vielen ge-

fährdeten Bereichen nicht verzichtet werden, so daß dafür auch durchaus höhere Preise erzielt und diese akzeptiert werden.

Aus medizinischer Sicht, von der humanitären Seite wie auch ökonomisch von den Folgekosten her gesehen, ergeben sich ohnehin Rechtfertigung und Notwendigkeit.

Industrie und Forschungsinstitute haben deshalb immer wieder Anstrengungen unternommen, praktikable Lösungen für den textilen Schutz gegen stärkere thermische Belastung zu entwickeln. Was diesbezüglich allerdings bisher angeboten wurde, erwies sich, unter Berücksichtigung aller gebrauchorientierten Erfordernisse, nicht immer für alle Verwendungsbereiche als voll befriedigend.

Zu diesem Ergebnis kam letztlich auch eine Recherche meines Hauses, die sich über mehrere Jahre erstreckte.

Soweit zugänglich, wurden dabei alle derzeit angepriesenen, aber auch noch in der Entwicklung befindlichen textilen Werkstoffe und Materialien sowie Verfahren auf ihre Eignung hin, teilweise sogar in Tragetests, geprüft.

Das Problem bestand darin, ein Gewebe zu finden, welches neben der Schwerbrennbarkeit auch einen möglichst geringen Wärmedurchlaßgrad und ein ganzes Spektrum weiterer Eigenschaften, wie gute Färbbarkeit, Strapazierfähigkeit, Waschbarkeit und Tragekomfort aufweisen sollte oder mußte.

Eine Auflistung soll diese Vielfalt scheinbar selbstverständlicher, aber mitunter doch konkurrierender Eigenschaften veranschaulichen:

Gewünschte Materialeigenschaften:

- weich und schmiegsam,
- nicht zu steif,
- nicht zu lappig,
- nicht scheuernd, nicht kratzend,
- glatt, nicht knitternd,
- flexibel, elastisch, auch bei tiefen Temperaturen,
- knickbeständig,
- leicht,
- stabil, strapazierfähig, auch in feuchtem Zustand,
- einreißfest,
- scheuer- und abriebfest,
- thermisch stabil,
- nicht brennbar,
- nicht schmelzend,
- thermisch nicht leicht zersetzbar,
- nicht bei Hitze schrumpfend,
- statisch nicht aufladend,
- UV-beständig,
- Chemikalienbeständig: gegen Reinigungsmittel, gegen Lösungsmittel,
- farbbeständig: gegen Chemikalien, gegen Reinigungsmittel, gegen Schweiß etc.,
- lichtecht,
- nicht geruchsbildend,
- formstabil,
- nicht zu luftdurchlässig,
- nicht zu dicht,
- gutes Isolationsvermögen,
- geringer Feuchtwiderstand,
- färbbar, auch mit IR-Schutz,
- geräuscharm.

Darüber hinaus sollten noch für die einzelnen Positionen möglichst optimale Werte in der Benotung nach der jeweiligen Norm erreicht werden, wie etwa möglichst hohe Waschttemperaturen, hohe Lichtechtheiten etc.

In einigen Punkten mögen je nach Verwendungszweck die Anforderungen an die Schutzbekleidung in der Wertigkeit zwar differieren, doch zumeist gelten ziemlich analoge Maßstäbe und Beurteilungskriterien.

Im Anforderungsprofil unterscheiden sich beispielsweise Feuerwehreinsatzuniformen, Polizeieinsatzuniformen und Kampfbekleidung für Soldaten nur wenig und vornehmlich in der Farbe; die Schutzbekleidung des Industriearbei-

ters bei entsprechender Gefährdung hingegen graduell etwas mehr, wie beispielsweise in der Lichtechtheit.

Aus der Situation heraus, daß weder Ausrüstungen, bestimmte Fasermaterialien noch verfügbare Mischgewebe zu brauchbaren Ergebnissen gemäß unserem Forderungskatalog führten, wurden schließlich eigene Entwicklungen, allerdings in enger Kooperation mit der Textilindustrie, durchgeführt.

Diese führten schließlich nach einigen Schwierigkeiten u. a. zu einem Mischgewebe, welches offenbar den Wünschen nahe kommt und ein akzeptables Resultat der jahrelangen Bemühungen darstellt.

Problematisch ist vor allem, Schutzwirkung und Komfort in Einklang zu bringen, d. h., ein Bekleidungsstück so zu entwickeln, daß es optimalen Schutz bietet, zugleich aber noch angenehm tragbar ist. Ohne nun hier die bekleidungsphysiologischen Faktoren näher erörtern zu wollen und auf die diesbezüglichen technischen Lösungswege näher einzugehen, muß man zunächst von den derzeitigen Gegebenheiten ausgehen, beispielsweise auch von der Aus- und Verspinnbarkeit geeigneter synthetischer Fasern sowie von sonstigen verfahrensbedingten Hemmnissen, Schwierigkeiten, aber auch Möglichkeiten.

Die Überlegung, die schließlich zu einem Mischgewebe aus zwei schwerbrennbaren Chemiefasern, nämlich Aramid und Viscose FR, führte, fußte darauf, daß die Einzelkomponenten, allein verarbeitet, nicht allen Anforderungen gerecht wurden, aber in der Mischung könnten sich die unterschiedlichen Eigenschaften vielleicht günstig ergänzen.

Den aromatischen Polyamiden kann man zwar viele hervorragende Eigenschaften bescheinigen, sie sind jedoch bezüglich Komfort, Preis, Anfärbbarkeit, elektrostatischen Verhaltens, Lichtstabilität, um einige zu nennen, nicht für alle Einsatzzwecke optimal.

Viscose FR hingegen ist ebenfalls schwerbrennbar, weist jedoch die oben erwähnten Nachteile nicht auf. Demgegenüber muß hier jedoch das Scheuerverhalten, die Formstabilität sowie die Naßfestigkeit als nicht voll befriedigend angesehen werden. Es erübrigt sich jedoch, weiter darauf einzugehen.

Auch die Erfahrung, daß Mischungen zweier flammhemmender Komponenten nicht unbedingt zu einem schwerbrennbaren Gewebe oder Gewirke führen müssen, wurde bei unseren Versuchen mit den verschiedensten Materialien wieder bestätigt. Für die Mischung von Aramid mit schwerbrennbaren Viskosefasern trifft dies aber nicht zu.

Um nun eine günstige Kombination in den positiven und angestrebten Eigenschaften zu erzielen, haben wir verschiedene Mischungsverhältnisse untersucht. Es wurden dazu Stoffqualitäten in Moleskin- sowie in Atlas- und in Körperbindung aus 100 % Aramidfasern, sodann die Mischungen 65/35, 50/50, 35/65 und auch 100 % Viskosefasern hergestellt bzw. geprüft.

Diese Versuchsreihen wurden später von mehreren Laboratorien sowohl in den verschiedenen Mischungsverhältnissen mit den gleichen wie auch unterschiedlichen Viscose FR- und Aramid-Provenienzen als auch mit gleichen und anderen Gewebekonstruktionen wiederholt.

Die Prüfergebnisse der nachvollzogenen Versuche ergaben schließlich weitgehend übereinstimmende technologische Daten und bestätigten somit erfreulicherweise unsere Befunde.

Dies ist insofern bedeutsam, als es uns zudem möglich war, im Laufe der Entwicklung noch einiges spinner- und webtechnisch zu korrigieren, wodurch beispielsweise die Festigkeitswerte noch verbessert wurden. Die Resultate der Versuchsreihen hätten durch fabriktionsbedingte Abweichungen und unterschiedlichen Warenausfall damals ebensogut zu falschen Schlüssen verleiten können. Betrachten wir nun die Festigkeitsdiagramme, so unterscheiden sich die ermittelten Werte nicht allzusehr, wenn wir vom Aramid, wie zu erwarten, einmal absehen.

Die Abbildung 1 gibt den Kurvenverlauf der Höchstzugkraft in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis am Beispiel von Geweben unterschiedlichen Gewichts und verschiedener Konstruktion wieder. Einmal handelt es sich um etwa 190 g/m² schwere Atlasgewebe, zum anderen um Moleskingewebe von ca. 280 g/m². Wie man erkennt, zeigt die Mischung 50/50 beispielsweise keine höheren Festigkeitswerte gegenüber einem 65%igen Anteil schwerbrennbarer Viskosefasern und sogar gegenüber 100% Viscose FR.

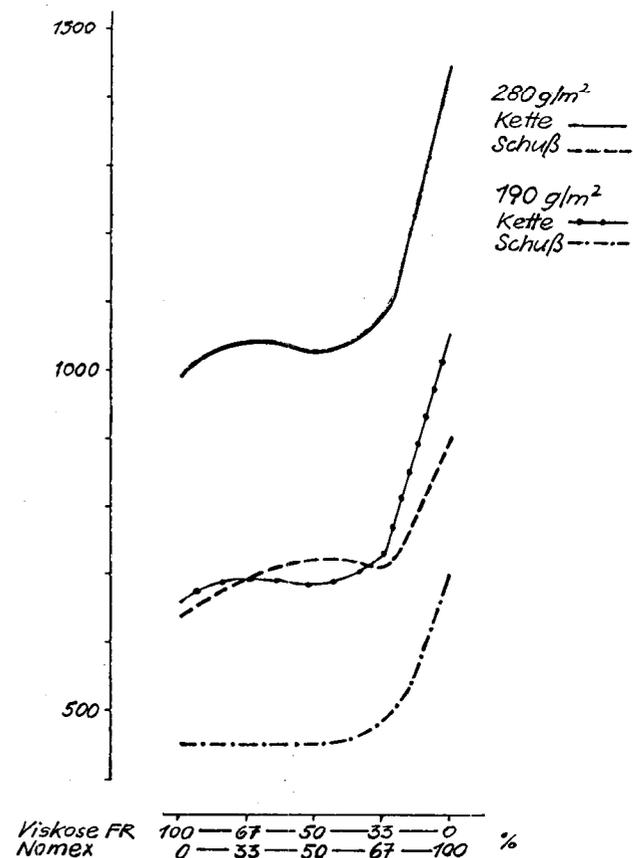


Abb. 1: Kurvenverlauf der Höchstzugkraft in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis am Beispiel von Geweben mit unterschiedlichem Gewicht und verschiedener Konstruktion

Die Weiterreißfestigkeit nimmt mit höherem Aramidanteil stetig zu, d. h., die Kurve verläuft etwas steiler als beim Zugversuch. Der starke Anstieg erfolgt jedoch ebenfalls erst bei über 65% der hochfesten Komponente. Das Kurvenbild entspricht in etwa dem der Dehnung bei der Höchstzugkraft nach DIN 53 857 (Abb. 2).

Interessant sind auch die Ergebnisse der Prüfungen nach DIN 53 862, Elmendorf-Durchreißarbeit (Abb. 3). Während die Werte für die beiden Mischungen 67/33 und 33/67 nicht allzustark differieren, befindet sich die Mischung 50/50 im Minimum der Kurve.

Über die Aussagefähigkeit von Scheuerprüfungen zum Praxisverhalten ist schon viel diskutiert worden. Die hier graphisch wiedergegebenen Befunde von Accelerator-Scheuerungen (Abb. 4) sollen vorwiegend das unterschiedliche Verhalten der Mischungen untereinander und zu den beiden Ausgangskomponenten widerspiegeln. Dabei zeigt sich, daß die Mischung 50/50 mit der Mischung 67/33 Viscose FR/Aramid diesbezüglich praktisch vergleichbar ist und erst ein höherer Aramidanteil zur Geltung kommt.

Eine Absicherung erfahren die gezeigten Werte dadurch, daß beide Gewebe (Abb. 5) zum selben Ergebnis führen.

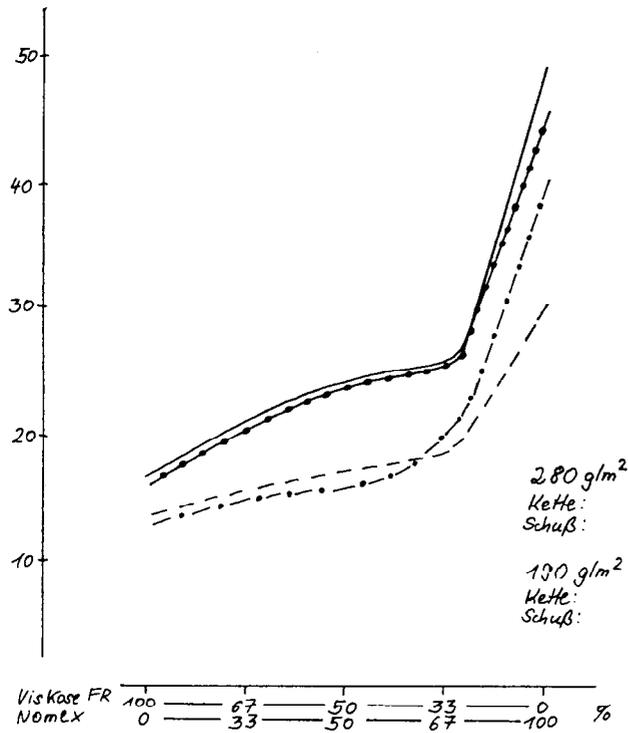


Abb. 2: Zugversuch – Gewebe kond.: Dehnung bei Höchstzugkraft (%) nach DIN 53857

Sowohl die leichteren Atlasgewebe als auch die schwereren Moleskinstoffe zeigen denselben Trend auf.

Die Diskrepanz zwischen der Abriebmenge von Viskose und Aramid entspricht den Erwartungen. Auch die Ein-

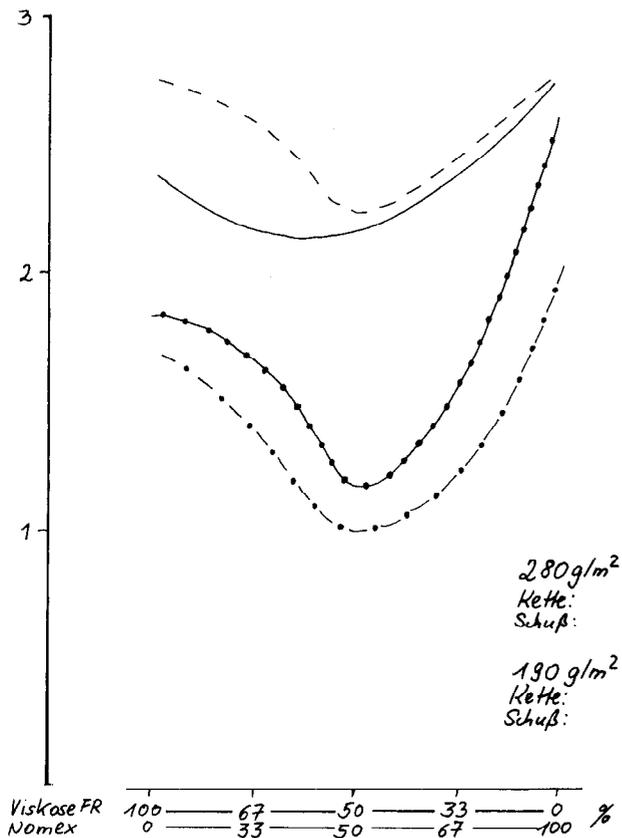


Abb. 3: Elmendorf-Durchreißarbeit (Nm) nach DIN 53862

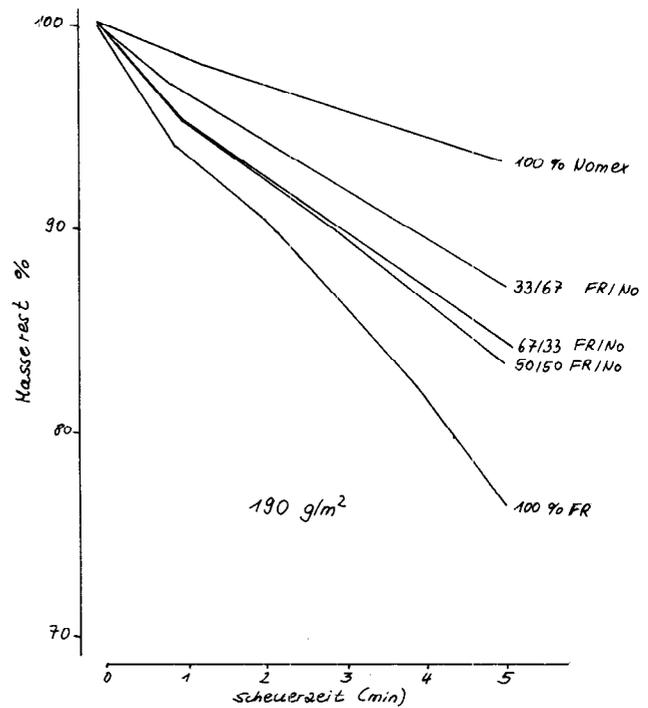


Abb. 4: Accelerator-Scheuerung

reißlängen nach DIN 53 906 bestätigen dies. Beide Gewebekonstruktionen zeigen deutlich, welche Auswirkungen die Beimischung von Aramid hat und daß bei allen drei Mischungsvarianten eigentlich kein wesentlicher Unterschied feststellbar ist.

Nachdem eine jahrzehntelange Erfahrung mit Baumwollgeweben in Atlasbindung von 190 und 300 g/m² und in Moleskinbindung von 300 g/m² vorlag, welche zudem durch die neuentwickelten, schwerentflammaren Gewebe ersetzt werden sollten, war es naheliegend, das neue Misch-

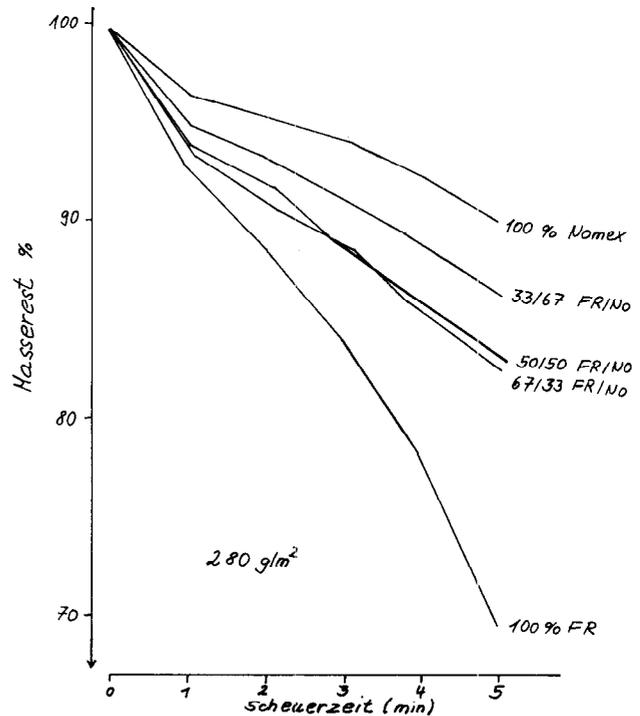


Abb. 5: Accelerator-Scheuerung

Tabelle 1: Gegenüberstellung der technischen Daten von Baumwolle mit Mischgewebe aus 65% Viscose FR/35% Aramid

		ATLAS	
		Baumwolle	Mischgewebe
Garnnummer	K: S:	17 tex × 2 25 tex × 2	20 tex × 2 25 tex × 2
Fadendichte/10 cm	K: S:	460 280	375 260
Flächengewicht g/m ²		300	307
Höchstzugkraft (trocken)	K: S:	1150 N 1029 N	1183 N 1078 N
Höchstzugkraft (naß)	K: S:	1280 N 1080 N	840 N 722 N
Weiterreißkraft	Kr: Sr:	40 N 27 N	31 N 26 N
Berstdruck		5,16 bar	5,15 bar
Luftdurchlässigkeit 1/100 cm ² min		10	30
Scheuerfestigkeit	T/Lochbildung: Abrieb/mg:	1286 8,3	1442 8,1
Brennverhalten nach DIN 53 336		brennt	0
Bekleidungsphysiologische Daten			
Wärmeisolation		7,5	10,9
Feuchtedurchgangswiderstand		49,9	47,8
Feuchtedurchgangsindex		0,09	0,14

Tabelle 2: Gegenüberstellung der technischen Daten von Baumwolle mit Mischgewebe aus 65% Viscose FR/35% Aramid

Gewebedaten		MOLESKIN	
		Baumwolle	Mischgewebe
Garnnummer	K: S:	20 tex × 2 50 tex	20 tex × 2 50 tex
Fadendichte/10 cm	K: S:	300 360	245 365
Flächengewicht g/m ²		311	335
Höchstzugkraft (trocken)	K: S:	920 N 1283 N	847 N 1390 N
Höchstzugkraft (naß)	K: S:	962 N 1315 N	541 N 882 N
Weiterreißkraft	Kr: Sr:	23 N 18 N	25 N 19 N
Berstdruck		3,83 bar	4,16 bar
Luftdurchlässigkeit 1/100 cm ² min		12	30
Scheuerfestigkeit	T/Lochbildung: Abrieb/mg:	1001 9,6	1064 6,1
Brennverhalten nach DIN 53 336		brennt	0
Bekleidungsphysiologische Daten			
Wärmeisolation		9,4	14,1
Feuchtedurchgangswiderstand		48,1	51,8
Feuchtedurchgangsindex		0,12	0,17

gewebe in denselben Gewebekonstruktionen nachzustellen. Damit war eine praktikable Vergleichsmöglichkeit geschaffen.

Bei Gegenüberstellung der Baumwollgewebe gleicher bzw. fast gleicher Garnstärke, gleicher Konstruktion und annähernd gleichem Flächengewicht zeigt das Mischgewebe mit

Tabelle 3: Bekleidungsphysiologische Daten

		A	C	E	G
Wärmedurchgangswiderstand	R_{ct}	6,8 -	12,2 +	10,6 -	14,0 +
Feuchtedurchgangswiderstand	R_{et}	36,3 -	40,4 +	62,9 -	55,8 +
Feuchtedurchgangsindex	i_{mt}	0,11 -	0,18 +	0,10 -	0,18 +
Pufferkennzahl (Dampf)	K_d	0,21 +	0,16 -	0,24 +	0,17 -
Pufferkennzahl (flüssig)	K_f	0,75	0,78 +	0,36 -	0,75 +
Temperaturausgleich im Mikroklima	β_t	0,30 +	0,24 -	0,17 +	0,11 -
Feuchtigkeitsdurchlässigkeit	F_1	14,5	13,5	8,2 -	12,4 +
Wasserdampfaufnahmefähigkeit (kurzzeitig)	$F_{1(g)}$ $F_{i(%)}$	0,49 -	0,80 +	0,86 -	0,93 +
		4,5 -	6,1 +	4,6 -	5,3 +

A = Baumwolle 100% nach TL 8305-0145

C = Mischgewebe CV FR/Aramid 65/35 200 g/m²

E = Baumwolle 100% Atlas nach TL 8305-0117

G = Mischgewebe CV FR/Aramid 65/35 300 g/m²

35%igem Aramidfaseranteil überraschend ähnliche technologische Werte. Dies trifft sowohl für Atlas wie für Moleskin zu (Tab. 1 u. 2).

Mit Ausnahme der Naßfestigkeit liegen die Festigkeitswerte in der gleichen Größenordnung, einige Daten sogar noch über denen der Baumwolle. Insbesondere in der bekleidungsphysiologischen Beurteilung kommen die Mischgewebe im Vergleich zur Baumwolle besser weg.

In Tabelle 3 sind verschiedene bekleidungsphysiologische Bezugsgrößen aufgeführt. Das Isolationsvermögen, hier mit Wärmedurchgangswiderstand bezeichnet, ist bei beiden Mischgeweben besser als bei Baumwolle. Der Feuchte-transport liegt bei allen Geweben entsprechend ihrer Gewichtsklasse in der gleichen Größenordnung. Der Feuchtedurchgangsindex i_{mt} als Verhältniszahl von Wärmedurchgangswiderstand zu Feuchtedurchgangswiderstand stellt eine materialspezifische Kenngröße für textile Flächengebilde dar und erlaubt den Vergleich zur Beurteilung der physiologischen Güte von Geweben. Bei Oberstoffen variiert dieser Wert zwischen 0,15 und 0,35, bei Oberhemden-geweben zwischen 0,20 und 0,45. Nach unseren Prüfergebnissen liegen die Indexwerte bei den Mischgeweben deutlich über denen der Baumwolle.

In der Pufferwirkung ist anfangs, solange der Schweiß noch innerhalb der Schweißkanäle verdampft, die Baumwolle etwas günstiger; sobald flüssiger Schweiß auftritt, sind aber die Mischgewebe etwas besser.

Der Temperatursausgleich im Mikroklima vollzieht sich dagegen bei Baumwolle etwas rascher.

In der Kurzzeitwasserdampfaufnahmefähigkeit F_1 sind die Mischgewebe wieder der Baumwolle überlegen.

Diese Ergebnisse fanden letztlich auch ihre Bestätigung bei einem Trageversuch in der Klimakammer. Die Testpersonen gaben hierbei den nunmehr konfektionierten Mischgeweben gegenüber dem Baumwollmoleskin und einem schwereren Wollstoff von 395 g/m² den Vorzug.

In Abbildung 6 ist die Auswertung der Fragebögen graphisch wiedergegeben:

- 1 A: Danach werden die Mischgewebe als weder zu hart noch zu weich beurteilt. Der Moleskin wird schon als etwas zu hart und der Wollstoff als ziemlich hart betrachtet.
- 1 B: Auf der Haut empfinden die Testpersonen den Wollstoff jagdmeliert naturgemäß als viel zu rau und kratzig und auch die Baumwolle wird noch beanstandet. Von den Mischgeweben wird der Atlas sogar schon als etwas glatt empfunden, allerdings auch mit der rechten Wareseite nach innen verarbeitet.
- 1 C: Die Anschmiegsamkeit der Stoffe wird in etwa gleich beurteilt, also als weder zu lappig noch zu steif.
- 2 A: Nach der 2. Arbeitsphase werden alle Stoffe als gering feucht und klamm bezeichnet, der Wollstoff als etwas feucht.
- 2 B: Auch bezüglich Kleben, vor allem bei Hosen, verhalten sich die Mischgewebe am besten.
- 2 D: In der Gesamtbeurteilung des Tragekomforts schneidet der Mischgewebeatlas sogar noch besser als der Mischgewebemoleskin ab. Der Baumwollmoleskin ist nur noch befriedigend, und den Wollstoff halten die Testpersonen für mangelhaft.

Diese guten Trageeigenschaften werden auch von allen industriellen Bereichen, wo dieses neue Material seit einiger Zeit eingesetzt ist, immer wieder bestätigt.

Das Wesentliche dieser Mischgewebe ist aber selbstverständlich ihr Brennverhalten und die Eignung zum Schutz gegen Einwirkung von Flammen und thermischer Strahlung.

Sowohl die Viscose FR wie das Aramid und deren Mischungen sind flammhemmend. Das Mischgewebe selbst erfüllt nach DIN 66 083 die Brennklasse S b bei entsprechendem Gewebe und Quadratmetergewicht.

Die Einreißlänge der verkohlten Zone ist bei allen geprüften Mischungsverhältnissen und 100% Aramid annähernd gleich (Abb. 7 u. 8).

Die Nachbrenndauer wurde ebenfalls noch nach der inzwischen aus dem Verkehr gezogenen DIN 53 906 ermittelt.

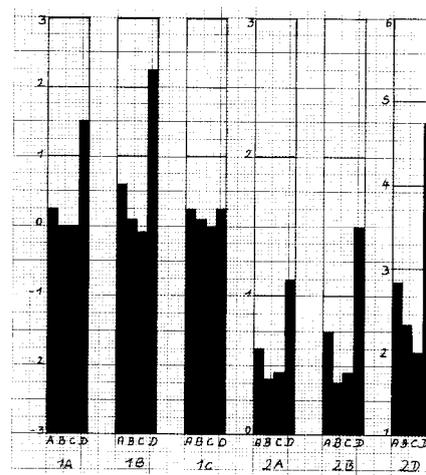


Abb. 6: Bekleidungsphysiologische Trageversuche

- A - Baumwollmoleskin
- B - Mischgewebemoleskin
- C - Mischgewebeatlas
- D - Wollstoff, meliert

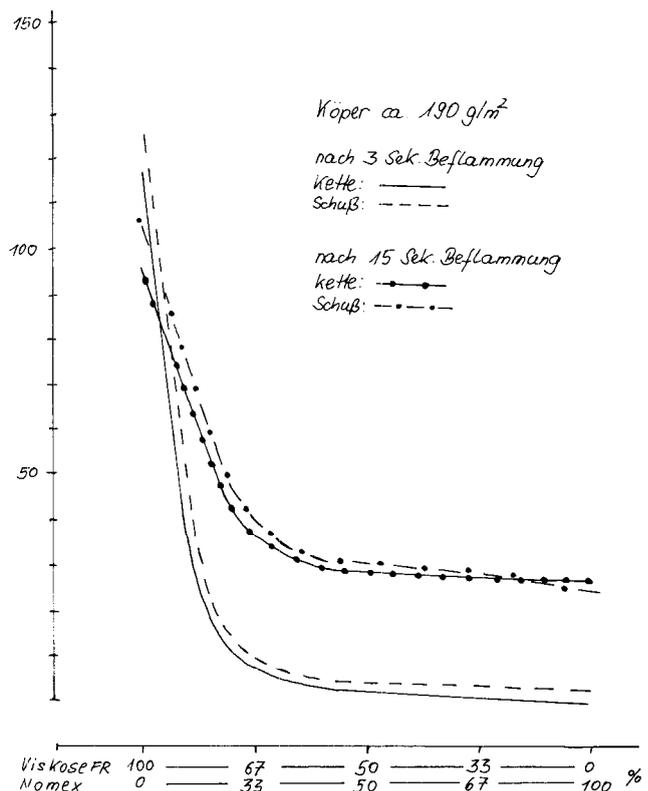


Abb. 7: Einreißlänge (mm) nach DIN 53906

Außer in der Körperbindung mit geringem Gewicht und bei drei Sekunden Beflammung zeigen die verschiedenen Mischungsvarianten keine Unterschiede (Abb. 9 u. 10).

Es ist jedoch bezüglich des Brennverhaltens wichtig zu beachten, daß bei Naßwäsche die Waschpartien möglichst nicht zusammen mit brennbarem Fasermaterial, welches sich niederschlagen oder anlagern kann, gewaschen werden und daß außerdem durch gründliches Nachspülen Waschmittlrückstände vermieden werden.

Die durch Funkenflug, etwa bei Schweißarbeiten, entste-

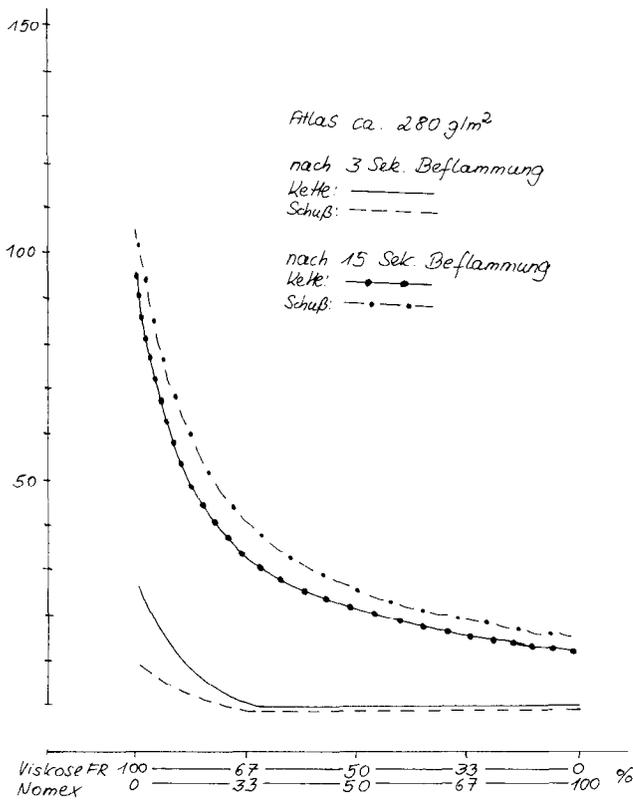


Abb. 8: Einreißlänge (mm) nach DIN 53906

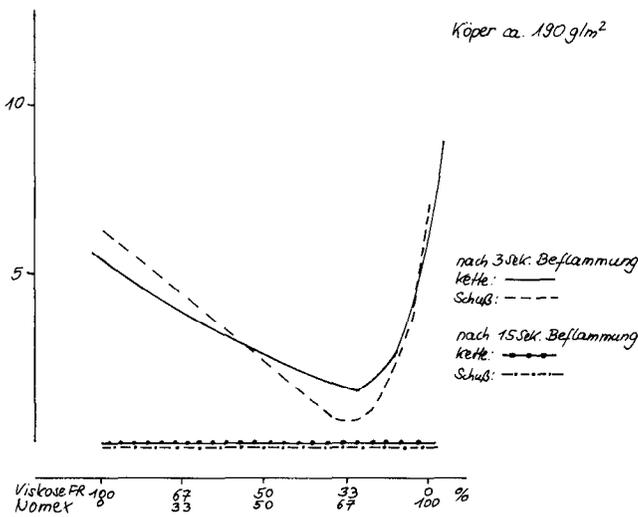


Abb. 9: Nachbrenndauer (s) nach DIN 53906

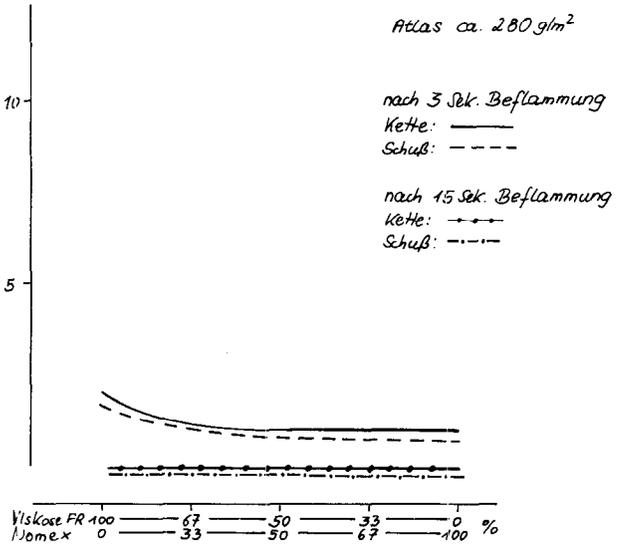


Abb. 10: Nachbrenndauer (s) nach DIN 53906

zur Flucht veranlassen. Insofern erscheint mir diese sicherlich unangenehme und auffällige Rauchentwicklung eher nützlich als bedenklich zu sein.

Da bisher vornehmlich Baumwollgewebe für die nun zu optimierenden Artikel eingesetzt wurde, war es naheliegender, zunächst einmal die Baumwolle flammhemmend auszurüsten. Zur Qualitätsbeurteilung wird selbstverständlich die originäre Baumwollware als Vergleichsstandard herangezogen.

Je nach verwendetem Ausrüstungsprodukt bzw. -verfahren führt dies zum einen zu ziemlichen Gewichtszunahmen, zum anderen zu erheblichen Festigkeits- und Scheuerfestigkeitsverlusten, letztlich also zu einer wesentlich reduzierten Haltbarkeit. Wenngleich das Mischgewebe mit Aramidkomponente nicht so billig ist, so kann dafür im Vergleich zu Baumwolle FR mit einer mindestens doppelt so langen Tragedauer gerechnet werden.

Auch hinsichtlich anderer Eigenschaften, wie etwa im bekleidungsphysiologischen Verhalten, ist Baumwolle FR durch die Ausrüstung verändert und nicht mehr zufriedenstellend.

Nach 50 Normwäschen bei 95°C liegt beispielsweise der Waschschrumpf wesentlich höher als beim Mischgewebe (Abb. 11 u. 12). Damit verbunden ist eine Zunahme des Flächengewichts (Abb. 13). Die flammhemmende Wirkung wird zudem durch häufiges Waschen reduziert.

Im Hitzeschutz bzw. in den Schutzzeiten bis zur Erreichung der Schmerzschwelle und der Blasenbildung ist Baumwolle FR dem Mischgewebe ebenfalls deutlich unterlegen.

henden Brandlöcher werden durch die mechanische Beanspruchung beim Waschen nicht größer, wie es bei anderen Materialien oftmals der Fall ist.

Zu erwähnen bzw. nicht zu verheimlichen wäre noch die Rauchgasentwicklung bei der thermischen Zersetzung. Es entstehen bei höherer Temperatur ziemlich dichte, weiße, zu Husten reizende Nebel. Untersuchungen haben ergeben, daß diese letztlich zu einem erheblichen Teil aus dem in die Viskose eingesponnenen Additiv zur Flammhemmung bestehen, welches wieder austritt, aber auf Grund aller bisherigen pharmakologischen Prüfungen als nicht toxisch anzusehen ist. Nachdem die meisten Rauchgasvergiftungen auf das auch neben CO₂ bei jedem normalen Brand mehr oder minder entstehende geruchlose Kohlenmonoxid zurückzuführen sind, dürften derartige Nebel wohl noch eher

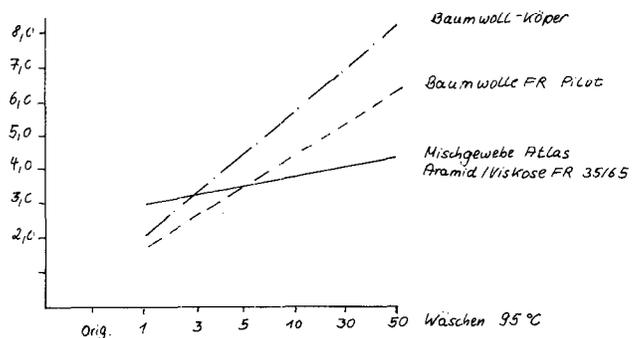


Abb. 11: Waschschrumpf: Kette (%)

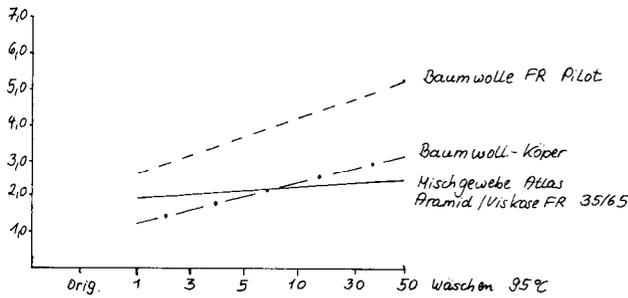


Abb. 12: Waschschrumpf: Schuß (%)

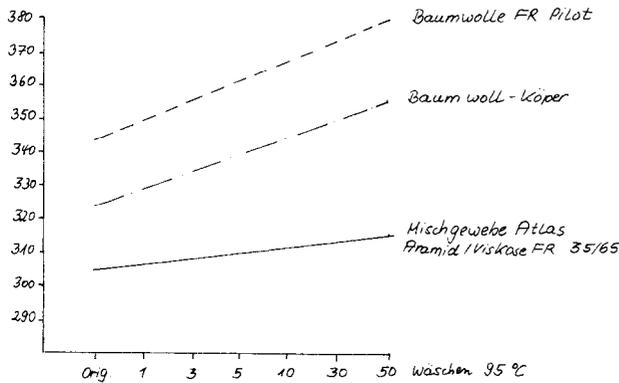


Abb. 13: Flächengewicht (g/m²)

Während die technologischen Werte des Mischgewebes aus Viscose FR/Aramid 65/35 mit denen der vergleichbaren Baumwollware gut übereinstimmen, wird dieser Standard von der Baumwolle FR nicht erreicht.

Eine über die bisherigen Erfordernisse hinausgehende Erhöhung der Festigkeit wurde bisher nicht für notwendig erachtet und würde auch erst bei einer Umkehr des Mischungsverhältnisses unter Veränderung anderer Eigenschaften zum Tragen kommen.

Inwieweit eine sich daraus ergebende längere Haltbarkeit oder Tragezeit überhaupt wünschenswert ist, hängt sicherlich auch vom Verwendungszweck ab. Nach einer ständigen Beaufschlagung von heißen Partikeln über längere Zeit könnte beispielsweise entgegen den ökonomischen Überlegungen aus optischen Gründen und vielleicht sogar wegen Sicherheitsbedenken ein vorzeitiger Austausch zweckmäßig sein.

Auch das Färben einer Ware mit 65%igem Aramidanteil dürfte sich schwierig gestalten.

Der zunächst minimale Hitzeschrumpf der Viscose FR wird in Relation mit der Steigerung des Aramidanteils in der Mischung ebenfalls erhöht. Insbesondere aber preislich wird diese Ware dann unverkäuflich werden.

Daß das Konzept einer Mischung mit höherem Viskoseanteil vernünftig zu sein scheint, dafür spricht die Resonanz, die dieses neue flammhemmende Mischgewebe international gefunden hat. Mittlerweile hat diese Ware, die ursprünglich aus Viscose FR der Lenzing AG und Nomex von Du Pont entwickelt wurde, auch auf dem Markt Eingang gefunden und wird mit diesen oder analogen Chemiefasern unter verschiedenen Markennamen angeboten.

Darüber hinaus werden auch Mischgewebe auf den Markt gebracht, bei denen man die Mischungskomponenten substituiert oder variiert. Dies führte bisher nur dazu, daß der Markt verunsichert wurde. Bei Ersatz, beispielsweise der Viscose FR durch flammhemmend ausgerüstete Baumwolle, wurde das Gewicht bis zu 20% erhöht, die Festigkeits-

werte aber gleichzeitig um beinahe die Hälfte reduziert. Gewonnen wird damit vermutlich nicht einmal eine Kostenersparnis.

Die in Tabelle 4 aufgeführten technischen Angaben, die so einem Firmenprospekt entnommen wurden, veranschaulichen, inwieweit der eingangs gezeigte Wunschkatalog mit diesem Mischgewebe realisiert werden konnte.

Tabelle 4: Technologische Angaben: zum Atlas 4 : 1 Aramid/Viscose FR 35/65; gemäß BWB-TL und PTL 204

Mindestreißkraft:		
Kettrichtung:	1.150 N	
Schußrichtung:	1.000 N	
Farbechtheiten:		
Lichtechtheit:	min 4-5	DIN 54004
Wasserechtheit:	min 4	DIN 54005
Meerwasserechtheit:	min 4	DIN 54007
Peroxidwaschtechtheit:	min 4	DIN 54015
Schweißechtheit		
(alkalisch und sauer):	min 4	DIN 54020
Reibechtheit (trocken):	min 4	DIN 54021
Trockenreinigungsechtheit:	min 4	DIN 54024
Hypochloritbleichechtheit (leicht):	min 3	DIN 54.35
Bügelechtheit (trocken und feucht):	min 4	DIN 54022

Maßänderung:
Kette und Schuß nicht höher als ± 3%
Maschinenwäsche gemäß DIN 53920 oder VTL 8305-0011

Brennverhalten:
Prüfung nach DIN 53906 – Brennzeit: 0 s
Prüfung nach DIN 53906 – Glimmzeit: 0 s

Prüfung nach DIN 66083 (Vornorm)
– Brennkategorie S b

Darüber hinaus zeichnet sich dieses neue Material auch dadurch aus, daß hier keine nennenswerte statische Aufladung wie etwa bei synthetischen Fasern auftritt (Tab. 5). Sie liegt in der gleichen Größenordnung wie bei Baumwolle und niedriger als bei Baumwolle FR. Auch hinsichtlich Färbung und Ausrüstung bestehen keine Probleme. Selbst eine Fluorcarbonausrüstung beeinflußt die Schwerbrennbarkeit gemäß den DIN-Prüfungen nicht.

Tabelle 5: Statische Aufladung nach DIN 53482 (25°C/30% r.F.)

Aramid	3 × 10 ¹² ohm
Mischgewebe 67/33 Viscose FR/Aramid	8 × 10 ⁹ ohm
Mischgewebe 67/33 PES/Bw	3 × 10 ¹¹ ohm
Baumwolle, schwerentflammbar	2 × 10 ¹⁰ ohm
Baumwolle	6 × 10 ⁹ ohm

Bei geeigneter Konstruktion entspricht die Schutzbekleidung aus diesen Mischgeweben den Anforderungen der neuen DIN 32 761: Schutzanzug gegen kurzzeitigen Kontakt mit Flammen.

Der Hitzeschutz des Mischgewebes ist dem von Aramiden durchaus ebenbürtig. Zusätzlich kann es noch zur Strahlenreflexion aluminisiert werden.

Wie Ergebnisse aus der industriellen Verwendung zeigen, ist das Mischgewebe für viele gefährdete Bereiche, wie etwa für Schweißer, an Schmelzöfen, bei Schleifarbeiten usw., geeignet.

Wichtig für den Arbeitsschutzsektor wie auch für Einsatz-

uniformen von Feuerwehr, Polizei und Kampfbekleidung ist die gute Waschbarkeit, auch bei höheren Temperaturen. Auch einer Chemischreinigung steht nichts im Wege.

Zwangsläufig sucht man nach all dem, was bisher an Positivem aufgezählt wurde, auch nach einem Pferdefuß an der Sache. Dies dürfte wohl vor allem der etwas höhere Preis sein, der aber immerhin wesentlich unter dem von Aramidgeweben liegt.

Zum Abschluß soll noch darauf hingewiesen werden, daß

zur Optimierung des Schutzes gegen Flammen und thermische Strahlung nicht nur die Oberbekleidung beiträgt. Aus diesem Grunde wurde eine Unterwäsche aus der gleichen Mischung Viscose FR/Aramid 67/33 in der Bindung rechts/rechts-gerippt entwickelt, der von den Testpersonen gute Trageeigenschaften bescheinigt wurden.

All denen, die durch ihre Arbeit, durch Graphiken und Hinweise zu diesem Vortrag mit beigetragen haben, sei an dieser Stelle der Dank ausgesprochen.

Der **genaue** Wortlaut der dem Vortrag gefolgten Diskussion wurde nicht auf Band aufgezeichnet und kann daher nicht wortgetreu veröffentlicht werden.

Möglichkeiten des Einsatzes von Mischungen mit flammhemmenden Viskosefasern

Dr. Heiner Zimmermann, Hoechst AG, Frankfurt a. M., Bundesrepublik Deutschland

Flammhemmende Viskosefasern sind infolge ihrer Feuchtigkeitsaufnahme und ihrer Verkohlungs bei Einwirkung einer Zündquelle gut als Mischungspartner für andere flammhemmende Fasern geeignet.

Berichtet wird im einzelnen über Untersuchungen an Mischungen mit flammhemmenden Polyesterfasern, Wolle, aromatischen Polyamidfasern und Mehrfachmischungen. Dabei werden Einsatzmöglichkeiten dieser Mischungen bei Heim- und Haus-textilien sowie Uniformen und Arbeitsbekleidung angesprochen.

Ergebnisse von Brandversuchen nach unterschiedlichem Prüfverfahren werden diskutiert.

Because of their water retention and their charring properties, when ignited, flame retardant viscose fibres are possible partners for blending with other flame retardant fibres. Therefore, different blends with other flame retardant fibres were investigated.

The properties of blends with flame retardant polyester fibres, with wool, and with aromatic polyamides in different blend ratios are reported in detail. Possible end uses of these blends are mentioned for use both in home textiles and for uniforms and protective workwear. The results of comparative burning tests are discussed.

Der weltweite Verbrauch an Chemiefasern zeigte auch in den vergangenen Jahren zum Teil noch höhere Steigerungsraten als die Gesamtwirtschaft. Der Regionalvergleich zeigt allerdings, daß diese hauptsächlich außerhalb der großen westlichen Industrieländer erwirtschaftet wurden und macht damit zum Teil die vergangene Krise der Chemiefaserindustrie dieser Länder erklärlich. Neben der Rationalisierung zeigte sich die Entwicklung von Spezialprodukten als eine sinnvolle Möglichkeit, die Krise zu überwinden. Diese Möglichkeit wurde von allen europäischen Faserherstellern genutzt, wobei jeder versuchte, spezielle Marktnischen zu finden, in denen die meist doch teureren Spezialtypen untergebracht werden konnten. Verstärkt wurden diese Anstrengungen in Sektoren unternommen, die weniger durch modische Aspekte beeinflußt werden und bei denen technische Argumente eher als Verkaufshilfe verwendet werden können.

Zu diesen Sektoren gehört auch der Objekt- und Behördenbereich. Hier initiierte ein verstärktes Sicherheitsbewußtsein eine Reihe von Entwicklungen, zu denen im textilen Bereich vor allem die Entwicklung flammhemmender Artikel zu zählen ist. Neben flammhemmenden Ausrüstungen haben sich hier in letzter Zeit flammhemmend modifizierte Chemiefasern durchgesetzt.

1. Eigenschaften flammhemmender Viskosefasern

Zu den neuesten Entwicklungen gehören flammhemmende Viskosefasern. Gewöhnlich werden sie durch Zusatz einer organischen, halogenfreien Phosphorverbindung als pigmentförmiges Additiv hergestellt.¹ Die Fasern zeigen die in Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften.

Tabelle 1: Physikalische Faserdaten von Danufil CS

		1.7 dtex	3.3 dtex
Feinheitsfestigkeit	trocken (cN/tex)	20 ... 22	18 ... 20
	naß (cN/tex)	10 ... 12	9 ... 11
Knotenfestigkeit	trocken (cN/tex)	10 ... 12	9 ... 11
Hochzugkraft-dehnung	trocken (%)	20 ... 22	24 ... 27
	naß (%)	22 ... 24	26 ... 30
Wasserrückhaltevermögen nach DIN 53 814	(%)	75 ... 80	75 ... 80
Feuchtigkeitsaufnahme im Normklima	(%)	10 ... 11	10 ... 11
LOI-Wert	(%)	27 ... 29	27 ... 29

Durch die Modifizierung wird hauptsächlich die Faserfestigkeit beeinflußt, Dehnung und Feuchtigkeitsaufnahme werden kaum verändert. Sie zeigt von allen flammhemmenden Chemiefasern die höchste Feuchtigkeitsaufnahme.

Bei Brennversuchen an Geweben werden nach DIN 54336 (Kleimbrenner-Senkrechttest) geringe Nachbrennzeiten gefunden, bei schärferen Tests, wie sie z. B. bei Dekostoffen in Deutschland (DIN 66082 Vb, Brandschacht) oder Frankreich (NFP 92507, M1 oder M2) gefordert werden, erfüllen diese Artikel hingegen nicht mehr die Anforderungen. Eine für viele Einsatzgebiete wichtige Eigenschaft ist die Bildung einer Kohleschicht beim Verbrennen, ohne daß ein Nachglimmen stattfindet. Die Toxizität der Brandgase wird durch die Modifizierung nicht erhöht. Die Verarbeitung der Fasern kann nach üblichen Verfahren erfolgen, wobei infolge der geringeren Festigkeit eine möglichst schonende Arbeitsweise empfohlen wird.

Diese Eigenschaftskombination macht die Faser prädestiniert für Einsatzgebiete, bei denen einerseits eine gewisse Feuchtigkeitsaufnahme gefordert wird, andererseits auf die Bildung einer Kohleschicht bei Einwirken einer Flamme zur Erhöhung der Sicherheit Wert gelegt wird. Falls daneben höhere Festigkeit oder gutes Waschverhalten mit niedrigem Schrumpf gefordert wird, können flammhemmende Viskosefasern nicht mehr in 100%-Verarbeitung eingesetzt werden, jedoch hat es sich gezeigt, daß Mischungen mit verschiedenen anderen flammhemmenden Fasern hier sehr positive Eigenschaftskombinationen aufweisen. Auf einige Ergebnisse mit Mischungen wird nachfolgend eingegangen.

2. Mischungen von flammhemmenden Viskosefasern mit Wolle

Von Interesse sind solche Mischungen speziell für Möbelstoffe. Einzelne Versuche mit Geweben in leichteren Gewichtsklassen um 300 g/m², wie sie für Uniformen einsetzbar sind, erreichten in den Mischungen 65 % Viskose CS/35 % Wolle nach DIN 66083 die Brennklasse Sb, sind aber alleine vom Pflegeverhalten her für diesen Sektor nicht so interessant wie die nachfolgend beschriebenen Mischungen.

Für den Möbelstoffbereich sind zwei Fragen von Interesse. Dies betrifft einerseits den Einfluß von Konstruktionen, Gewicht und Mischungsverhältnis auf das Brennverhalten, andererseits die Erfüllbarkeit vorhandener Brennormen.

Für Möbelstoffe existieren zur Zeit drei hauptsächlich angewandte Normen: die am leichtesten zu erfüllende ist dabei die von der Automobilindustrie international anerkannte MVSS 302. Diese Norm wird von Viskose CS/Wolle-Mischungen erfüllt, auch ohne daß die Wolle zusätzlich schwerbrennbar ausgerüstet ist. Hier können die Mischungen also beispielsweise dazu verwendet werden, durch die unterschiedliche Anfärbbarkeit der Fasern Stückfärbefekte über die Mischung zu erzielen.

Ähnlich verhält es sich mit dem britischen Standard BS 5852, Part. 1. Die geprüften Gewebe erfüllen in einem weiten Gewichts- und Mischungsbereich mit normalem PU-Schaum den Zigaretten- und den Butanflammtest. Ein interessanter Fall tritt allerdings bei Mischungen mit hohen Viskose-CS-Anteilen auf. Hier wird zwar der Butanflammtest bei Unterpolsterung mit Normalschaum erfüllt,

nicht aber der Zigarettentest, bei dem das Glimmen der Zigarette sehr stark verzögert wird und nach ca. 40 bis 50 Minuten der Schaumstoff zu brennen anfängt. Eine Erklärung könnte nur darin zu sehen sein, daß durch die lange Einwirkungsdauer der Zigarettenglut die Hitze im darunterliegenden Schaumstoff zur Pyrolyse und durch Hitze-speicherung dann weiter bis zur Entzündung führt. Konstruktionsinflüsse sind bei Brennversuchen mit diesem Standard zu vernachlässigen.

Die dritte, für Möbelstoffe vorgeschriebene Prüfung, ist die FAR 25.853, der sogenannte Boeing-Test, für die Flugzeugindustrie. Hier können Mischungen von flammhemmenden Viskosefasern und Wolle nur dann eingesetzt werden, wenn die Wolle zusätzlich mit einer Zirpro-Ausrüstung versehen wird. Selbst dann müssen gewisse Nachbrennzeiten in Kauf genommen werden, die allerdings meist unter dem in der Norm vorgeschriebenen Limit von 15 Sekunden bleiben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Mischungen von flammhemmenden Viskosefasern mit Wolle gebrauchstüchtige und modische Artikel für Möbelstoffe ergeben, die im Objektbereich ihren Platz gefunden haben. Lediglich für Einsatzgebiete mit verschärften Anforderungen muß die Wolle zusätzlich ausgerüstet werden.

3. Mischungen von flammhemmenden Viskosefasern mit flammhemmenden Polyesterfasern

Bei diesen Mischungen zeigt sich die Problematik von Brennprüfungen besonders deutlich. Obwohl beide Fasern in 100%-Qualitäten im Kleinbrenner-Senkrechttest überhaupt nicht oder nur wenig nachbrennen, kann es bei Mischungen zum kompletten Abbrand kommen. Die Flammenausbreitungsgeschwindigkeit ist dabei allerdings gegenüber Qualitäten aus Polyester/Baumwolle stark reduziert. Sie liegt bei letzteren bei ca. 1200 bis 1500 mm/min, dagegen bei Qualitäten aus der flammhemmenden Mischung nur bei ca. 300 bis 500 mm/min. Auch zeigt sich ein starker Konstruktions- und Gewichtseinfluß, so daß man auch Qualitäten erhalten kann, die z. B. nach DIN 54336 nur geringe Nachbrennzeiten haben.

Üblicherweise wird dieses Brennverhalten auf einen negativen Synergismus infolge der feinen Verteilung der Polyesterschmelze in dem Kohlerüst der Viskosefasern zurückgeführt. Dies trifft für Mischungen von Normalpolyester mit cellulosischen Fasern zu. Bei Mischung der flammhemmenden Fasern tritt allerdings ein überlagerter Effekt durch die Wirkung der phosphororganischen Flamm-schutzkomponenten auf, der bei anderen Mischungen nicht festzustellen ist. Hier sei z. B. die Zumischung von flammhemmenden Aramiden aufgeführt, von denen schon ein geringer Prozentsatz ausreicht, um den Artikel brennen zu lassen.

Ein weiteres Indiz für diesen überlagerten Mechanismus ist die selbstverlöschende Eigenschaft dieser Mischung, sobald bei Brennprüfungen die freie Luftzufuhr zu dem Artikel auch nur geringfügig eingeschränkt wird oder wenn – wie im Waagrechtbrenntest – dafür gesorgt wird, daß immer nur kleine Mengen von Pyrolysegasen für den Zündvorgang zur Verfügung stehen. Auf diesen Punkt soll anhand der möglichen Einsatzgebiete näher eingegangen werden.

3. 1. Möbelstoffe

Senkrechtbrenntests, wie für Möbelstoffe FAR 25853, werden mit dieser Mischung nicht erfüllt. Anders verhält es sich bei Prüfungen in kompletten Stühlen wie z. B. nach BS 5852. Hier wurden die in Tabelle 2 dargestellten Kombinationen von Geweben mit unterschiedlichen Mischungen zusammen mit normalem PU-Schaumstoff sowie mit einem verkohlenden Interliner auf 100 % flammhemmender Viskose bzw. mit einem schwerbrennbaren PU-Schaum getestet.

Alle Kombinationen erfüllen klar den Zigarettentest und Butanflammentest. Erst beim Test mit Crib Nr. 5 zeigen sich

Tabelle 2: Brennverhalten von Möbelstoffen aus Trevira CS/ Danufil CS nach BS 5852

	Zigarette			Butanflamme			Crib No. 5		
	Normal Schaum		FR Schaum	Normal Schaum		FR Schaum	Normal-Schaum		FR-Schaum
	ohne Interliner	mit Interliner		ohne Interliner	mit Interliner		ohne Interliner	mit Interliner	
TREVIRA CS/ Danufil CS 70/30 Intim-Mischung	+	+	+	+	+	+	-	+	+
TREVIRA CS/ Danufil CS 50/50 Intim-Mischung	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TREVIRA CS/ Danufil CS 50/50 Kette-Schuß- Mischung	+	+	+	+	+	+	-	+	+

+ erfüllt
- nicht erfüllt
Interliner: 100 % Danufil CS

Unterschiede. Da für diese Tests die schwereren Crib's aus Kiefernholz genommen wurden, bricht die Kohleschicht bei zu hohem PES-Anteil zusammen, und der Schaumstoff entflammt. Ein ähnlicher Effekt tritt auf, wenn die Fasern nicht intim im Garn gemischt sind, sondern eine Systemmischung Kette PES CS/Schuß Viskose CS eingesetzt wird.

Neben dem Brennverhalten sind auch die Gebrauch- und Pflegeeigenschaften dieser Möbelstoffe ausgezeichnet.

3. 2. Bettwäsche

Besonderes Interesse bei Kranken- und Altenheimen, Hotels etc. findet die Mischung flammhemmende Polyesterfasern mit flammhemmender Viskose im Bettwäschesektor. Nach Schätzungen der Feuerwehr werden 70 % der Brandfälle, bei deren Auslösung Textilien beteiligt sind, durch Bettenbrände initiiert. Das optimale Mischungsverhältnis liegt hier bei PES/Viskose 65/35, da es durch Normal-Polyester/Baumwolle in diesem Bereich gut etabliert ist. Die Pflegeeigenschaften dieser Qualitäten sind ausgezeichnet, die Artikel wurden im Krankenhaus bis zu 100 Kochwäschen unterzogen und positiv beurteilt. Gegenüber den in England beispielsweise zur Verringerung des Brandrisikos eingesetzten Bettwäsche aus 100 % Polyester ergibt die Mischung Vorteile bei der elektrostatischen Aufladung, was vor allem die Handhabung erleichtert, und den Schlafkomfort, wenn z. B. wasserdichte Betteinlagen verwendet werden, verbessert.

Für den Bettensektor gibt es bis jetzt noch keine Normen. Erste Arbeiten in England und Skandinavien werden in Anlehnung an die Praxis mit Bettenmodellen durchgeführt, bei denen der komplette Bettenaufbau geprüft wird. Als Zündquellen kommen Zigaretten, Streichhölzer bzw. die Butanflamme sowie als stärkste Gefährdung eine brennende Zeitung in Frage. Die Versuche wurden in Zusammenarbeit mit Professor Achilles, dem Branddirektor von Frankfurt, durchgeführt, wobei sowohl das in Abbildung 1 dargestellte Modellbett verwendet wurde als auch Großtests an normalen Betten durchgeführt wurden².

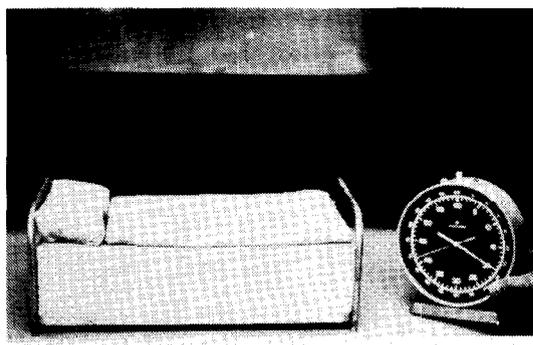


Abb. 1: Modellbett für Brennversuche



Abb. 2: Bettenbrennversuch mit:
linke Reihe: Trevira CS/Danufil CS 65/35,
rechte Reihe: Baumwolle



Die Übereinstimmung zwischen beiden Methoden ist gut. Auch hier zeigt sich, daß die Mischbettwäsche im Waagrechtbrenntest bzw. im Bettenbrennversuch nicht einmal mit einer Zeitung als Zündquelle eine Brandausbreitung zeigt (Abb. 2).

Selbst wenn der Fall simuliert wird, daß ein Bettuch aus dem Bett heraus senkrecht nach unten hängt und senkrecht gezündet wird, brennt es nur bis zur Matratzenkante und erlischt dann.

Als weiteres Einsatzgebiet kommen im Bettenbereich Matratzenbezüge in Frage. Speziell im Krankenhaus müssen diese Stoffe gut waschbar sein, so daß eine Ware aus 100 % flammhemmender Viskose nicht verwendet werden kann. Da bei Einsatz von Normalschaum, aber bei Flammeneinwirkung, eine ausreichend starke Kohleschutzschicht vorhanden sein muß, muß der Anteil der Viskose deutlich überwiegen. Positive Ergebnisse werden hier mit Henkelplüschgestriken erzielt, die im Grund nur Filamentgarne aus flammhemmendem Polyester haben, wodurch sich ein Polyesteranteil von 15 bis 20 % ergibt. Dies gewährleistet einerseits die Dimensionsstabilität bei der Wäsche, die von der flammhemmenden Viskose gebildete Kohleschicht ist aber stark genug, um bei Prüfung im kompletten Bettenmodell selbst Crib Nr. 5 standzuhalten.

3. 3. Arbeitsbekleidung und Uniformen

Der Markt für Berufsbekleidung beträgt in der Bundesrepublik Deutschland ca. 40 Mio. Teile pro Jahr. Dies entspricht einem Faserbedarf von etwa 25.000 Jahrestonnen. Von diesen Mengen fließen über 30 % in den Mietwäschebereich, bei dem zur Zeit der überwiegende Teil aus Polyester/Baumwoll-Mischungen oder sogar aus 100 % Synthefasern besteht. Die Vorzüge dieser Mischungen sind das angenehme Trageverhalten, die gute Pflegbarkeit sowie die Haltbarkeit. Auch beim Brennverhalten sind sie günstiger als reine Baumwolle in vergleichbaren Gewichtsklassen, wie viele Versuche gezeigt haben³.

Dies betrifft die Entzündbarkeit, die bei den Mischgeweben geringer ist, und das Nachglimmen bei der Baumwolle, das immer wieder zu neuem Aufflammen führen kann. Polyester/Baumwoll-Mischgewebe können je nach Konstruktion und Ausrüstung nach der Brennorm für Arbeitsbekleidung DIN 66083 in Brennkategorie Sd eingestuft werden. Für viele Bereiche mit höherem Entzündungsrisiko reicht dies aber oft nicht aus. Bei genauer Analyse der be-

troffenen Einsatzbereiche kann man verschiedene Risikofelder abgrenzen, die spezielle Entwicklungen für flammhemmende Kleidung erfordern.

Nach Brose⁴ fällt in diesen Bereich sogar schon der Maschinenschutzanzug, da man es nie ausschließen kann, daß Arbeiter in diesem Bereich bereits sporadisch Flammen, Schleifhexen- oder Schweißspritzern ausgesetzt werden. Die Schutzfunktion muß allerdings dabei noch nicht wie beim Schutzanzug gegen kurzzeitigen Kontakt mit Flammen nach DIN 66083 Klasse Sb erfüllen. Für diesen Bereich sowie für Uniformen wurden daher Entwicklungen begonnen, die den Anforderungen hinsichtlich Risikominderung, Pflegeleichtigkeit und Kosten entsprechen sollten.

Bei unseren Untersuchungen mit Mischungen aus flammhemmendem Polyester mit flammhemmender Viskose, die gemeinsam mit dem Bundeswehrbeschaffungamt durchgeführt wurden, stellten wir nämlich fest, daß trotz des Brennverhaltens nach DIN 54336 fertig konfektionierte Anzüge im Puppenbrennversuch ausgezeichnete Ergebnisse brachten, wie auch die Abbildung 3 zeigt.

Ein unter dieser Schutzkleidung getragenes Unterhemd aus reiner Baumwolle ist selbst nach 1 Minute Beflammungszeit kaum angekohlt und nicht mit dem Obergewebe verklebt, was zeigt, daß die sich bildende Polyesterschmelze komplett im Obergewebe aufgesaugt wird. Dieses Brennverhalten läßt sich wiederum durch den eingeschränkten Luftzutritt erklären. Selbst am Hosenbein, das ja sehr weit vom Körper absteht, erlischt die Flamme, da auch hier durch den Hosenbündenschluß kein ungehinderter Luftaustausch möglich ist.

Nach diesen Praxisversuchen war es nötig, eine vernünftige Laborprüfung zu finden, die diese Ergebnisse ebenfalls wiedergab. Durch eine geringfügige Modifizierung von DIN 54336 ist dies möglich. Dabei wird an die Rückseite des Halterahmens für den Stoff zusätzlich eine Asbestplatte montiert. Der durch den Halterahmen bedingte Abstand des Stoffes zur Asbestplatte simuliert realistisch den meist vorhandenen Abstand zwischen Körper und Kleidung. Wie die nachfolgenden Abbildungen zeigen (Abb. 4 und 5), erhält man mit dieser modifizierten Apparatur bei einem Schutzbekleidungsstoff aus Trevira® CS/Danufil® CS 50/50 keine Nachbrennzeit, während das Gewebe ohne Rückenabdeckung abbrennt. Die Ergebnisse dieser Versuche wurden als Diskussionsbasis in den Normenausschuß eingebracht, um eine nach unserer Meinung praxisgerechte



Abb. 3: Puppenbrennversuch mit Trevira CS/Danufil CS 50/50

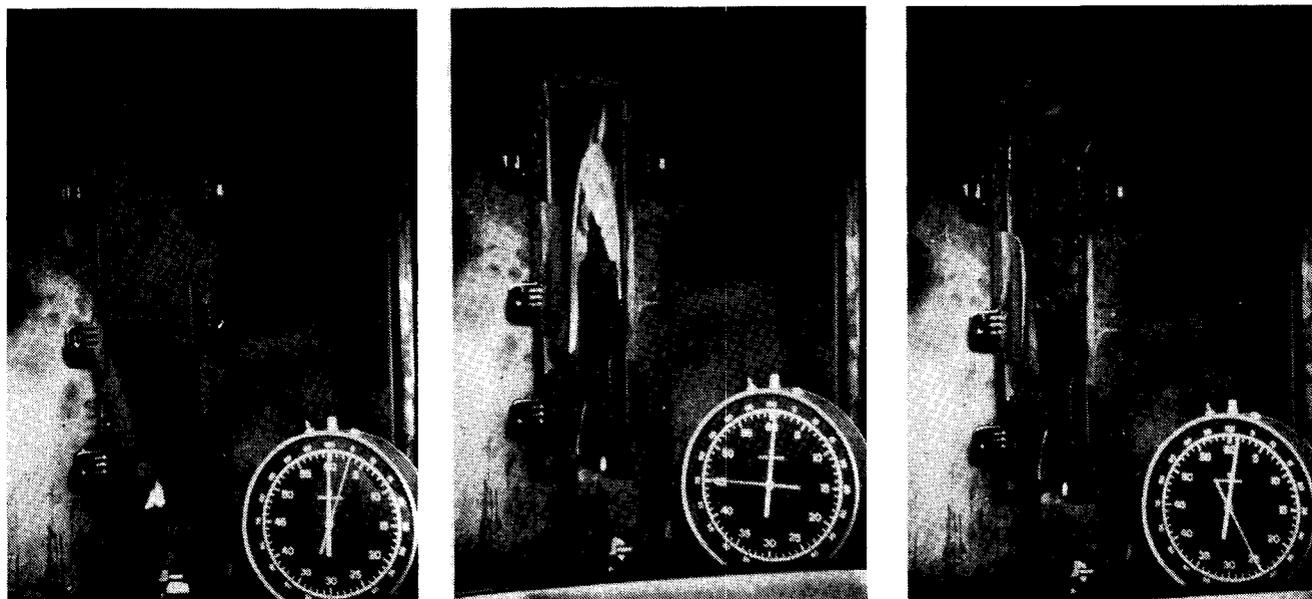


Abb. 4: Laborbrennversuch mit Trevira CS/Danufil CS 50/50 ohne Rückenabdeckung

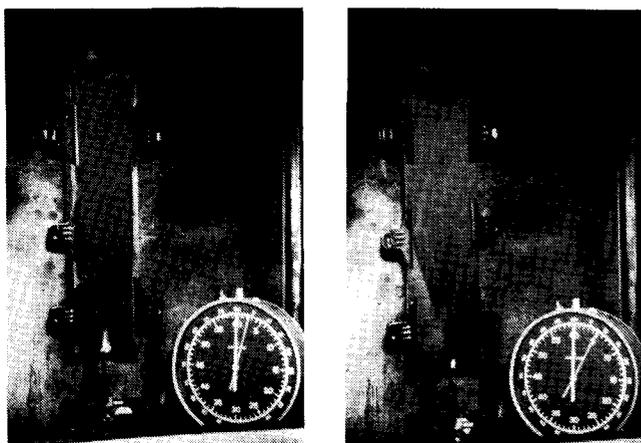


Abb. 5: Laborbrennversuch mit Rückenabdeckung

beitsgruppe im DIN gegründet wurde. Entwicklungen wurden hier mit Mischungen aus flammhemmenden Viskosefasern mit aromatischen Polyamiden des Typs Poly-m-phenylenterephthalamid durchgeführt. Je nach Einsatzgebiet erfüllen hier unterschiedliche Gewichtsklassen und Konstruktionen die gestellten Anforderungen. Beispielhaft sind in Tabelle 3 Prüfdaten für einen Artikel in Atlasbindung mit 340 g/m² in der Mischung 65% Viskose CS/Aramid angegeben.

Danex® CS ist dabei ein eingetragenes Warenzeichen für die Mischung Danufil CS/Teijinconex®; Schutzanzüge aus dieser Mischung haben inzwischen in Praxistests ihre positiven Eigenschaften bewiesen. Besonders das Pflegeverhal-

Tabelle 3: Eigenschaften von Geweben aus Danex CS

PRÜFVERFAHREN			
Reißfestigkeit K/S	DIN 53857	DaN	143/94
Dehnung K/S		%	24,6 / 20
Pilling	ICI		2 - 3
Feuchtigkeitsaufnahme	Normklima	%	7
Oberflächenleitfähigkeit	DIN 54345	Ω ⁻¹	10 ⁸ - 10 ⁹
Waschschrumpf 3 x 95 °C K/S	DIN 53892	%	2,5 / 1,0
Thermoschrumpf 195 °C, 1 min.	HOECHST	%	0 / 0
Bügelechteit trocken 175 °C, 30 sec.	DIN 54022		4 - 5
Lichtechtheit	DIN 54004		6 - 7
Schweißechtheit	DIN 54020		5
Reibechtheit trocken	DIN 54021		4
naß			3
Brennverhalten	DIN 66083		Sb
Nachglimmen		sec.	0
Schleifhexentest	HOECHST		keine Lochbildung
Schutzwirkung gegen Warmefluß bei 955 °C	Teijin		
Schmerzempfinden		sec.	3,0
Blasenbildung		sec.	7,5

Prüfmethode für Maschinenschutzanzüge und ähnliche Einsatzgebiete zu geben.

Die Gewebe zeigen neben dem guten Brennverhalten auch sehr gute Festigkeit, Strapazierfähigkeit, Waschbarkeit sowie angenehmen Griff und guten Tragekomfort. Großversuche mit Schutzbekleidung aus der Mischung flammhemmender Polyester/flammhemmende Viskose laufen zur Zeit an verschiedenen Stellen.

4. Mischungen von flammhemmenden Viskosefasern mit aromatischen Amiden

Für Bereiche mit höherer Gefährdung durch Hitze und Flammen benötigt man Gewebe und Anzüge, die es dem Träger gestatten, auch größeren Flammen so lange zu widerstehen, daß er flüchten kann. Dazu darf das Material in keinem Fall schrumpfen; eine eventuell gebildete Kohleschicht soll möglichst stabil sein, und die Schutzwirkung gegen Hitzedurchgang soll zumindest während der Mindestfluchtzeit Verbrennungen dritten Grades verhindern. In diesen Bereich gehört auch schon der Schutzanzug gegen kurzzeitigen Kontakt mit Flammen, bei dem für das Brennverhalten nach DIN 66 083 Klasse Sb gefordert wird, sowie der Schweißerschutzanzug, für den gerade eine Ar-

ten und der geringe Kochwaschschumpf bedeuten einen großen Vorteil gegenüber Schutzanzügen mit nachträglicher Flammenschutzrüstung. Hervorragend werden der Griff und der Tragekomfort beurteilt, die beide auch nach 50maliger Wäsche einwandfrei sind. Dasselbe gilt für das Brennverhalten. Auch hier wird nach 50 Wäschen noch Klasse Sb erreicht. Die Ware glimmt nicht nach und zeigt bei einem Test mit Schleifhexenfunken keine Lochbildung. Bei Beflammung reißt die sich bildende Kohleschicht nicht auf und gibt auf Grund eines geringen Hitzedurchgangs eine gewisse Fluchtzeit.

Tabelle 4: Thermische Eigenschaften von Geweben für Hitzeschutzkleidung

Material		50 % Danufil CS 50 % Aramid	33 % Danufil CS 33 % Aramid 33 % Glasfaser- text.	100 % Aramid
Gewicht	g/m ²	1090	840	915
Scheuerfestigkeit (Frank-Hauser)		n.g.	> 10.000	> 5.000
Schrumpf (K) nach 1 Std. Wärmebe- handlung 200 °C 300 °C	%	0	0	0
	%	22	0	0
Gewebefestigkeit (K) nach 1 Std. Wärmebehandlung 200 °C 300 °C	N	4737	1919	3098
	N	3223	2551	3873
	N	318	1185	2194
Gewebebeschaffen- heit 300 °C		stark vergilbt	stark vergilbt	leicht vergilbt
		nicht spröde	nicht spröde	nicht spröde
Flammendurch- schlagsbeständig- keit	min.	8	23	3,8
Brennverhalten DIN 66083		Sa	Sa	Sa
Nachglimmen	sec.	0	0	10

Für schweren Hitzeschutz reichen aber auch diese Qualitäten nicht aus. Da in diesem Bereich bis jetzt hauptsächlich Asbest eingesetzt wird, ist das Interesse nach Neuentwicklungen hier besonders groß. Die Entwicklungen wurden mit der Firma Frenzelit durchgeführt, die uns auch die in Tabelle 4 dargestellten Werte zur Verfügung stellte. Als aromatisches Polyamid wurde Poly-p-phenylenterephthalamid eingesetzt.

Alle drei Qualitäten erfüllten vom Brennverhalten nach DIN 66 083 die Klasse Sa, wobei das Aramidprodukt etwas nachglimmte. Auch die Flammendurchschlagsbeständigkeit ist hier sehr niedrig. Hingegen zeigt die Gewebefestigkeit nach Hitzebehandlung die besten Werte. Ein deutlicher Abfall tritt nur bei der Mischung Danufil CS/Aramid auf; man erhält auch bei 300° C einen deutlichen Schrumpfeffekt. In der Scheuerprüfung verhält sich die Dreiermischung mit Glasfilamentgarn am günstigsten. Aufgrund dieser Ergebnisse können die Mischgewebe mit Glasfasern überall eingesetzt werden, wo kein direkter Hautkontakt besteht, für Handschuhe und ähnliche Teile ist 100% Aramid die technisch beste, aber auch teuerste Lösung. Für Innenfutter oder weniger beanspruchte Artikel kann hingegen ohne weiteres die Mischung Danufil CS/Aramid 50/50 eingesetzt werden.

5. Schlußfolgerungen

Die Entwicklung flammhemmender Viskosefasern gibt die Möglichkeit, in Einsatzgebieten, wie Möbelstoffe, Betttextilien, Uniformen und Schutzbekleidung, Artikel in Mischungen mit anderen flammhemmenden Fasern herzustellen, die die gestellten Anforderungen gut erfüllen. Bestehende Schwierigkeiten in der praxisingerechten Prüfung bei diesen Artikelgruppen sollten durch die Entwicklung geeigneter Normen beseitigt werden. Die durchgeführten Versuche sowie Großversuche mit Kunden zeigen, daß flammhemmenden Viskosefasern in Zukunft steigende Bedeutung zukommen wird.

Literatur

- 1) Technische Mitteilung; ®Sandoflam 5060, Dispersion der Sandoz AG, Basel
- 2) Achilles, E., Rieber, M.; Brandschutztechnik, 125 – 134 (1980)
- 3) Rieber, M.; Die Berufsgenossenschaft, 3 (1974)
- 4) Brose, G.; Vortrag: 21. Int. Chemiefasertagung in Dornbirn (1982)

Der genaue Wortlaut der dem Vortrag gefolgteten Diskussion wurde nicht auf Band aufgezeichnet und kann daher nicht wortgetreu veröffentlicht werden.

Viskosespinnfasern in nichtkonventionellen Einsatzgebieten

Dr. Bernd Huber, Hoechst AG, Werk Kelheim, Kelheim, Bundesrepublik Deutschland

Viskosefasern haben ein breites Einsatzspektrum. Sie eignen sich aufgrund ihrer Eigenschaften für eine Vielzahl unterschiedlichster Produkte. Neben der Verwendung für Bekleidung und Haus- und Heimtextilien, die als konventionelle Einsatzgebiete angesehen werden können, gibt es eine Reihe anderer wichtiger Einsatzgebiete, z. B. in den Bereichen

- Medizin,
- Hygiene und
- Technik.

Die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von Viskosefasern in diesen Einsatzgebieten werden vorgestellt. Dabei wird aufgezeigt, welche Vorteile die Viskosefasern in diesen Sektoren gegenüber anderen Fasern bieten und welche, zum Teil sehr hohe Anforderungen an die Fasern, insbesondere ihre Reinheit, gestellt werden müssen.

Die unterschiedlichen Produktformen, in denen Viskosefasern in diesen Einsatzgebieten Anwendung finden, werden dargestellt, und anhand einer Reihe verschiedener Endprodukte aus den genannten Anwendungsgebieten werden die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten von Viskosefasern aufgezeigt.

Rayon staple fibres cover a wide field of application. Due to their properties they are suitable for a variety of different products. In addition to their conventional use e.g. in clothing and soft furnishing there is a range of other important areas e.g.

- in medical,
- hygienics or
- technical fields.

The different possibilities for rayon staple fibres within these fields of application are shown. It is explained which advantages the rayon staple fibres have compared with other fibres, and which requirements - in certain cases very high ones - have to be made, particularly concerning the purity of the fibre.

The great variety of products within the above mentioned fields of application for rayon staple fibres is shown and by means of a number of different end products - the wide range of possibilities in the application of rayon staple fibres is demonstrated.

Viskosespinnfasern haben ein sehr breites Einsatzspektrum. Sie eignen sich aufgrund ihrer Eigenschaften für eine Vielzahl unterschiedlichster Produkte. Auch wenn wir einmal den Bekleidungssektor und den Bereich der Heimtextilien außer acht lassen, begegnen uns jeden Tag Viskosefasern in sehr vielfältigen Produktformen.

Das Ziel meines Referates ist es, einige dieser Einsatzgebiete näher vorzustellen und aufzuzeigen, welche speziellen Anforderungen dafür zu erfüllen sind (Tab. 1).

An der Typenbezeichnung unserer verschiedenen Viskosefasern kann man erkennen, zu welchen Produkten die Fasern im allgemeinen verarbeitet werden.

In erster Linie sind es drei Produktformen, in denen Visko-

sefasern in den *nichtkonventionellen Einsatzgebieten* angewandt werden, und zwar als

- Vliesstoffe,
- Watte,
- Gewebe.

Tabelle 1: Einsatzgebiete

Bekleidung	Danufil® F, K, W
Heim- und Haustextilien	Danufil® F, K, T, V Danuflor® T
Medizinalbereich	Danufil® VW
Hygienesektor	Danufil® V, KB
Technischer Sektor	Danufil® F, V

- ® eingetragenes Warenzeichen

Welche Eigenschaften oder welche Kombinationen von Eigenschaften sind es, die es ermöglichen, Viskosefasern für weit auseinanderliegende Einsatzgebiete einzusetzen? Wo liegen die Vorteile von Viskosespinnfasern gegenüber anderen Faserarten?

Von den Synthesefasern unterscheiden sich die Viskosefasern im wesentlichen durch zwei Merkmale:

- Die Viskosefaser kann Wasser oder wäßrige Flüssigkeiten sehr schnell aufsaugen und erhebliche Wassermengen binden.
- Die Viskosefaser ist vom Rohstoff und vom Herstellverfahren her eine sehr reine, physiologisch in jeder Hinsicht einwandfreie Faser.

Die wesentlichen Unterschiede zur Baumwolle zeigen sich in folgenden Eigenschaften:

- Viskosespinnfasern können für die jeweiligen Einsatzgebiete „maßgeschneidert“ werden. Das Herstellverfahren bietet die Möglichkeit, Fasereigenschaften definiert einzustellen und konstant zu halten, so z. B. die Fasergeometrie.
- Störende Verunreinigungen, die die Baumwolle mit sich bringt, wie z. B. Schalenreste und Staub, sind bei Viskosefasern ausgeschlossen. Auch der störende Kurzfasergehalt ist erheblich niedriger.
- Die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme (die Sauggeschwindigkeit) und das Wasserrückhaltevermögen ist höher als bei der Baumwolle.
- Das Herstellverfahren ermöglicht es, die Fasereigenschaften über einspinnbare Komponenten zu beeinflussen. Verändert werden können zum Beispiel das Aussehen der Fasern durch Einsatz von Farbpigmenten oder Mattierungsmitteln oder das Brennverhalten durch das Einspinnen von einem Flammschutzmittel. Eingesponnen werden auch Röntgenkontrastmittel.

Die Unterschiede zwischen Viskosefasern und Baumwolle im Verhalten gegenüber Wasser möchte ich mit folgendem Gedankenexperiment darlegen:

Fallen zwei Drahtkörbchen, gefüllt mit Viskosespinnfasern und Baumwolle, auf eine Wasseroberfläche, dann sinkt das Körbchen mit Viskosefasern schneller, da die Viskosefaser das Wasser schneller aufsaugt. Nimmt man die Proben aus dem Wasser heraus, dann ist das Baumwollkörbchen schwerer, denn das Wasserhaltevermögen der Baumwolle ist höher. Schleudert oder preßt man das Wasser ab, so stellt man fest, daß die Viskosefaser mehr Wasser zurückhält; das Wasserrückhaltevermögen ist größer.

In Kenntnis dieser Eigenschaften kann man für die verschiedenen Einsatzgebiete die geeignetste Faserart oder auch eine optimale Fasermischung auswählen.

Es gibt noch einen weiteren Unterschied zwischen Viskose-

fasern und den meisten anderen Fasertypen, der ebenfalls von entscheidender Bedeutung sein kann: der Preis der Faser.

Die Viskosespinnfaser ist im Vergleich zu den anderen bedeutenden Fasern, wie Baumwolle, Wolle, Polyester, Polyamid und Polyacryl, eine preiswerte Faser. Das hohe Preis-Leistungsverhältnis – die Kombination zwischen dem Preis und dem Leistungsvermögen aufgrund der Fasereigenschaften in einem Einsatzgebiet – ist eine der wichtigen Grundlagen für die bedeutende Stellung, die die Viskosefaser innerhalb der Gesamtfaserpalette einnimmt.

Doch zurück zu den speziellen Anwendungsbereichen unserer Viskosespinnfaser, und zwar

- zum Medizinalbereich,
- zum Bereich der Körperhygiene und
- zum technischen Sektor.

Welche speziellen Anforderungen an die Viskosefaser ergeben sich aufgrund der jeweiligen Einsatzgebiete? Für den Gesamtbereich Medizin sind die Anforderungen im Deutschen bzw. Europäischen Arzneimittelbuch festgelegt.

Beispielsweise müssen für Verbandwatte aus Viskosefasern jene Anforderungen erfüllt werden, die in Tabelle 2 angeführt sind.

Tabelle 2: Verbandwatte aus Viskosefasern (Anforderungen nach EAB)

Absinkdauer:	max 10 s
Wasserhaltevermögen:	min 18 g / g
Ausgepreßtes Wasser:	farblos
Saure Verunreinigungen:	negativ
Alkalische Verunreinigungen:	negativ
Tenside:	negativ
Wasserlösliche Substanzen: (nach 30 min Kochen)	max 0,7 %
Etherlösliche Substanzen:	max 0,3 %
Sulfid:	negativ
Farbstoffe:	negativ
Optische Aufheller:	negativ
Sulfatasche:	max 0,45 % (glzd.) max 1,7 % (matt)
Trocknungsverlust:	max 13 %

Darüber hinaus haben wir durch aufwendige Versuche in unserer toxikologischen Abteilung einschlägige Produkte geprüft, und zwar im Hinblick auf:

- akute orale Toxizität an Ratten,
- intravenöse Toxizität an Ratten,
- akute dermale Toxizität an Ratten,
- Sensibilisierungsversuche an Meerschweinchen,
- akute dermale Reizwirkung an Kaninchen (Hautverträglichkeit),
- akute Reizwirkung am Auge von Kaninchen (Schleimhautverträglichkeit).

Eine solche Untersuchung, durchgeführt im Sommer 1984 von der Pharma-Forschung-Toxikologie an unserer Type Danufil® VW 2,4 dtex/40 mm, matt, hochweiß, ergab folgendes Ergebnis:

In den vorliegenden Untersuchungen zur akuten Toxizität, zur Reizwirkung und zur sensibilisierenden Wirkung erwies sich die Viskosespinnfaser Danufil® VW 2,4 dtex/40 mm, matt, hochweiß bzw. deren wäßriges Eluat als akut nicht toxisch, nicht reizend und nicht sensibilisierend.

Bei der Planung, Durchführung und Auswertung toxikologischer Versuche sowohl an Fasern aus der laufenden Produktion als auch an Versuchstypen und für die Klärung von toxikologischen Fragen, die von den Kunden an uns herangetragen werden, ist es sowohl für uns als auch für unsere Kunden von großem Vorteil, daß wir als einer der bedeu-

tenden Pharmaproduzenten in der Welt auf dem Gebiet der Toxikologie einen über 100jährigen Erfahrungsschatz, über kompetente Fachleute und die erforderlichen Untersuchungskapazitäten verfügen.

Viskosespinnfasern werden seit langem in großem Umfang zu Mullbinden verarbeitet. Die DIN 61631 legt dafür entsprechende Anforderungen fest.

Zur Zeit sind wir mit dem Bundesgesundheitsamt im Gespräch, um die Einsatzmöglichkeiten von Viskosefasern auch für Verbandmull im DAB bzw. EAB zu verankern. Wir sehen von unserer Seite aus keine Probleme, die im Vergleich zu Verbandwatte und Mullbinden noch höheren Anforderungen mit unseren Viskosefasern zu erfüllen.

Bei dem zweiten großen Anwendungsbereich, dem Hygienesektor, sind die Anforderungen an die Faser je nach Anwendungsgebiet unterschiedlich. Die Produktpalette für dieses Einsatzgebiet reicht von Kosmetikwatten, Wattebällchen, Watte pads, Wattestäbchen, Babywindeln bis zu Slipenlagen, Damenbinden und, als größtes Einsatzgebiet Tampons.

Die höchsten Anforderungen hinsichtlich der Faserreinheit müssen dabei an die Fasern für Tampons gestellt werden, da dabei eine absolute Schleimhautverträglichkeit gewährleistet werden muß.

Die toxikologische Prüfung, durchgeführt nach dem vorgestellten Muster, weist ebenfalls nach, daß die in diesem Sektor eingesetzte Type Danufil® V 3,6 dtex/30 mm, matt, bzw. deren wäßriges Eluat als nicht akut toxisch, nicht reizend und nicht sensibilisierend einzustufen ist.

Die Viskosefasern, die für diesen Sektor hergestellt werden, entsprechen den Anforderungen für Verbandwatte nach EAB, die ich bereits vorgestellt habe.

Die Anforderungen für den technischen Sektor sind ebenfalls unterschiedlicher Art. Bei Geweben oder Vliesen für Beschichtungen stehen Haftung zum Beschichtungssubstrat und thermische Stabilität im Vordergrund, bei Viskosefasern für Kohlefaserfilze beispielsweise der Aschegehalt.

Oftmals ist auch gerade in den technischen Sektoren das günstige Preis-Leistungsverhältnis der Viskosefasern für den Einsatz von hoher Bedeutung.

Zum Abschluß möchte ich noch einmal auf die im Anfang angesprochenen drei Produktformen zurückkommen, bei denen uns in erster Linie die Viskosefasern in den aufgezählten Einsatzgebieten begegnen, nämlich als

- Vliesstoffe
- Watte und
- Gewebe.

Auf die Technik der Herstellung möchte ich nicht näher eingehen, da sie im wesentlichen bekannt ist, sondern ich möchte nur zeigen, welche Produktformen in den verschiedenen Einsatzgebieten auf dem Markt sind.

Einsatzgebiete für Vliese:

- Medizin: – Kompressen
– Wundabdeckungen
– Tupfer
– Heftpflaster

- Hygiene: – Windeln
– Damenbinden
– Dentalvlies

- Technik: – Filter (Lebensmittel, Luft, Wasser, Schmieröle)
– Dämmstoffe
– Walzenbezüge
– Polsterhilfsmittel
– Reinigungstücher
– Vliese für Beschichtungen
– Vorprodukte für Kohlenstoffilze

Einsatzgebiete für Watte:

- Medizin: – Verbandwatte

Hygiene: – Tampons
– Wattestäbchen
– Kosmetikbällchen
– Wattepad

Technik: – Polierwatte

Einsatzgebiete für Gewebe:

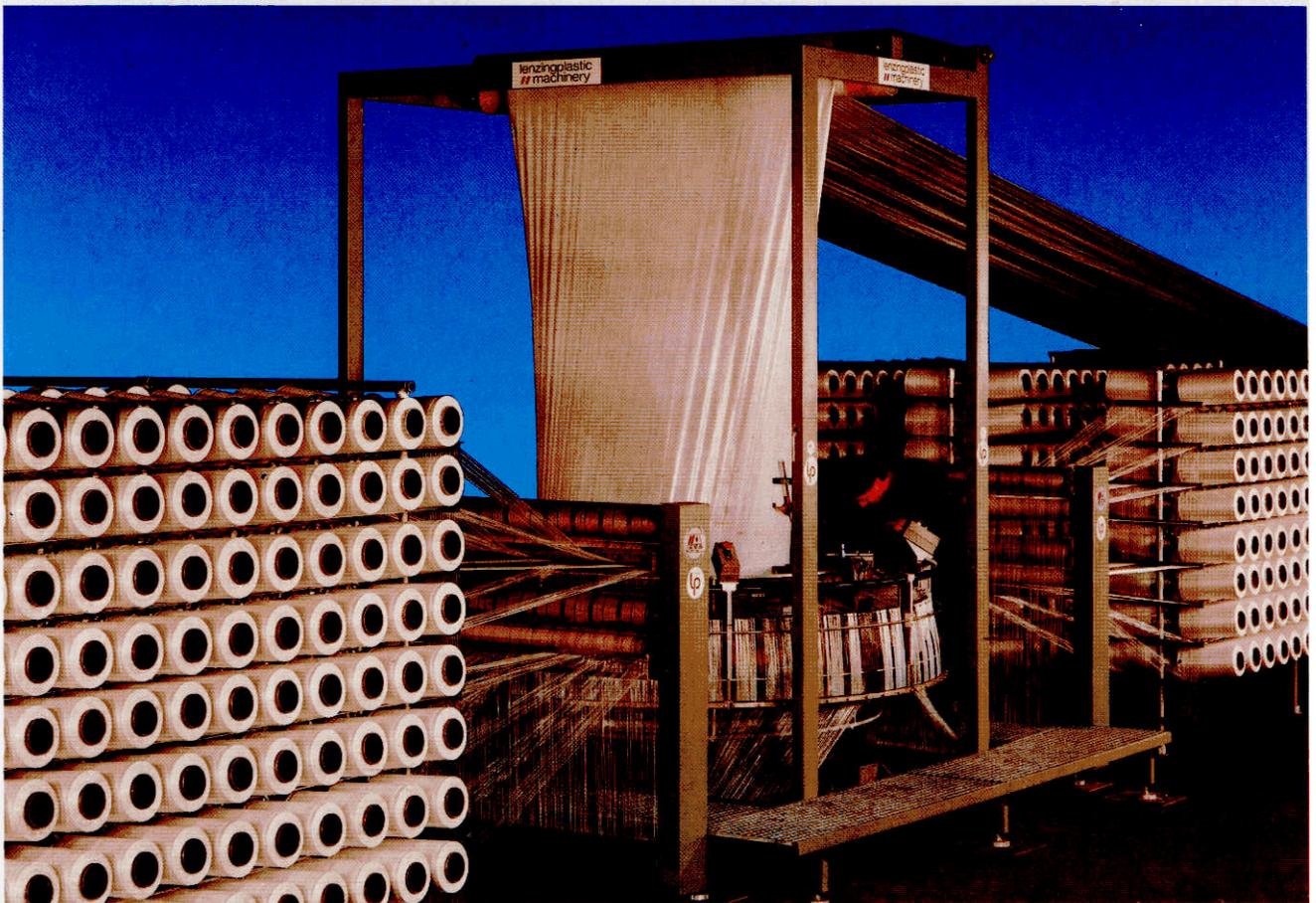
Medizin: – Wund- und Stützbinden
– Wundschnellverbände
(z. B. Hansaplast®)
– Heftpflaster
– Dreiecktücher
(Verbandmull)

Technik: – Filter
– Beschichtungsgrundgewebe
– Textilklebebänder
(Textiltapeten)

Damit wurde gezeigt, daß Viskosefasern uns täglich in einer Vielfalt von Produkten begegnen. Diese Produkte erleichtern uns das tägliche Leben, sie schützen uns, wenn wir verletzt sind, und nicht zuletzt schützen sie auch ein wenig die Schönheit. Ja, selbst wenn Sie beim Teetrinken einen Teebeutel an der Schnur nehmen und ihn betrachten, werden Sie sehen, daß Ihnen auch dabei Viskosefasern begegnen.

Vom Granulat zum Sack – alles aus einer Hand

Gehören auch Sie zum Kreis unserer Kunden, die es schätzen, auf Lenzingplastic-Maschinen Kunststoff-Folien, -Fäden, -Gewebe, -Lamine und -Säcke herzustellen?



Wir liefern die Anlagen, abgestimmt auf Ihre Kapazitäts- und Technologievorstellungen, schulen Ihr Bedienungspersonal, leisten Service und versorgen Sie im Bedarfsfall rasch mit Ersatzteilen.

Wesentlich für Ihre Entscheidung ist, daß wir schon seit den 60-er Jahren Kunststoff-Verarbeitungs-Maschinen bauen und ebenso lange die eigene Produktionserfahrung in laufende Konstruktionsverbesserungen umsetzen.

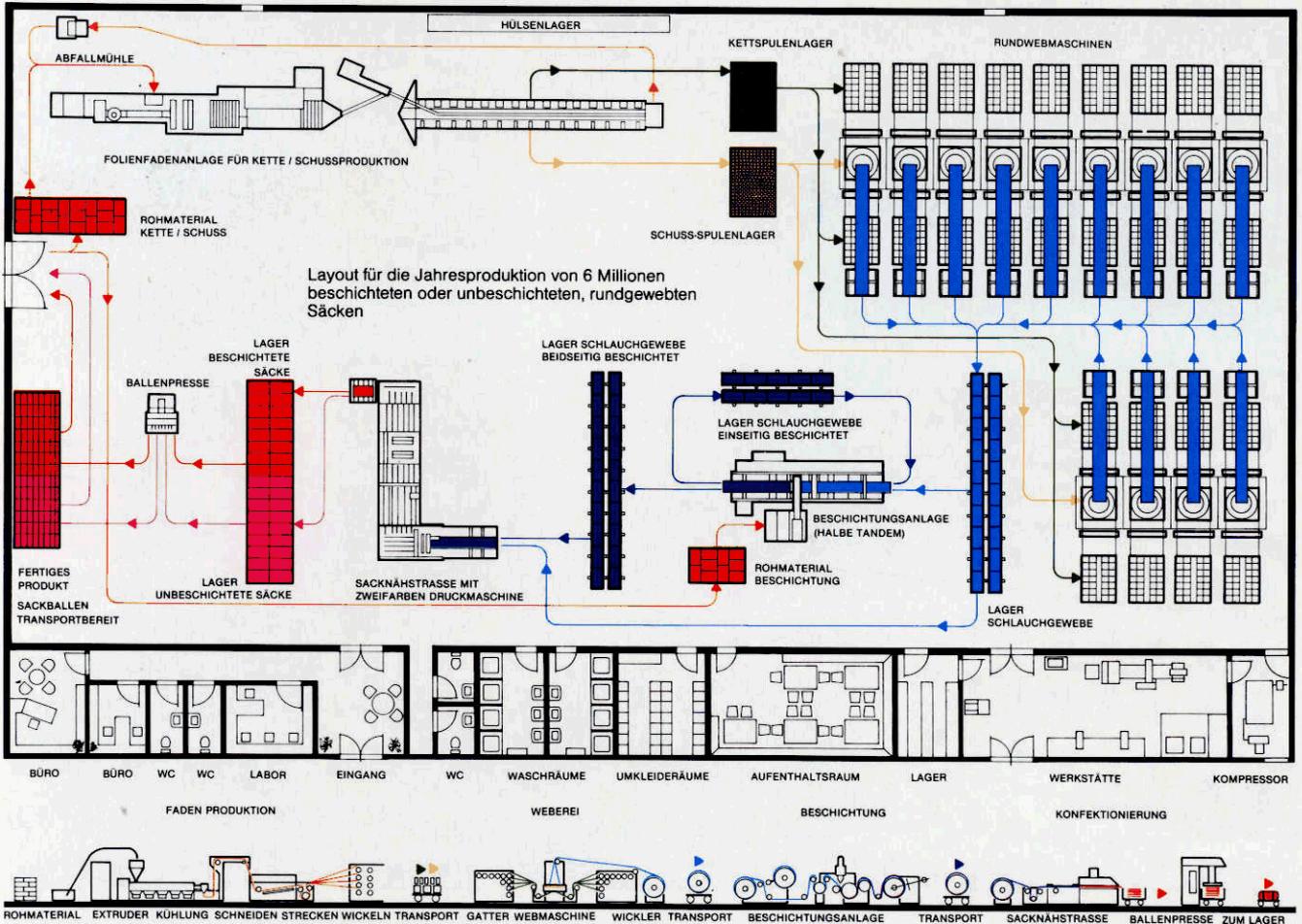
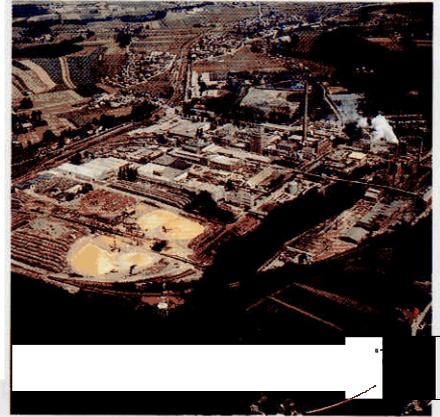
Besuchen Sie uns auf den internationalen Kunststoff- und Verpackungsmessen in Mailand, Tallin, Utrecht, Chicago oder Birmingham

lenzingplastic
// maschinen

Ein Bereich der Lenzing AG,
A-4860 Lenzing, Tel.: 0767212511,
Telex: 026-606 lenfa a

Der verlässliche Partner für schlüsselfertige Sackfabriken

Neben Kunststoffmaschinen erzeugt das österreichische Unternehmen Lenzing AG auch Textilfasern, Papier, Spezialfolien, Schnitt- und Profilholz, Prüfgeräte sowie Chemikalien. Seit mehr als 10 Jahren beträgt der Exportanteil rund 80 %. Ein Beweis für Qualität, Liefertreue und Service.



Ausgehend vom Granulat werden Folienfäden hergestellt, die als Schuß- bzw. Kettmaterial auf Rundwebmaschinen verarbeitet werden. Diese Schlauchgewebe, im Bedarfsfall durch eine Beschichtung wasserundurchlässig ausgerüstet, werden auf Sacknähtstrassen konfektioniert und bedruckt.

Unser Maschinenbauprogramm umfaßt Folienfadenanlagen, die wahlweise nach dem Chillroll-, Wasserbad- oder Blasverfahren arbeiten, 4 und 6-Schützen-Rund-

webmaschinen zur rationeilen Herstellung von Gewebeschlüssen für Säcke und Container, aber auch für Flachbahnen bis zu 42 m Breite, Beschichtungs- und Laminieranlagen, ebenfalls geeignet zur Teppichbeschichtung sowie Sacknähtstrassen mit integrierten Farbdruckwerken, die entsprechend den Kundenwünschen sowohl Flach- als auch Rundgewebe konfektionieren. Vertikal (Lenzing Oerlikon) und Horizontal-extruder zur Schlauch- und Flachfolienproduktion, Folienstreckanlagen sowie Hilfs- und Zusatz-

aggregate vervollständigen das System.

**lenzingplastic
maschinen**

Ein Bereich der Lenzing AG,
A-4860 Lenzing, Tel.: 07672/2511,
Telex: 026-606 lenfa a

Rationelle Organisation von Textilbetrieben

Dr. D. Lehner, Linz Textil AG, Linz, Austria

Das Referat beleuchtet den Begriff Organisation unter dem nach Auffassung des Referenten zeitgerechten Begriff „Entscheidungsprozeß Management“. Die Art des Entscheidungsprozesses, den man haben will, bestimmt die Organisation.

Unter diesem Gesichtspunkt wird das Referat in drei Teile aufgeteilt:

1. Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, daß Organisation möglich ist?
2. Festlegung der Organisation mit dem Entscheidungsprozeß als Hauptkriterium
3. Kritische Elemente beim Funktionieren einer Organisation

Das Referat stellt im ganzen gesehen den Begriff der Organisation bzw. des Entscheidungsprozesses in der Textilindustrie als einen sehr relevanten Aspekt einer Industrie dar, die im Begriff ist, eine neue technologische Stufe im Übergang zu einem Höchstproduktivitätsstandard zu erreichen.

The paper analyses the term organization in the light of the more recent term "decision process management" in the author's view. It is the kind of decision process wanted which determines the organization.

With reference to this approach the paper is divided into three parts:

1. Which prerequisites are to be fulfilled to make organization possible?
2. Determination of organization in accordance with the decision process as main criterion
3. Critical elements in organizational function

The paper generally presents the terms organization and decision process respectively in the textile industry as a very important aspect of an industry which is about to achieve a new technological level on the way towards a standard of maximum productivity.

In der Unternehmungsführung gibt es zwei Begriffe, die in der Aufgabenstellung in der Praxis oft wenig klar und transparent dastehen. Ich spreche von den beiden Begriffen Organisation und Planung. Die Entwicklung dürfte zeigen, daß der Begriff Organisation in Zukunft stark an Gewicht gewinnen wird, währenddem der Begriff Planung, bedingt durch das erhöhte Tempo der Veränderung der Umweltdaten, in vielen Firmen im Moment an Gewichtung verliert.

Organisation kann bis zu einem gewissen Ausmaß Planung substituieren, in diesem Sinne versuche ich, einige Elemente des Begriffes Organisation zu beleuchten, die meines Erachtens für die Textilindustrie von Bedeutung sind.

Man kann Organisation als überlagerte Managementfunktion sehen und Organisation entsprechend mit Entscheidungsprozeßmanagement umschreiben. Dieser Funktion kann die gleiche Bedeutung zugeordnet werden wie den bekannten Funktionen Produktionsmanagement, Marktmanagement, Finanzmanagement, währenddem diese letzten drei Funktionen uns vertraut sind, und etwas Handgreifliches haben, ist der Begriff der Organisation eher abstrakt.

Es besteht daher die Gefahr, daß man den Begriff Organisation letztlich zu wenig ernst nimmt, wenn nicht sogar ganz übersieht.

Organisation hat in der Funktion als Entscheidungsprozeßmanagement dafür zu sorgen, daß der gesunde Menschenverstand bei allen Entscheidungen zum Zuge kommt und sich keine falschen Dogmen in den Entscheidungsprozeß einschleichen.

Hier ein Beispiel, bei dem Sie Sonnenkönig Ludwig XIV als Unternehmung sehen können und seinen Arzt Dr. Daquin als Organisation:

Im Kopf des Doktors Daquin saß das Dogma, es gebe im ganzen menschlichen Körper keinen gefährlicheren Infektionsherd als die Zähne, und es schloß der Doktor daraus, daß man Zähne allenfalls im Munde eines gewöhnlichen Untertanen belassen könne, bei seiner Majestät dem König aber müßten sie allesamt gezogen werden, solange sie noch gesund seien.

Dagegen sträubte sich Ludwig XIV. Aber Daquin wandte jenen psychologischen Trick an, mit dem er jede seiner Ideen bei Ludwig durchzusetzen wußte: Er sagte dem mächtigen Herrscher Europas, seine Gesundheit wäre gleichbedeutend mit seiner Glorie, und darum sei es für seine königliche Glorie nötig, daß ihm die Zähne allesamt gezogen würden. Am folgenden Tag notierte der Leibarzt in sein Tagebuch: „Seine Majestät der König hat mir geantwortet, er sei für seine Glorie zu allem bereit, sogar zum Sterben.“

Ludwig XIV war nicht gerade gestorben, aber der Doktor Daquin ging immerhin so geschickt vor, daß er dem König, zusammen mit den unteren Zähnen, auch gleich den Kiefer zerbrach und ihm, zusammen mit den oberen Zähnen, einen großen Teil des Gaumens herausriß.

Der königliche Unterkiefer wuchs nach einer Weile wieder zusammen, aber der herausgerissene Gaumen war natürlich nicht wieder zu ersetzen. Den Doktor Daquin scherte das nicht.

Einen Monat später notierte er in sein Tagebuch: „Zum Zweck der Desinfektion habe ich seiner Majestät das Loch im Gaumen vierzehnmal mit einem glühenden Eisenstab ausgebrannt.“

Daraus können Sie symbolisch sehen, was falsche Dogmen anrichten können und wie schwer es ist, den angerichteten Schaden wieder zu neutralisieren.

Ich werde meine Ausführungen im folgenden in drei Teile gliedern, nämlich:

1. Welche Voraussetzung muß erfüllt sein, daß Organisation möglich ist?
2. Festlegung der Organisation mit dem Entscheidungsprozeß als Hauptkriterium
3. Kritische Elemente beim Funktionieren einer Organisation

Ich versuche, zu jedem dieser drei Teile

- einige theoretische Gesichtspunkte und
- einige praxisbezogene, für die Textilindustrie relevante Gesichtspunkte zu erläutern und dabei den Schwerpunkt auf diesen praktischen Teil zu legen.

Als praktisches Beispiel zur Darstellung meiner Ausführungen nehme ich das Organigramm einer Textilfirma mit zwei getrennt geführten Spinnereien, die aber in eine Gesamtorganisation integriert sind, gemäß der Darstellung in Abbildung 1.

Straff organisiert, muß es möglich sein, eine solche Firma vierstufig zu führen, d.h., die Organisation kennt vom Hilfsarbeiter bis zum Vorstand nur vier hierarchische Stufen. Es ist wichtig, die Anzahl der Stufen so gering wie möglich zu halten. Vier Stufen dürften für die Textilindustrie ein Optimum darstellen, und fünf Stufen sollten in keinem Fall überschritten werden.

1. Welche Voraussetzung muß erfüllt sein, daß Organisation, d.h. ein gutes Entscheidungs-Prozeß-Management, möglich ist?

Von der theoretischen Seite beleuchtet, gibt es dazu wenig und Bekanntes zu sagen. Dies ist allerdings nicht gleichbe-

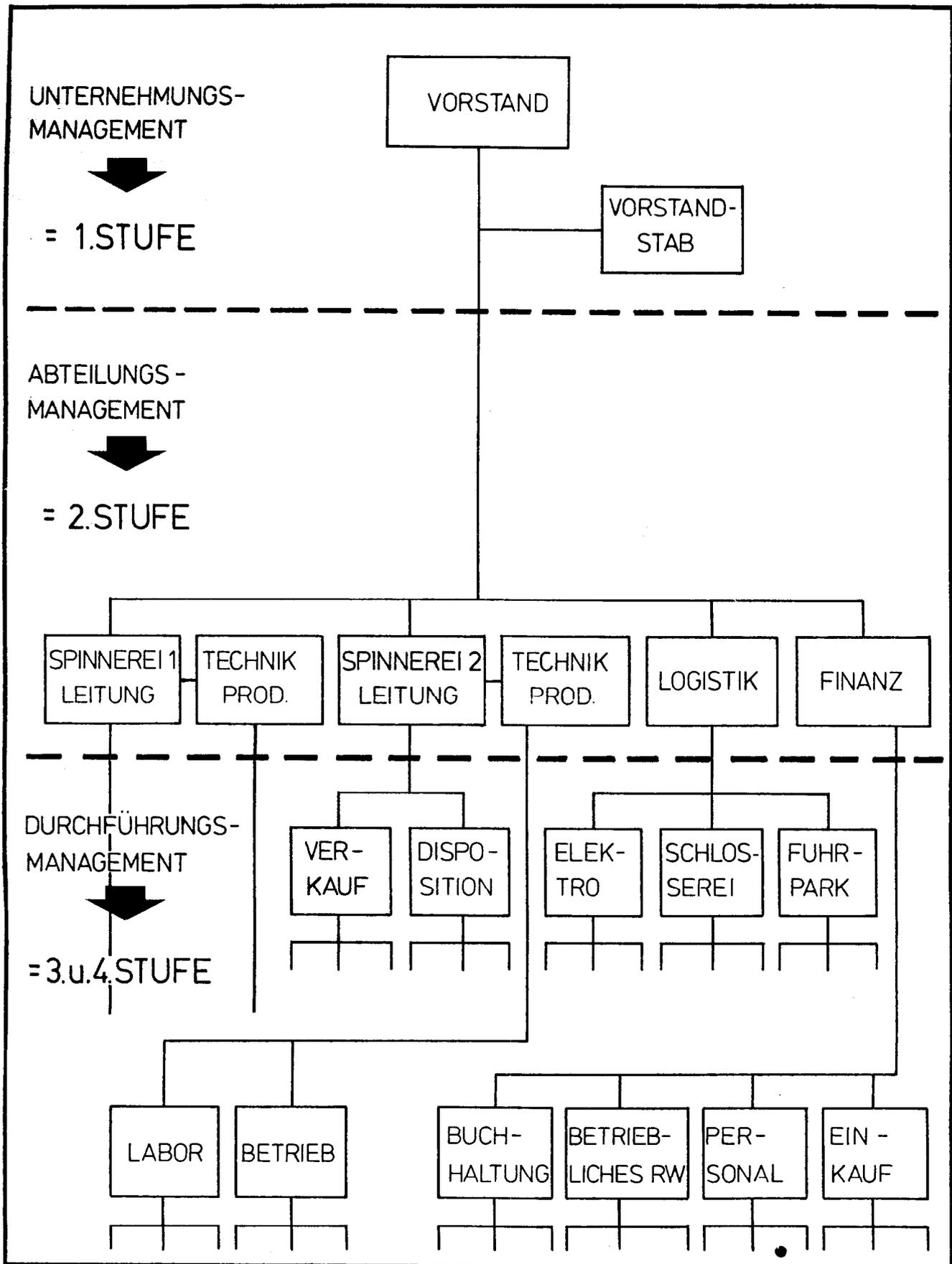


Abb. 1: Vierstufiges Organigramm einer Spinnerei mit zwei Betrieben

deutend mit der Aussage, daß das Wenige in der textilen Praxis ausreichend beachtet wird.

Die Unternehmensleitung muß, bevor sie mit Organisation beginnt, eine klare Strategie, d. h. ein *eindeutiges Unternehmensziel*, definieren, dazu gehören neben der Produktpalette und dem Markt auch konkrete Vorstellungen zur Beschäftigtenzahl und Umsatzgröße. Es muß klar definiert werden, was man will, und dieser konkreten Arbeit kann sich niemand entziehen, der seinen Betrieb gut definieren will.

Gehen wir zu unserem Organigramm der Praxis zurück. Diese Aufgabe der Definition des Unternehmensziels ist ganz eindeutig der entscheidende Aufgabenbereich für die 1. Stufe der Hierarchie, den Vorstand, das Unternehmensmanagement. Die Aufgabe ist nicht delegierbar weder nach oben an den Aufsichtsrat noch nach unten an die Abteilungen, wenn diese Stufen auch durch ihr Fachwissen einen wesentlichen geistigen Input liefern können.

Es stellt sich nun die Frage: Kann für den Standort Europa ein attraktives Unternehmensziel in der Textilindustrie definiert werden, nachdem die Textilindustrie in der europäischen Umwelt rufmäßig nicht gerade günstig dasteht und von der Chancenbeurteilung her sogar oft in Frage gestellt wird? Ich bin überzeugt, daß diese Frage eindeutig mit einem Ja zu beantworten und die Zeit für mehr textile Selbstsicherheit gekommen ist. Nachstehend einige Gründe dafür:

- Es scheint außer Frage zu stehen, daß industrialisierte Länder dabei sind, in zwei Kategorien gegliedert zu werden, nämlich in jene mit Höchsttechnologie und in jene ohne Höchsttechnologie. Europa scheint vielleicht mit zwei bis drei Ausnahmen zur zweiten Gruppe zu gehören. Diese Gruppe wird ihre Chancen in den traditionellen Industrien, modern praktiziert, suchen müssen, und da, glaube ich, ist die Textilindustrie eine echte attraktive Option.
- Der Wechselkursautomatismus, welcher die Währungen der Länder mit rasch wechselnden modernen Industrien härter macht, wird die vorher dargestellte textile Option für Europa noch begünstigen.
- Der textile Maschinenbau hat in den letzten fünf Jahren hervorragende Durchbrüche erzielt. Diese machen die Textilindustrie zwar relevant kapitalintensiver, verschaffen ihr aber umgekehrt einen Spitzenplatz im Produktionsvergleich zwischen traditionellen Industrien.

Diese sich verbessernden Umweltfaktoren für Europa erlauben es, dem Textilunternehmer ohne naiven Optimismus ein klares unternehmerisches Ziel festzulegen. Wenn er das tut, muß er aber klar abgrenzen, ob er sich

- im Halbfabrikat Spinnen oder Weben oder
- im Endprodukt Ausrüsten und Veredeln oder
- im Marktprodukt Konfektionieren oder
- in einer vertikalen Variante bewegen will.

Wahrscheinlich erlaubt die Praxis die freie Wahl zwischen diesen verschiedenen Alternativen, vorausgesetzt es werden die daraus resultierenden Bedingungen konsequent geschaffen. Persönlich glaube ich jedoch, daß es in der Textilindustrie nicht gut ist, wenn man sich zu vertikal organisiert, es sei denn, man ist groß und liegt im Gesamtumsatz erheblich über einer Milliarde Schilling.

2. Festlegung der Organisation mit dem Entscheidungsprozeß als Hauptkriterium

Dies ist wohl der schwierigste Teil, und Fehler schleichen sich heimlich und lautlos ein. Von der Theorie her muß man sich bewußt sein, daß die Organisationsstruktur eines Betriebes automatisch auch den Entscheidungsprozeß definiert. Organisation entscheidet, ob man will oder nicht, d. h., um es noch einmal zu sagen, die *Festlegung der Organisation ist identisch mit der Festlegung des Entscheidungsprozesses*, und dies muß wohl als der Tabernakel einer modernen Unternehmung bezeichnet werden. Die Zeit

ist daher gut aufgewendet, wenn man sich das Organigramm sehr genau überlegt. Es muß gesichert sein, daß der Entscheidungsprozeß so zementiert wird, daß die Entscheidungen zwingend auf das Unternehmensziel, wie es definiert vorliegt, ausgerichtet werden.

Zurückkommend auf das Organigramm aus der Praxis. Sprechen wir bei der Festlegung der Organisation schwerwichtig von der 2. hierarchischen Stufe oder dem Abteilungsmanagement. Diese 2. Stufe ist die Drehscheibe, welche das vom Vorstand vorgegebene Unternehmensziel in die Durchführung übersetzt. Der Aufgabenkreis eines Chefs der 2. hierarchischen Stufe in der Textilindustrie ist dadurch gekennzeichnet, daß er im kurzfristigen Bereich, im Vergleich zu anderen Industrien besonders hektisch ist, im längerfristigen Bereich jedoch wesentlich mehr Konstanz aufweist, als dies beispielsweise in der Elektronik und neuerdings auch im Maschinenbau der Fall ist. Dies bedingt eine besonders hohe Entscheidungsfreudigkeit im kurzfristigen Bereich, während im langfristigen Bereich mit Einschränkungen eine gewisse Gutmütigkeit beim Anforderungsprofil besteht.

In unserem Beispiel ist eine Personalunion zwischen Spinnereileitung und Verkauf angenommen, und die technische Leitung ist künstlich auf die 2. Stufe angehoben worden, um die Vierstufigkeit der Organisation zu erhalten. Organisatorisch ist letzteres nicht ganz sauber, aber ein gutes Hilfsmittel, um den traditionellen Konflikt zwischen Verkauf und Produktion zu reduzieren und beide auf die gleiche Stufe wie die Finanzabteilung zu stellen. Damit wird das interfunktionelle Element der drei Funktionen Produktion, Verkauf und Finanz einheitlich auf der 2. Stufe angesiedelt.

In der textilen Praxis scheint es in vielen Fällen immer noch Mühe zu machen, diese 2. Stufe wirksam zu organisieren, vielleicht wird auch zu wenig bewußt über die hier liegenden Chancen und Probleme nachgedacht. Hier nachstehend ein paar Gründe, warum das so ist:

- Die Textilindustrie als älteste Industrie hat sich nur langsam entwickelt, und neue Gedanken können oft nur durch Überwindung großer Hindernisse in einem Unternehmen Eingang finden. Jüngere Industrien haben es daher vom Start weg leichter.
- Der Organisationsbegriff in der Textilindustrie ist neben dem modischen oft zu direkt auf die produktionsartigen bzw. refa-artigen Überlegungen bezogen; es fehlt ihm die interfunktionelle Komponente und damit die Möglichkeit, bewußt Produktions-, Markt- und Finanzaspekte in den Entscheidungsprozeß zu integrieren.
- Auf gleichen organisatorischen Stufen stehen oft Abteilungen mit sehr unterschiedlichem Gewicht, und daraus resultieren sogenannte wichtige und nicht so wichtige Abteilungen; das ist schon schlecht, wenn man einen Entscheidungsprozeß auf Abteilungsebene wirksam organisieren will.
- Der Zusammenhang zwischen der Organisation, d. h. Entscheidungsprozeßmanagement, und dem betrieblichen Rechnungswesen wird oft nicht erkannt. Ein großer Textilbetrieb in Deutschland hat zwei Jahre lang an der Reorganisation des Rechnungswesens gearbeitet und dabei einen Betrag von rund drei Millionen Schilling aufgewendet, dann wurde plötzlich festgestellt, daß das Rechnungswesen gar nicht einführbar sei, ohne auch die Organisation zu ändern. Eine geänderte Organisation, so wurde weiter festgestellt, würde aber wiederum ein anderes Rechnungswesen bedingen. Der Beratungsaufwand wurde abgeschrieben und das ganze neu begonnen. So etwas kann vermieden werden.

3. Die kritischen Elemente beim Funktionieren einer Organisation

Die Theorie scheint nach dem Festlegen der unternehmerischen Zielsetzung und dem Festlegen des Organigramms und damit des Entscheidungsprozeßrahmens irgendwo aufzuhören.

In der Praxis aber beginnt gerade hier die anspruchsvolle Daueraufgabe. Die einzelnen Kästchen sind durch Menschen besetzt, sie möchten viel Information, viel Kompetenz, und es fehlt ihnen wegen der Routineaufgabe die Zeit, Information zu verarbeiten und letztlich auch oft die Bereitschaft, Verantwortung zu tragen. Die funktionierende Organisation muß hier als Stoßdämpfer wirken.

In diesem 3. Teil sprechen wir, um auf unsere Organisation zurückzukommen, von der 3. und 4. Stufe, d. h. dem Durchführungsmanagement. Es ist die Stufe der Meister und Unterabteilungsleiter mit jeweils nur einer Stufe zum direkt Untergebenen.

Bei der Lösung der organisatorischen Aufgabe der 3. und 4. Stufe hat die Textilindustrie gegenüber anderen Industrien einen relevanten Vorteil: sie genießt, wie erwähnt, für die heutige Zeit eine herrliche Konstanz. Die Lebensdauer einer Produktionsmaschine im Spinn-, Web- und Ausrüstungsbereich erreicht und überlebt 10 bis 15 Jahre. Moderne Industrien wechseln dagegen ihr Gesicht oft alle 3 bis 5 Jahre, d. h., in der Textilindustrie ist organisatorisches Wissen langlebiger. Dies kommt der Organisierbarkeit der 3. und 4. Stufe zugute, weil hier die Flexibilität und das Adaptierungsvermögen zwingend nicht so groß sein können.

Deshalb ist es in der Textilindustrie möglich, organisatorische Zusammenhänge in vereinfachter Form tief in die Hierarchie nach unten zu bringen. Dies erlaubt eine straffere und kostengünstigere Betriebsführung und erhöht das

Interesse unterer Stufen an der Gesamtunternehmung. Man kann fast sagen, je mehr Gesamtzusammenhang auf der unteren Stufe gesehen wird, umso besser funktioniert die Organisation.

In einem konkreten Fall einer Textilunternehmung wurde die Struktur von 13 Abteilungen, die direkt zum Vorstand rapportierten, auf fünf Abteilungen zusammengestutzt, und trotzdem hat die Organisation einem Wachstum von mehr als 200% standgehalten. Gewisse Elemente der Unternehmenszielsetzung sind gleichzeitig tief in der Hierarchie nach unten getragen worden, so daß auf Abteilungsstufen eine echte Entlastung erfolgte. Ein Mitarbeiter, der mehr weiß und seinen Beitrag zum Unternehmenserfolg zahlenmäßig erkennen kann, ist ein besserer Mitarbeiter, und er hat auch mehr Freude an der Arbeit.

Schluß

Die Weltbevölkerung beträgt momentan 4,7 Milliarden Menschen. Der textile Pro-Kopf-Verbrauch dürfte etwa bei 7 kg/Jahr liegen. Man rechnet, daß es im Jahr 2000, d. h. in 16 Jahren, 6,1 Milliarden Menschen geben wird. Selbst wenn der Pro-Kopf-Verbrauch konstant bleiben sollte, sieht sich die Textilindustrie vor eine phantastische Aufgabe gestellt. Was für eine herrliche Chance! Ich bin überzeugt, daß Organisation, d. h. Entscheidungsprozeßmanagement, ein wesentlicher Bestimmungsfaktor dafür sein wird, in welchem Ausmaß eine Textilunternehmung an dieser Chance partizipieren kann.

Colloid & Polymer Science

Kolloid-Zeitschrift und Zeitschrift für Polymere
Official Journal of the Kolloid-Gesellschaft

Editors: Prof. Dr. H.-G. Kilian, Abt. für Experimentelle Physik, Universität Ulm
Prof. Dr. A. Weiss, Institut für Anorganische Chemie, Universität München

COLLOID & POLYMER SCIENCE is an international journal incorporating both colloid and polymer disciplines. Its articles range from solid state physics, polymer and colloid chemistry, to biophysics, biology and medicine.

Subscription Information:

ISSN 0303-402X

Publication: Monthly

Subscription Price: DM 840,-, US \$ 305,00 per year plus mailing charge

(Members of the Kolloid-Gesellschaft receive 20 % reduction)

Please ask for a sample copy

Progress in Colloid & Polymer Science, Volume 69

A. WEISS, Munich (ed.)

Surfactants, Micelles, Microemulsions and Liquid Crystals

Proceedings of the 31st Meeting of the Kolloid-Gesellschaft, Bayreuth '83

1984. 184 pages.

Hardcover DM 120,-, US \$ 48.00

ISBN 3-7985-0655-8

This book presents the papers of the 31st meeting of the Colloid Society at Bayreuth in 1983. The reader of this volume will obtain comprehensive information on the latest developments in colloid chemistry.

Progress in Colloid & Polymer Science, Volume 68

H.-G. KILIAN, Ulm
and A. WEISS, Munich

Frontiers in Colloid Science

In Memoriam Professor Dr. Bun-ichi Tamamushi

1983. 162 pages.

Hardcover DM 120,-, US \$ 48.00

ISBN 3-7985-0637-X

This outstanding volume contains original articles by the leading researchers in colloid and polymer science. Dedicated to the late, renowned Professor Bun-ichi Tamamushi, this book truly reflects the frontiers of research in this field.

American Orders to: **Springer-Verlag New York, 175 Fifth Ave., New York, N. Y. 10010**,
other countries to your bookseller or directly to:



**Dr. Dietrich Steinkopff Verlag,
P. O. Box 111008, 6100 Darmstadt/FRG**

Moderne Aggregate und Anlagen zur Vorbehandlung von Geweben aus Baumwolle und Mischgeweben mit Modal und Polyesterfasern

Ing. H. Lehmann u. Dipl.-Ing. C. Tischbein, Babcock Textilmaschinen, Seevtal, Bundesrepublik Deutschland

Mit modernen Vorbehandlungsanlagen soll die zu behandelnde Ware bei größtmöglicher Faserschonung und mit möglichst geringen Kosten in kurzer Zeit gleichmäßig über Länge und Breite der Partien, so gut wie für die Folgeprozesse sinnvoll und erforderlich ist, vorbereitet werden.

Moderne Vorbehandlungsanlagen haben einen weiten Anwendungsbereich mit vielen technologischen Variationsmöglichkeiten der Prozeßführung. Sie arbeiten wirtschaftlich und mit einstellbaren, kontrollierten Produktionsbedingungen, auch bei kurzen Partielängen.

Die wesentlichen Elemente dieser Vorbehandlungsanlagen, wie Reaktionsspeicher, Waschmaschinen, Imprägniereinheiten, meß- und regeltechnische Geräte und zweckmäßige Zusatzeinrichtungen, werden vorgestellt und erläutert.

Die für die Vorbehandlung von Mischgeweben aus Baumwolle mit Modal- oder Polyesterfasern notwendigen Modifikationen von Rezepten und Prozeßbedingungen werden, entsprechend dem neuesten Kenntnisstand, dargelegt.

Abschließend werden zwei neue technologisch interessante Verfahren vorgestellt, die die Investitions- und Produktionskosten deutlich senken.

Modern ranges for pretreatment aim at preparing the fabric evenly over length and width of the lots in a way suitable and necessary for subsequent processes while treating the fibres as gently as possible, at minimum costs and within a short period of time.

A wide range of applications is covered by modern pretreatment ranges with a multitude of technological variations. They operate economically with adjustable, controllable production conditions even for small lots.

Fundamental elements of these pretreatment ranges, e.g. reaction accumulators, washing machines, impregnating units, equipment for measuring and controlling and accessory equipment, are presented and commented.

Modifications of formulations and process conditions required for the preparation of cotton/Modal or polyester blended fabrics with regard to the very latest technology and level of knowledge are shown.

In conclusion two new techniques of technological interest which offer a pronounced cut in the costs for investment and production are introduced.

1. Aufgabenstellung

Die Vorbehandlung von im wesentlichen nativen Fasern wird in vielen Fällen auch heute noch als ein notwendiges Übel angesehen und oft auch mit entsprechend wenig geistiger und technischer Innovation durchgeführt, und dies, obwohl bekannt ist, daß viele Fehler, die sich erst während oder am Ende der weiteren Ausrüstung offenbaren, aus mangelhafter Vorbehandlung der Ware resultieren.

Der Ausspruch „Gut gebleicht ist halb gefärbt“ hat also nach wie vor seine Gültigkeit.

Aus dieser Erkenntnis heraus wurde in den letzten 20 Jahren den Vorbehandlungsprozessen und den hierfür notwendigen Aggregaten und Anlagen sehr viel Entwicklungsarbeit gewidmet.

Diese hatte zum Ziel, die zu behandelnde Ware bei größtmöglicher Schonung der Fasern mit möglichst geringen Kosten in kurzer Zeit gleichmäßig und reproduzierbar über Breite und Länge der Partien so gut, wie für die Folgeprozesse sinnvoll und erforderlich, vorzubereiten.

2. Lösungen

Die Firma Artos und als Nachfolgerin die Firma Babcock Textilmaschinen GmbH haben in den letzten 20 Jahren 83 Kontinuevorbehandlungsanlagen mit 95 Reaktionsspeichern geliefert und in Betrieb gesetzt. Hieraus ist ein umfangreicher Erfahrungsschatz erwachsen, der in erfolgreichen Neuentwicklungen seinen Niederschlag gefunden hat.

Der derzeitige Stand der Technik hat ein hohes Niveau erreicht, was sich in Wirtschaftlichkeit und Flexibilität der Anlagen und Aggregate niederschlägt. Damit entsprechen sie exakt den heutigen Forderungen der Textilveredler.

So ist beispielsweise ein ein- und zweibahniger Betrieb in Arbeitsbreiten bis zu 3,20 m mit Produktionsgeschwindigkeiten bis 175 m/min möglich.

Die Anlagen arbeiten mit sehr geringem Energie- und Wasserverbrauch. So liegt letzterer zwischen 4 und 6 l/kg Ware und Waschstrecke, das heißt, insgesamt dürfte er etwa zwischen 10 und 12 l/kg liegen.

Eng damit verbunden ist auch der Dampfverbrauch. Ohne Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser liegt dieser zwischen 2,5 und 3 kg/kg Ware. Unter Verwendung einer Wärmerückgewinnungsanlage, die heute zur Standardausrüstung einer jeden Naßanlage gehören sollte und deren Wirkungsgrad etwa 75% beträgt, liegt der Dampfverbrauch zwischen 1,4 und 1,8 kg/kg Ware.

Nützliche Zusatzeinrichtungen sind automatische Regelungen für Dampfmenge, Dampfzustand, Wassermenge, Wassertemperatur, Badniveau und Chemikaliendosierung. Gegenüber manuell gefahrenen Anlagen ergeben sich dadurch Einsparungen an Produktionskosten und ein gleichmäßiges, reproduzierbares Produktionsergebnis.

3. Bausteine

Zu den wichtigsten Bausteinen von Vorbehandlungsanlagen gehören die Reaktionsspeicher.

So stehen Speicher für Kurz-, Mittel- und Langzeitbehandlung mit gebundener Warenführung, mit spannungsfreier Warenablage, mit der Kombination beider Arten und mit sehr spannungsarmer Warenführung in Hängeschleifenform zur Auswahl.

In mehrstufigen Anlagen werden oft zur optimalen Anpassung an die unterschiedlichen Aufgabenstellungen auch unterschiedliche Reaktionsspeicher eingesetzt.

3.1. Reaktionsspeicher

3.1.1. Der Walzendämpfer (Abb. 1)

Dieser dient zur Kurzzeitbehandlung, speziell von sehr faltenempfindlichen Artikeln in gebundener Warenführung. Der Wareninhalt dieses Speichers in Sektionsbauweise beträgt 60, 90, 120 oder 150 m mit Einfachschleifeneinzug.

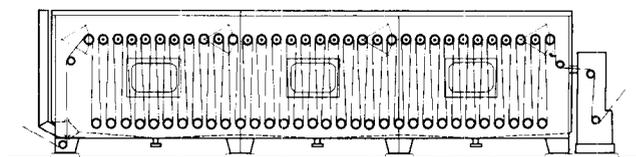
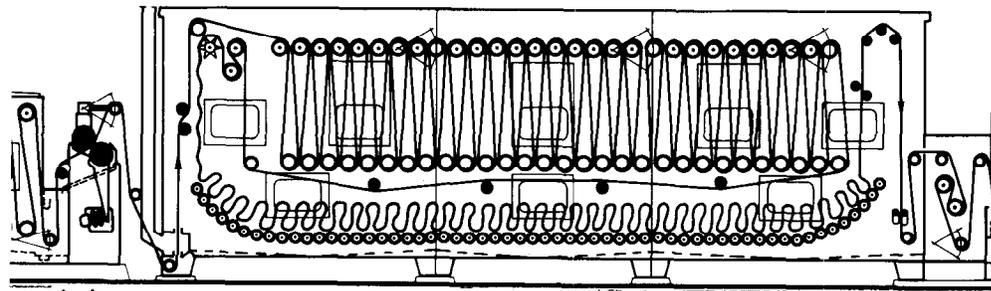
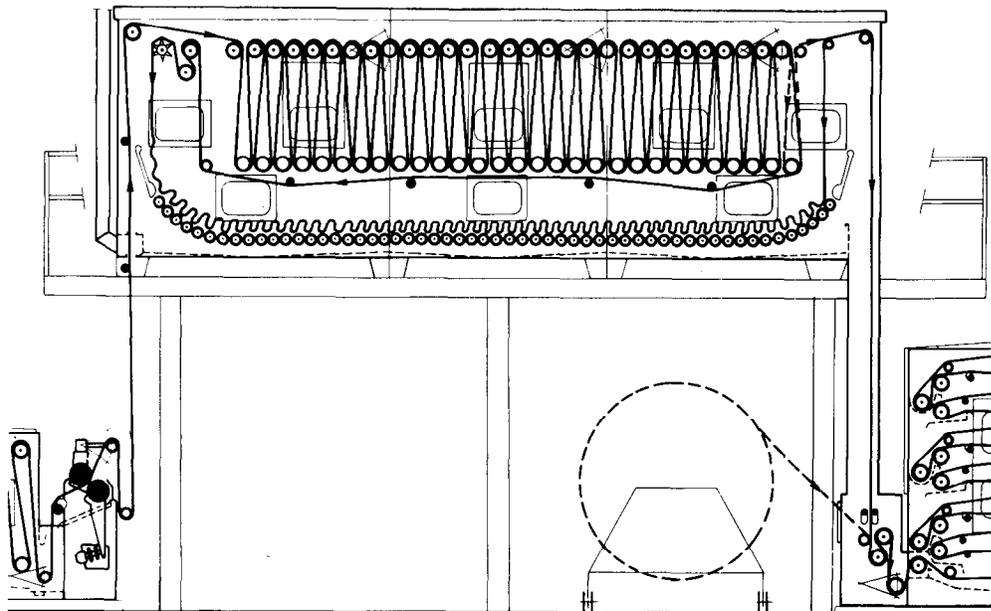


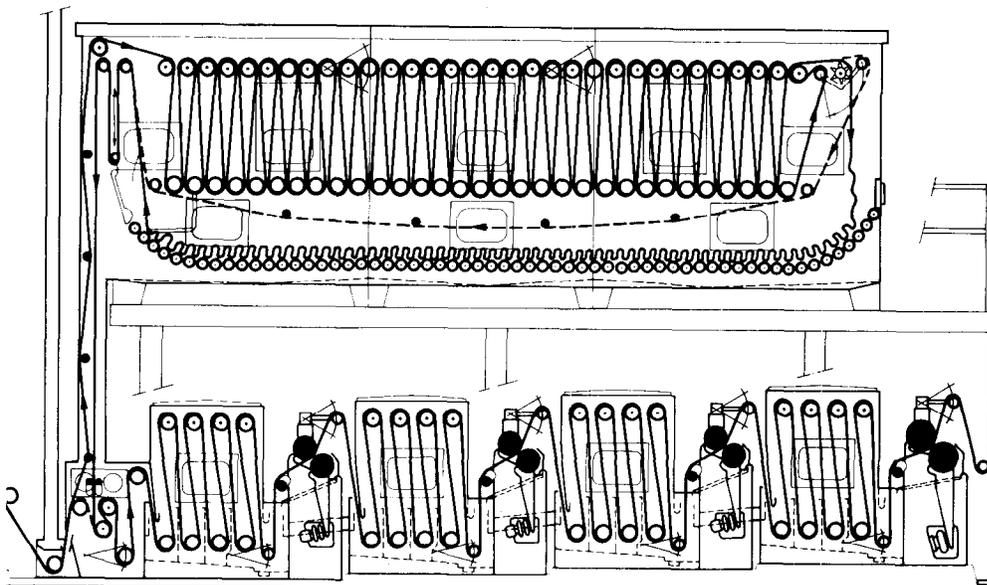
Abb. 1: Walzendämpfer



▲ (a) ebenerdig aufgestellt



▲ (b) hochgestellt / Warenein- und auslaß getrennt



▲ (c) hochgestellt / Warenein- und auslaß vorn

Abb. 2: Roller-Bed-Walzendämpfer

Mit Doppelschleifeneinzug können 100, 150, 200 und 250 m Wareninhalt erreicht werden.

3. 1. 2. Der Roller-Bed-Walzendämpfer (Abb. 2)

Dieser Mehrzweckreaktionsspeicher wird allen heutigen Aufgabenstellungen der Vorbehandlungen gerecht.

Er wird für Kurz- und Mittelzeitbehandlungen mit Walzengang für gebundene Warenführung und darunter angeordnetem Roller-Bed für spannungslose Warenablage eingesetzt.

Der Speicher ist für alle gängigen Gewebearten geeignet, wobei faltenempfindliche Artikel nur über den Walzengang gefahren werden.

Der Wareninhalt beträgt im Walzengang bei Einfachschleifeneinzug 30 m/Sektion bzw. bei Doppelschleifeneinzug 50 m/Sektion. Der Wareninhalt auf dem Roller-Bed beträgt beispielsweise für ein Gewebe mit einem Gewicht von 200 g/m² ca. 300 m/Sektion. Die Stapelhöhe und damit der Inhalt kann der Faltenempfindlichkeit der Ware angepaßt werden.

Die größte Einheit des Roller-Bed-Dämpfers besteht aus 5 Sektionen. Er kann ebenerdig mit Wareneinlaß an der vorderen und Warenauslaß an der hinteren Stirnseite aufgestellt werden. Besonders platzsparend ist die hochgestellte Variante des Speichers mit Wareneinlaß und -auslaß an der vorderen Stirnseite. So ist es möglich, die nachgeschalteten Waschabteile unter dem Speicher aufzustellen.

Ein dampfdichter Schacht verbindet den Speicher mit dem anschließenden Waschabteil, was im übrigen prinzipiell für alle Reaktionsspeicher gilt. Damit wird gewährleistet, daß

- die Ware nicht abkühlt,
- die aufgeschlossenen Warenbegleitsubstanzen nicht koagulieren und sich deshalb optimal auswaschen lassen,
- das Waschabteil wie ein Wasserschloß wirkt und somit sicher jeder Luftenbruch in den Dämpfer verhindert wird,
- keine Dampfverluste entstehen.

Bei der Ausführung mit Einfachschleifeneinzug, beheizter Decke und einem integrierten Waschabteil als Wasserschloß, kann der Speicher sowohl als Färbe- als auch als Vorbehandlungsdämpfer eingesetzt werden (Abb. 3).

Besonders für diese Ausführung empfiehlt sich eine Schnellreinigungseinrichtung, die mit Heißwassersprüh-düsen und mit Hilfe eines geeigneten Zwischenläufers in sehr kurzer Zeit bei laufender Anlage und ohne Abkühlung des Dämpfers eine sehr effektive Reinigung aller Warenführungswalzen erreicht.

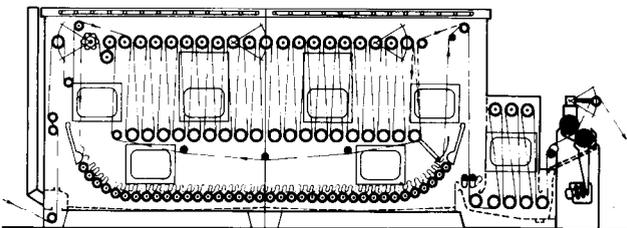


Abb. 3: Speicher für Vorbehandlungs- und Färbezwecke

3. 1. 3. Die U-Box (Abb. 4)

Die U-Box ist der preiswerteste Speicher mit sehr geringem Platzbedarf und hoher Speicherkapazität. Sie kann 400, 600 oder 1000 kg Ware pro Meter Warenbreite betragen.

Diese bewährte Konstruktion wurde in den vergangenen 20 Jahren siebzigmal geliefert.

Die U-Box ist geeignet für Mittel- bis Langzeitbehandlungen

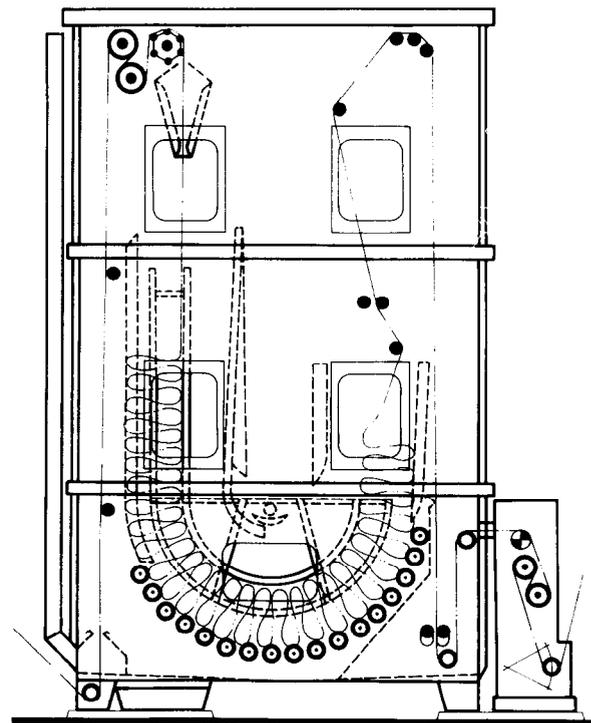


Abb. 4: U-Box

gen mit Kräuselablage für alle nicht faltenempfindlichen Gewebe. Der Wareninhalt von ca. 2000 – 5000 m ist frei wählbar. Mittels einer zusätzlichen Anzeigevorrichtung kann der Wareninhalt kontrolliert werden.

Mit der Möglichkeit, den Speicher mit Satttdampf oder einem Dampfluftgemisch zu füllen oder ihn völlig unbeheizt zu lassen, kann die Warentemperatur den gewünschten Verfahrensbedingungen angepaßt werden.

Für den letztgenannten Verwendungsfall, die bei Raumtemperatur ablaufende Hypochloritbleiche, ist die Bauweise des Speichers wegen der hier nicht erforderlichen Dampfdichtigkeit auch entsprechend vereinfacht.

3. 1. 4. Der Duplo-Tex-Speicher (Abb. 5)

Er wird für Mittelzeitbehandlungen mit Walzenspeicher

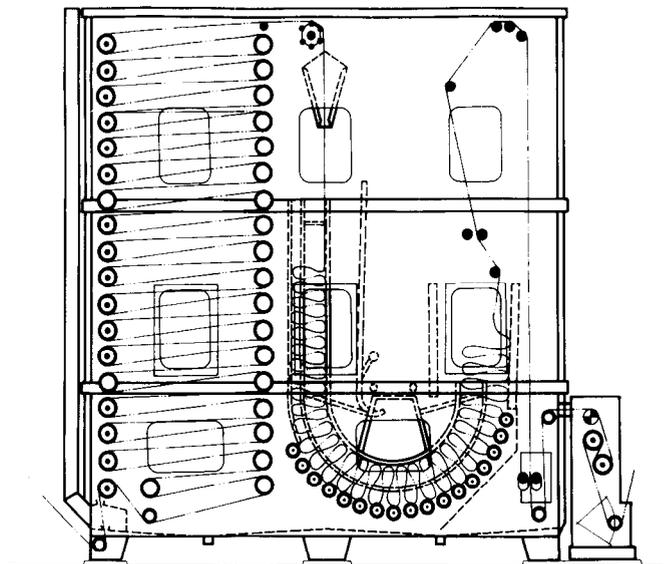


Abb. 5: Duplo-Tex-Speicher

für gebundene Warenführung und nachgeordneter U-Box für spannungslose Kräuselablage der Ware eingesetzt.

Dieser Speicher kann, wie auch der Roller-Bed-Walzendämpfer, als Mehrzweckreaktionsspeicher sowohl für faltenempfindliche als auch für faltenunempfindliche Artikel verwendet werden. Der Walzenspeicher hat, je nach Baugröße, Wareninhalte von 30 – 80 m.

Die U-Box kann auch nachträglich mit einem solchen Walzenspeicher ausgerüstet werden. Dies ist ein besonderer Vorteil für den Anwender, wenn sich die betrieblichen Aufgabenstellungen einmal ändern sollten.

3. 1. 5. Der Hängeschleifendämpfer (Abb. 6)

Er wird für Mittel- bis Langzeitbehandlungen mit extrem spannungsarmer Warenführung ohne Berührung der rechten Wareseite während der Reaktionszeit eingesetzt.

Dieser Speicher ist besonders geeignet für zug- und/oder druckempfindliche Artikel, wie z. B. kettelastische Waren, Kett- und Schußsamte, CV-Gewebe usw.

Der in Sektionen mit je 70 m Wareninhalt aufgebaute Speicher bietet maximal 490 m Wareninhalt.

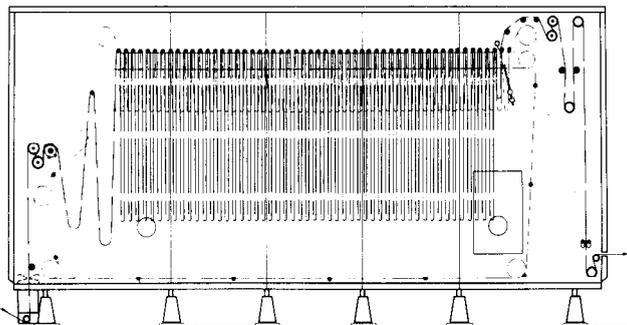


Abb. 6: Hängeschleifendämpfer

3. 2. Waschmaschinen

Das zweite, wichtige Bauelement einer jeden Vorbehandlungsanlage ist die Breitwaschmaschine. Hier können zwei unterschiedliche Systeme angeboten werden.

3. 2. 1. Convi-Tex-Breitwaschmaschine (Abb. 7)

(mit vertikaler Warenführung und dem Tangentialstrom-Waschprinzip)

Convi-Tex-Aggregate sind unabhängig vom Verfahren, universell einsetzbar und werden sowohl für Auswaschaufgaben als auch für Imprägnierzwecke verwendet. Es können damit alle Arten von dimensionsstabilen bahnförmigen Textilien gewaschen (und natürlich auch imprägniert) werden.

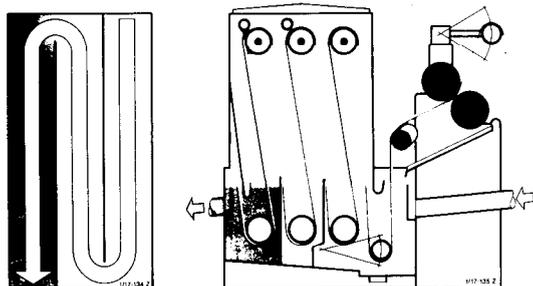


Abb. 7: Convi-Tex-Breitwaschmaschine
links: Trennschotten (Draufsicht)
rechts: Auflegewalzen und Trennschotten

Bei den Abteilgrößen kann zwischen 11, 14 und 20 m Wareninhalt bei Einfachschleifeneinzug sowie 17, 22 und 31 m bei Doppelschleifeneinzug gewählt werden.

Die Abteile sind im Baukastenprinzip mit einer ganzen Reihe von Zusatzeinrichtungen, wie Flottentrennwalzen, Trennschotten, Oberwalzenantrieb, Gegen- oder Gleichstromflottenführung, direkter und/oder indirekter Beheizung usw., ausrüstbar.

3.2.2. Artos Hydro-Tex-Aggregate (Abb. 8)

(mit horizontaler Warenführung für höchste Wascheffekte bei durchströmbaren Geweben)

Die Simplex- oder Duplexeinheit mit 25 bzw. 50 m Wareninhalt ist ebenfalls mit diversen Zusatzeinrichtungen ausrüstbar.

Welchem der beiden Systeme, dem vertikalen oder horizontalen Warentransport, der Vorzug zu geben ist, entscheidet sich in erster Linie an der Wasserdurchlässigkeit des zu waschenden Gewebes; ist dies nicht mehr gegeben, so scheidet die horizontale Warenführung aus. Das gleiche gilt auch dann, wenn das zu waschende Material sehr stark mit Flusen oder anderen festen Substanzen beladen ist. Die Ware wirkt dann selbst wie ein Filter.

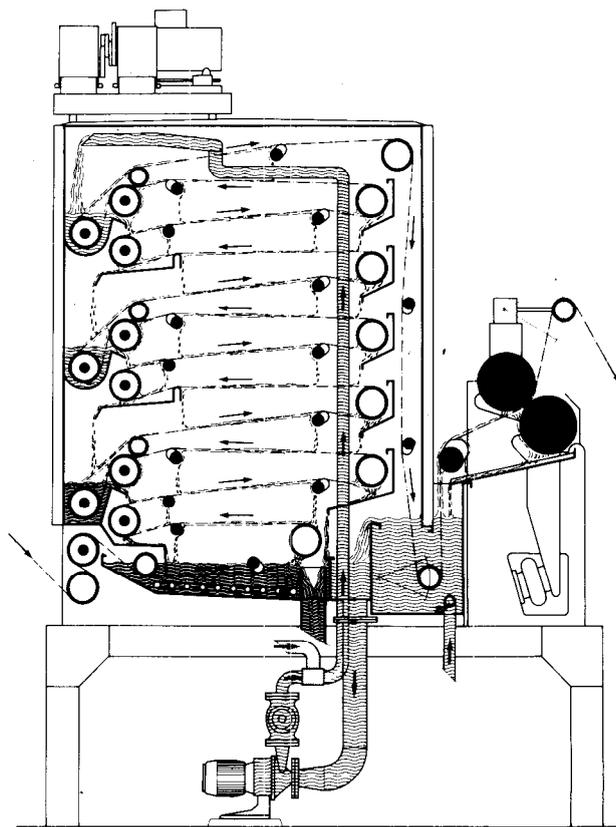


Abb. 8: Hydro-Tex-Aggregat

Auch wenn häufige Badtrennungen vorgenommen werden müssen, wie dies z. B. in Pad-Steam-Anlagen der Fall ist, ist der Einsatz des Hydro-Tex-Aggregates wegen seiner Baugröße unzweckmäßig.

Im Gegensatz dazu wirkt sich der höhere Wascheffekt der Hydro-Tex gegenüber der Convi-Tex dann günstig aus, wenn es sich um das Auswaschen von wasserlöslichen, emulgierbaren oder dispergierbaren Produkten handelt. Hier resultiert beispielsweise eine Verringerung des spezifischen Wasserbedarfs um bis zu 30% gegenüber der Convi-Tex.

3. 3. Zusatzeinrichtungen

3.3.1. Die Kühl- und Verdunstungszone (Abb. 9)

Die aus den Vorwaschabteilen nach dem Abquetschen in die Imprägnierabteile laufende Ware muß, bevor sie z. B. in das Bleichbad eintaucht, abgekühlt werden. Dies geschieht beispielsweise durch Verdunstung, und zwar dann, wenn sie mehrere Meter durch die Luft geleitet wird.

Bei kurzen Warenwegen dagegen ist der Einsatz einer speziellen Kühlzone sinnvoll. Bei der Kühlung wird die Ware gleichmäßig von beispielsweise 90°C auf 40°C abgekühlt und um weitere 6 – 8% entwässert. Dadurch wird die Differenz des Feuchtegehaltes der Ware vor und hinter dem Imprägnierabteil erhöht und damit die Imprägnierung sicherer gemacht.

Beim Einsatz der Kühlzone am Ende der Vorbehandlungsanlage reduziert sich durch Heißabquetschen und Nachverdampfen die Warenfeuchte bis zu ca. 18% gegenüber der Kaltabquetschung und erspart erhebliche Betriebskosten beim nachfolgenden Trocknen der Ware.

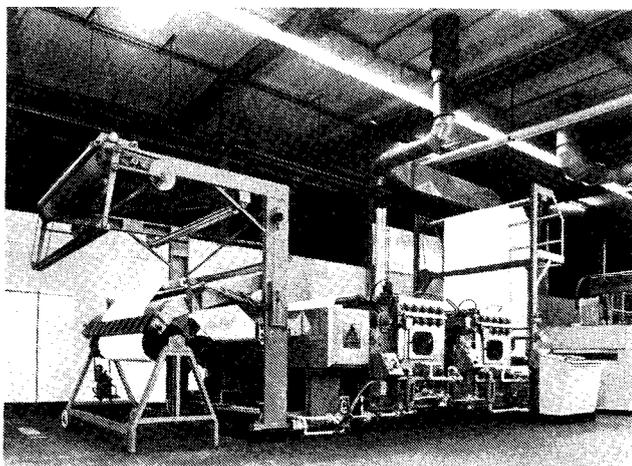


Abb. 9: Kühl- und Verdunstungszone

3. 4. Kontroll- und Meßeinrichtungen, Steuer- und Regelgeräte

Die letzte wichtige Gruppe von Elementen einer modernen Kontinuevorbehandlungsanlage sind die *meß- und regeltechnischen Einrichtungen*, von denen einige bereits erwähnt wurden.

Temperatur- und Niveau-, Meß- und Regelgeräte gehören zu den Standardausrüstungen von Vorbehandlungsanlagen und sollen deshalb hier nur erwähnt werden.

Wichtig zur Sicherung der Produktqualität und zur Minimierung der Chemikalienkosten sind zuverlässig arbeitende *Chemikaliendosiereinrichtungen*. Die Dosiereinrichtung *Polykomat* ist ein vollautomatisch arbeitendes Zwangsdosiersystem für die Naß-in-Naß-Imprägnierung für eine oder mehrere Chemikalienkomponenten mit selbsttätigem Ausgleich von Ein- und Auslauffeuchteänderungen der Ware. Das Gerät stellt unter allen Produktionsbedingungen sicher, daß die Ware die Chemikalien in der vorgegebenen Menge und im richtigen Verhältnis zueinander aufnimmt. Nach vorheriger Berechnung und Einstellung der Nachsatzmengen sind während der Produktion keine Kontrolltitrationen erforderlich. Das einfach zu bedienende und wartungsarme Gerät hat sich seit Jahren in der Praxis bestens bewährt.

Die Dosiereinrichtung *Monokomat F* dosiert in die Waschmaschinen flüssige Chemikalien und Hilfsmittel, und zwar proportional zum zugeführten Frischwasser. So kann beispielsweise das Absäuern von Ware am Ende der Alkalibehandlung automatisiert werden. Dadurch werden

sowohl Kosten für Säureüberdosierung gespart als auch Produktmängel durch Über- oder Underdosierung vermieden.

Die Versorgung des Reaktionsspeichers einer Vorbehandlungsanlage mit Dampf in ausreichender Menge und in verfahrenstechnisch optimalem Zustand ist für die Sicherung der Produktion äußerst wichtig. Der dem Betriebsnetz entnommene Dampf unterliegt häufig unregelmäßigen Schwankungen im Druck und in der Überhitzung.

Die schon seit langem in der Praxis bewährte *Dampfmengenregelung* sorgt auch bei unterschiedlichen Warengewichtsdurchsätzen, bei Warenstillständen und bei schwankendem Dampfdruck immer für eine ausreichende, aber sparsame Versorgung des Reaktionsspeichers mit Dampf. Sie verhindert aber auch einen Lufteinbruch in den Dämpfer.

Ob sich Luft im Dämpfer befindet, kann sehr einfach qualitativ mit dem *Luftprüfgerät Air-Tec* festgestellt werden. Bereits 0,05 V% Luft im Dampf sind damit feststellbar.

Insbesondere während des Abkochprozesses führt die Anwesenheit von Luft im Dämpfer zu irreparablen Schäden:

Am eklatantesten ist die Bildung von Oxicellulose, die bei hohem Luftanteil in der Dämpferatmosphäre eintritt. Aber schon bei geringen Luftmengen besteht die Gefahr der Migration, d. h. der Wanderung der Natronlauge und der Cellulosebegleitsubstanzen an die Oberfläche bei gleichzeitigem Antrocknen, d. h. bei gleichzeitiger Konzentrationserhöhung.

Thermodynamisch handelt es sich bei der die Migration auslösenden Erscheinung um eine Überhitzung, d. h. die Einstellung einer Temperaturdifferenz zwischen der Ware und der Atmosphäre.

Die meisten Fälle von Faltenmarkierungen, die nach dem Färben sichtbar werden, haben hier ihre Ursache.

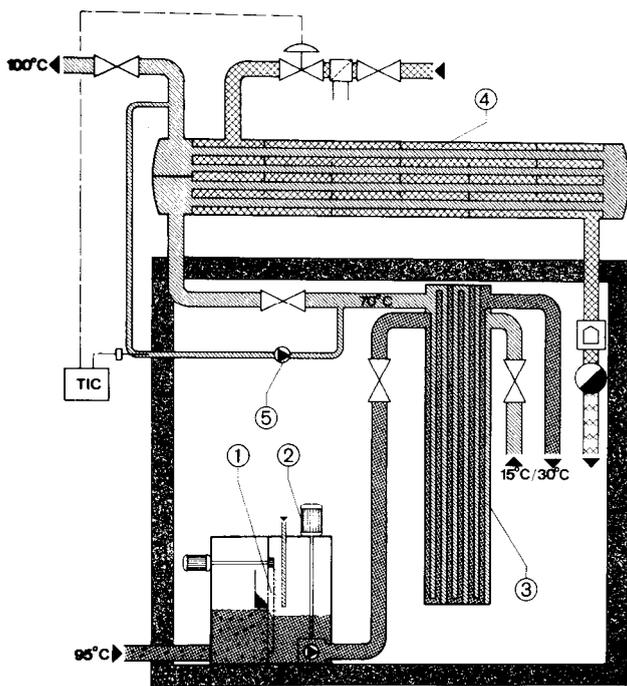
Auch luftfreier, überhitzter Dampf im Reaktionsspeicher kann durch Teilantrocknung zu Migration und den vorher beschriebenen Faltenmarkierungen führen. Da aus dem Betriebsnetz, je nach Art der Dampferzeugung und Belastung des Kessels, Dampf mit unterschiedlicher Überhitzung geliefert wird, empfiehlt es sich, den Reaktionsspeicher über eine *Dampfkühl- oder Dampfsättigungseinrichtung* mit Dampf zu versorgen. Diese Aggregate übernehmen die Funktion des üblicherweise am Boden des Speichers oder Dämpfers befindlichen Sumpfes. Da sie speziell für die Aufgabe des Dampfkühlens bzw. -sättigens ausgelegt sind, zeigen sie nicht die Nachteile eines im Dämpfer liegenden Sumpfes.

Die Waschmaschinen einer Vorbehandlungsanlage sollten mit einer *Frischwasserzulaufregelung* ausgerüstet sein. Diese Einrichtung sorgt für eine dosierte Zugabe des Waschwassers entweder nach einem vorgegebenen Erfahrungswert, und zwar 1 Waschwasser pro kg Ware, oder nach der gemessenen Leitfähigkeit der abgequetschten Flotte vor dem letzten Quetschwerk. Die geregelte Wasserzugabe spart erhebliche Frischwasser-, Abwasser- und Energiekosten ein und sichert die Konstanz der Produktqualität. Bei Maschinenstillstand wird der Wasserzulauf automatisch gesperrt.

Das Wasseraufheizaggregat mit Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser erspart etwa 75 – 80% der für die Wasseraufheizung sonst erforderlichen Wärmeenergie. Das heißt, anstatt eines Dampfverbrauches von ca. 0,2 kg Dampf/l aufzuheizendes Wasser werden dann nur noch 0,04 – 0,05 kg/l benötigt. Das Aggregat ist der Einzelanlage zugeordnet und arbeitet ohne Speicher und damit ohne Wärmeverluste (Abb. 10).

Die Payback-Periode ist wegen der niedrigen Investitionskosten und hohen Energiekostensparnis sehr kurz. Sie liegt bei den derzeitigen Kapital- und Energiekosten zwischen 6 und 9 Monaten.

Und *last not least* zeigt eine Störbildanzeige alle erfaßten Störungen oder Grenzwertüberschreitungen durch Blink-



● Abwasser, ○ Frischwasser, ◐ Dampf, ◑ Kondensat

① Drehscheiben-Filter, ② niveaugeregelte Förderpumpe, ③ Wärmetauscher, ④ Erhitzer, ⑤ Umwälzpumpe für einen Teilstrom des Erhitzers

Abb. 10: Wasseraufheizaggregat mit Wärmerückgewinnung

leuchten am Bedienungspult an. Die Zeiten für die Auffindung und Beseitigung von Störungen werden erheblich reduziert. Fehlproduktionen werden vermieden, weil auch Sollwertabweichungen von Temperaturen, Konzentrationen usw. angezeigt werden können.

Der Aufbau einer modernen Vorbehandlungsanlage aus anpassungsfähigen Elementen sowie die sinnvolle Ausrüstung der Anlage mit zuverlässiger Meß- und Regeltechnik ermöglichen die exakte Einstellung und Einhaltung von speziellen Verfahrensbedingungen für alle Artikel, auch

solche aus Mischgespinnsten, wie z. B. Baumwolle mit Polyesterfasern oder Baumwolle mit Modalfasern.

4. Anwendung

Über die Kombination der vorher beschriebenen Aggregate innerhalb von Vorbehandlungsanlagen und deren Zuordnung zu den verschiedenen Verfahrensschritten ist schon umfassend publiziert worden. Dies gilt auch für die Auswahl des „richtigen“ Reaktionsspeichers und der „richtigen“ Waschmaschine für die Behandlung von Artikeln aus BW und PES/BW.

Für die Vorbehandlung von Mischartikeln aus BW/Modal können prinzipiell die gleichen Anlagen dienen. Es muß lediglich auf die besonderen Eigenschaften der Modalfasern Rücksicht genommen werden. Zusammengefaßt sind dies die folgenden:

- geringere Naßfestigkeit als BW,
- höhere Alkalieempfindlichkeit in heißem Zustand als BW,
- stärkere Empfindlichkeit gegen Faltenmarkierungen, besonders in mit Alkali gequollenem Zustand,
- keine Faserbegleitsubstanzen wie BW.

Dies hat zur Folge, daß zwar ein Mercerisieren der Mischartikel aus BW/Modal möglich ist, ein wie bei BW üblicher Abkochprozeß bei 100 °C mit mittlerem bis hohem Alkaligehalt dagegen zu starker Schädigung der Modalfaser führt.

Deshalb werden neben dem Mercerisieren bzw. Laugieren Artikel aus BW/Modal vorzugsweise einstufig kalt gebleicht. Aber auch ein Bleichen in einem Kontinuereaktionsspeicher bei Temperaturen zwischen 70 und 90 °C ist möglich.

Um diese Temperatur einzustellen, wird auf ein Aggregat aus der Pad-Roll-Bleiche zurückgegriffen. Es ist dies ein Injektor, der ein Luft-Dampf-Gemisch mit der gewünschten Temperatur in den Speicher einspeist. Im übrigen kann jeder Speicher oder Dämpfer mit solch einem Aggregat ausgerüstet werden.

5. Schluß

Abschließend sei noch einmal festgehalten, daß aus den beschriebenen Baukastenelementen Vorbehandlungsanlagen zusammengestellt werden können, die jedem Anspruch an die Verfahrenstechnik und an die Wirtschaftlichkeit gerecht werden.

Modellversuche an Einzelfasern zur Ermittlung des Veredlungsverhaltens

Dr. Franz Puchegger, Lenzing AG, Lenzing/Austria

Verfahrensänderungen zwecks Verbesserung von Fasereigenschaften werden zuerst im Labormaßstab an kleinen Versuchsspinnmaschinen entwickelt. Die dabei erhaltenen Faserproben sind meist gering. Dennoch müssen zumindest ungefähre Angaben darüber gewonnen werden, wie sich die Fasern beim späteren Einsatz verhalten würden. Das gleiche Problem entsteht auch, wenn von einer unbekanntem Faser nur kleine Mengen für Untersuchungen und Bewertungen zur Verfügung stehen.

Neben der herkömmlichen Prüfung und Bewertung der physikalischen Fasereigenschaften ist es vor allem auch wichtig, die Vorgänge beim Mercerisieren und Hochveredeln zu untersuchen.

Am Beispiel von Viskose- und Modalfasern wird demonstriert, daß Modellversuche an Einzelfasern die Veränderung der Fasereigenschaften durch die Veredelung deutlich erkennen lassen. Einzelne, in geeigneten Vorrichtungen gespannte Fasern werden einer Behandlung unterzogen, die der Veredelung am Gewebe unter Praxisbedingungen entspricht.

Die Änderung der Eigenschaften der Einzelfasern und der Fasern im Gewebe sollten dabei etwa gleich sein. Das wird erreicht durch die geeignete Wahl der Behandlungsbedingungen für die Einzelfasern auf Grund von Vorversuchen mit Standardfasern und den daraus hergestellten Geweben.

Die Ergebnisse werden mit den Mitteln der Faktorenanalyse anschaulich dargestellt. Sie bestätigen unter anderem die bekannte Tatsache, daß nach dem HWM-Verfahren hergestellte Modalfasern in optimaler Weise ausgewogene Eigenschaften aufweisen.

Die Methode ist besonders zum Vergleich verschiedener, unter ähnlichen Bedingungen hergestellter Faserproben geeignet. Sie erlaubt ein Optimieren bestimmter Fasereigenschaften bereits zu einem frühen Zeitpunkt der Entwicklung.

Selbstverständlich sind diese Modellversuche kein Ersatz für Gebrauchtwertprüfungen an Geweben und ausführliche anwendungstechnische Arbeiten, welche aber das Vorhandensein größerer Faserproben voraussetzen.

If variations of the fibre spinning process are to be developed in order to improve fibre properties, normally this is done on a very small scale by experimental spinning machines. Consequently the mass of fibres obtained thus is rather small. Nevertheless there must be found some approximate information of how these fibres might behave when used in textiles. The same problem arises, if there is only a small amount of an unknown fibre to be tested and evaluated.

Besides the conventional laboratory testing of physical fibre properties, it is important to investigate the processes of mercerizing and textile finishing. Viscose- and Modal-fibres are used to demonstrate the value of model experiments on single fibres for recognizing the alteration of fibre properties by textile finishing. Single fibres, clamped in a suitable device are treated corresponding to textile finishing of fabrics under conditions of production.

The model treatment of the fibres is chosen suitable to ensure the alteration of single fibres properties and is the same as for fibres in the fabric.

The results are demonstrated by means of factor analysis. Modal fibres produced by high wet modulus process prove to have well-balanced properties.

This method is especially suited to compare different fibres, produced by similar processes. So it is possible to improve certain fibre properties early when the fibres are being developed.

Of course the model experiments on single fibres cannot fully replace testing of fabrics under conditions of practice.

Versuche zur Verbesserung der Eigenschaften von Fasern aus Regeneratcellulose durch Änderung des Herstellungsverfahrens werden in der Regel zuerst im Labormaßstab an Kleinanlagen durchgeführt. Die dabei erhaltenen Faserproben sind äußerst gering, und eine versuchsweise Verarbeitung zu Garn und Gewebe ist nicht möglich. Trotzdem möchte man zumindest abschätzen, wie sich diese Fasern beim Einsatz im Gewebe verhalten werden. Es ist daher üblich, an den Fasern im Labor diejenigen mechanischen Kenngrößen zu messen, welche rasch und mit erträglichem Aufwand erhalten werden können, um daraus auf die Brauchbarkeit zu schließen. Es sind dies an cellulosischen Fasern:

- die Festigkeit und die Bruchdehnung im konditionierten und im nassen Zustand,
- der Naßmodul sowie
- die Schlingen- und die Knotenfestigkeit.

Bei einer Variation des Herstellungsverfahrens der Faser ändern sich alle diese Kenngrößen mehr oder weniger, zum Teil auch gegenläufig.

Da man damit rechnen muß, daß die Fasern später beim Einsatz auch veredelt werden, ist es darüber hinaus wichtig vorzusagen, wie sie sich in diesem Fall verhalten werden und ob sich eine Änderung des Herstellungsverfahrens auf das Verhalten bei der Veredelung auswirken könnte.

Mit derselben Problematik ist man natürlich konfrontiert, wenn eine geringe Menge einer unbekanntem Faser zur Untersuchung vorliegt. Man möchte sie mit anderen Fasern derselben Gattung oder Type vergleichen, und das bezüglich der Fasereigenschaften, aber auch bezüglich des Veredlungsverhaltens.

Da sich die angeführten Kenngrößen alle gemeinsam ändern, wird das Ergebnis recht unübersichtlich. Bei Darstellung in Form einer Tabelle besteht dann die Gefahr, daß man sich auf die Änderung einer Größe, meist die Festigkeit im konditionierten Zustand, konzentriert und andere Änderungen weniger beachtet, die im vorliegenden Fall aber von Bedeutung sein könnten.

Eine Methode zur übersichtlichen Darstellung der gemessenen Eigenschaften einer Faserprobe und deren Veränderung besteht in der *Faktorenanalyse*¹:

Wir haben seit Jahren die an allen möglichen Fasern aus Regeneratcellulose gewonnenen Prüfergebnisse in einer Datenbank gesammelt. Es handelt sich dabei um über 100 Proben mit dem Nennfaser 1,7 dtex, die sämtliche auf dem Markt befindlichen Viskose- und Modalfasern umfassen, aber auch viele Versuchsfasern und solche Fasern, welche derzeit nicht mehr erzeugt werden. Für alle diese Proben wurde untersucht, ob und wie die gemessenen Kenngrößen miteinander korrelieren. Tatsächlich korrelieren alle sieben Kenngrößen miteinander.

Die Faktorenanalyse versucht nun, die ursprünglichen Kenngrößen durch eine kleinere Anzahl neuer und unkorrelierter Kenngrößen zu ersetzen. Wie Höller gezeigt hat, genügt es in unserem Fall, nur zwei Kenngrößen zu verwenden, die als *Faserfaktoren* F_1 und F_2 bezeichnet werden sollen. Die lineare Formel zur Berechnung dieser Faktoren zeigt Tabelle 1. Es ist damit möglich, die Eigenschaften einer Faserprobe als Punkt in der Ebene darzustellen und ihre Änderung als Verschiebung dieses Punktes.

Diese Methode soll hier nur zur anschaulichen Darstellung der Ergebnisse, in Ergänzung zu den Tabellen mit den ursprünglichen Prüfergebnissen dienen.

zerisierten Geweben herauspräpariert wurden, ist das in viel geringerem Ausmaß der Fall. Die Ursache dafür liegt wohl in einem *Abschirmeffekt*, der im Gewebe ein rasches Eindringen der Lauge und Erfassen der einzelnen Fasern verhindert.

Will man beim Merzerisieren von Einzelfasern dieselben Differenzen zwischen unbehandelten Fasern und merzerisierten Fasern erhalten, wie sie an Fasern im Gewebe gefunden werden, ist es notwendig, den Prozeß an der Einzelfaser wesentlich abzuschwächen. Da man die Konzentration und Temperatur der Praxis entsprechend beibehalten möchte, kann man nur die Dauer der Laugeneinwirkung auf die Faser verringern. An den Einzelfasern beträgt die Merzerisierungsdauer dann ein bis zwei Sekunden, um dieselben Veränderungen zu erzielen, wie an den Fasern im Gewebe, welches unter den in der Praxis üblichen Bedingungen behandelt worden ist.

Die Übereinstimmung betrifft allerdings nur die mit unseren Kenngrößen erfaßbaren physikalischen Eigenschaften. Die Abbildung 2 zeigt die Oberfläche einer Faser, welche aus einem merzerisierten Gewebe entnommen wurde. Sie weist eine *spiralige* Form auf, welche im Rastermikroskop deutlich sichtbar wird. Anscheinend füllen die Fasern im gequollenen Zustand den Raum im Garninneren zwischen den Fasern vollständig aus und behalten anschließend die dabei entstehende Oberflächenform. An den modellmäßig merzerisierten Einzelfasern führt derselbe Vorgang zu ei-

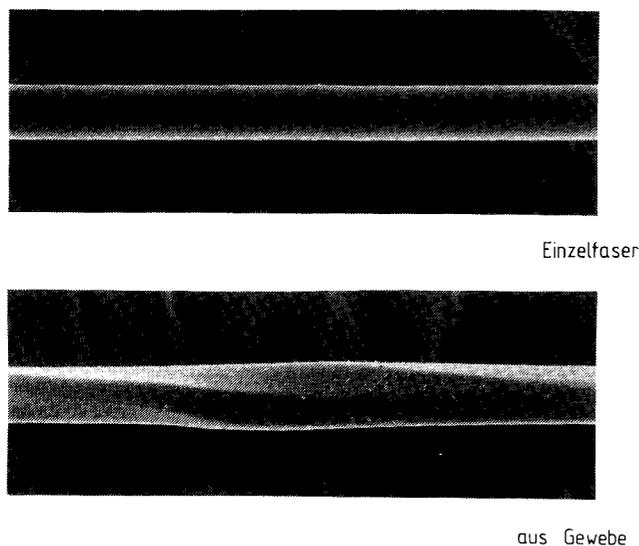


Abb. 2: Merzerisierte Fasern

ner eher kreisförmigen Querschnittsform; die für Viskosefasern typischen Längsfalten werden teilweise ausgeglichen. Derartige Unterschiede der Faseroberfläche zwischen Praxis und Modellversuchen sind für alle Fasergattungen und -typen gleich und daher bedeutungslos, wenn man nur das Verhalten von verschiedenen Fasern vergleichen will.

Die in Abbildung 1 bzw. Tabelle 2 dargestellten typischen Fasern wurden nach dieser Methode modellmäßig merzerisiert. Die dabei eintretende Änderung ihrer Kenngrößen wird in Abbildung 3 an Hand der Faserfaktoren durch Pfeile dargestellt. Die dazugehörigen Prüfergebnisse an den merzerisierten Fasern zeigt die Tabelle 3. Bei Betrachtung des Faktorendiagramms erkennt man sofort, daß die Änderung infolge des Merzerisierens bei verschiedenen Fasertypen in charakteristischer Weise verschieden erfolgt. Bei einem Teil der Proben verläuft der Pfeil nach links oben, bei einem anderen Teil nach links unten.

Leider steht dieses verschiedenartige Verhalten beim Merzerisieren nicht in eindeutigem Zusammenhang mit der Fasergattung. Zwar erfolgt bei Viskosefasern meist die

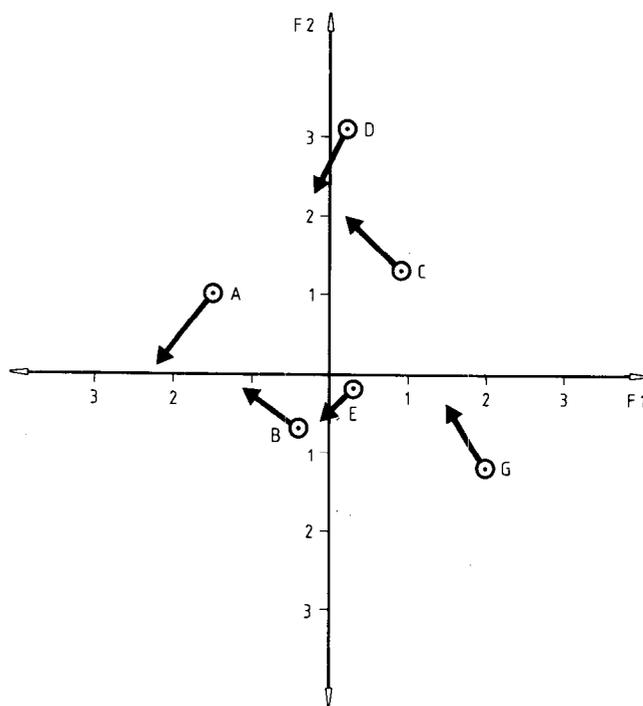


Abb. 3: Faktorendiagramm; Einzelfasern merzerisiert

Tabelle 3: Kenngrößen, merzerisierte Einzelfasern (gerundet)

FASERPROBE	A	B	B ₁	C	C ₁	C ₂	C ₃	D	E	G	G ₁
Festigkeit, kond., cN/tex	12	16	12	26	28	29	40	27	22	32	32
Dehnung, kond., %	24	16	16	16	16	14	14	17	13	10	9,3
Festigkeit, naß, cN/tex	7,0	9,1	8,2	16	20	20	28	16	13	23	21
Dehnung, naß, %	25	18	20	16	20	18	16	21	14	10	10
Naßmodul, cN/tex (5 %)	1,2	2,2	1,8	4,7	4,1	4,7	5,2	2,8	4,0	9,0	11
Schlingenfestigkeit, cN/tex	10	9,3	7,6	12	13	13	12	12	7,6	8,4	6,1
Knotenfestigkeit, cN/tex	11	13	12	20	19	20	24	20	14	13	12
Faktor F ₁	-2,2	-1,1	-1,4	+0,2	+0,3	+0,6	+1,6	-0,2	-0,1	+1,5	+1,6
Faktor F ₂	+0,1	-0,2	-0,9	+2,0	+2,4	+2,5	+3,3	+2,3	-0,6	-0,4	-1,3

Verschiebung nach unten und bei Modalfasern nach oben, doch gibt es Ausnahmen.

Solche Fasertypen, die sich am Rande des Bereichs von Modalfasern befinden, verhalten sich zum Teil wie Viskosefasern, und umgekehrt können sich Viskosefasern mit erhöhter Festigkeit zum Teil wie Modalfasern verhalten. Will man dieses unterschiedliche Merzerisierverhalten genauer analysieren, ist es notwendig, auf die Meßergebnisse zurückzugreifen.

An allen Fasern nehmen als Folge des Merzerisierens die Festigkeit, insbesondere im nassen Zustand, und der Naßmodul ab, allerdings in sehr verschiedenem Ausmaß. An Viskosefasern kann die Naßfestigkeit bis zu 40 % abnehmen, an Modalfasern ist dieser Abfall meist kleiner als 20 %. Der Naßmodul ändert sich an Modalfasern etwa zu 15 % oder weniger. Alle diese Änderungen verschieben die entsprechenden Punkte im Faktorendiagramm nach links. Die Schlingen- und Knotenfestigkeit können als Folge des Merzerisierens sowohl abnehmen als auch zunehmen, in einzelnen Fällen bleiben diese Größen auch gleich. Je nach Ausmaß und Richtung der Veränderung der Schlingen- und Knotenfestigkeit im Verhältnis zu den anderen Änderungen erfolgt im Faktorendiagramm die Verschiebung nach unten oder nach oben.

Die Erhöhung der Schlingen- und Knotenfestigkeit ist ein sehr erwünschter Effekt und sollte, falls sie in hinreichendem Ausmaß erfolgt, gewisse Gebrauchseigenschaften der Gewebe verbessern, die aus solchen Fasern hergestellt sind. Tatsächlich konnte in Dornbirn 1981 Ernst⁹ Ergebnisse von Gebrauchswertprüfungen an Geweben zeigen, wobei in einigen Fällen als Folge der Merzerisierung beispielsweise die Scheuerfestigkeit angestiegen ist. Es handelte sich dabei ausnahmslos um Fasern, die im Faktorendiagramm als Folge des Merzerisiervorganges nach links oben verschoben werden.

Abgesehen von einer allfälligen Verbesserung gewisser Eigenschaften, ist für den Merzerisiervorgang wesentlich, ob die Verschlechterung der Festigkeit und besonders des Naßmoduls toleriert werden kann. Szegö hat bereits 1970 den kurvenmäßigen Zusammenhang zwischen dem Naßmodul von Fasern und dem Flächenschrumpf daraus hergestellter Gewebe veröffentlicht⁶. Diese Kurve wurde von uns für Viskose- und Modalfasern bestätigt. Sie gilt demnach für den Nennfaser von 1,7 dtex und unter der Voraussetzung gleicher Vorgeschichte der Fasern⁷. Die Abbildung 4 zeigt den mittleren Teil dieser Kurve. Die Modalgrenze, d. h. der Mindestnaßmodul, den eine Faser haben muß, um gemäß BISFA als Modalfaser zu gelten³, ist eingetragen. An den meisten Fasern vom HWM-Typ ist der Naßmodul auch nach dem Merzerisieren noch deutlich oberhalb der Modalgrenze. Für andere Modalfasern gilt dies nicht unbedingt und wäre in jedem Fall zu prüfen.

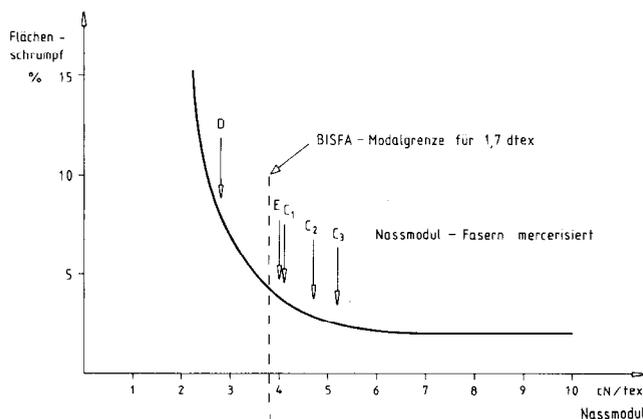


Abb. 4: Naßmodul – Flächenschrumpf (Szegö 1970)

Für die Naßfestigkeit gibt es keine vom BISFA vorgegebene Schranke. Wie man aus Tabelle 2 erkennen kann, bleibt aber der Abfall dieser Kenngröße für Modalfasern in erträglichen Grenzen. An Viskosefasern verhindert er hingegen in der Praxis das Merzerisieren.

Bei einem Vergleich der einzelnen Typen von Modalfasern schneiden die hier mit C bezeichneten Fasern des HWM-Typs günstig ab. Die Verbesserung bei der Schlingenfestigkeit ist bedeutend, die Abnahme von Naßmodul und Naßfestigkeit gering.

Fasern des Typs D haben von Natur aus einen niedrigen Naßmodul, der nach dem Merzerisieren auf das Niveau von Viskosefasern absinkt. Schlingen- und Knotenfestigkeit solcher Fasern hingegen sind ursprünglich sehr gut, diese beiden Kenngrößen werden aber durch das Merzerisieren nicht wie bei anderen Modalfasern verbessert.

Die hier als Beispiel G gebrachte Polynosicfaser wird bezüglich Schlingen- und Knotenfestigkeit durch das Merzerisieren ganz wesentlich verbessert. Der Abfall im Naßmodul und in der Naßfestigkeit ist zu vernachlässigen. Solche Fasern wären optimal dafür geeignet, merzerisiert zu werden. Dies gilt leider nicht für alle Fasern vom Polynosictyp, wie später gezeigt wird.

Auch beim modellmäßigen Hochveredeln von Einzelfasern muß man beachten, daß zwischen unbehandelten und ausgerüsteten Fasern etwa derselbe Unterschied bestehen soll wie an Fasern, welche aus entsprechenden und gemäß der Praxis behandelten Geweben herauspräpariert wurden. Die Erfahrung zeigt, daß es einen *Abschirmeffekt*, wie er beim Merzerisieren von Einzelfasern festgestellt wurde, hier nicht oder nur in einem unbedeutenden Ausmaß gibt. Beim Hochveredeln von Geweben kann die Menge Harz auf den Fasern aus dem Flottenverhältnis und dem Abquetschgrad bestimmt werden. An den modellmäßig behandelten einzelnen Fasern ist ein Abquetschen nicht zweckmäßig. Vielmehr werden die eingespannten Fasern nur in eine Harzlösung getaucht, deren Konzentration auf Grund von Vorversuchen geeignet gewählt wurde. Nach dem Trocknen und Kondensieren sollen dann die Fasereigenschaften gegenüber den Ausgangswerten im richtigen Ausmaß geändert sein. Natürlich kann zur Kontrolle an größeren Fasermengen, die in dieselbe Lösung getaucht wurden, die Harzmenge auf den Fasern analytisch untersucht werden.

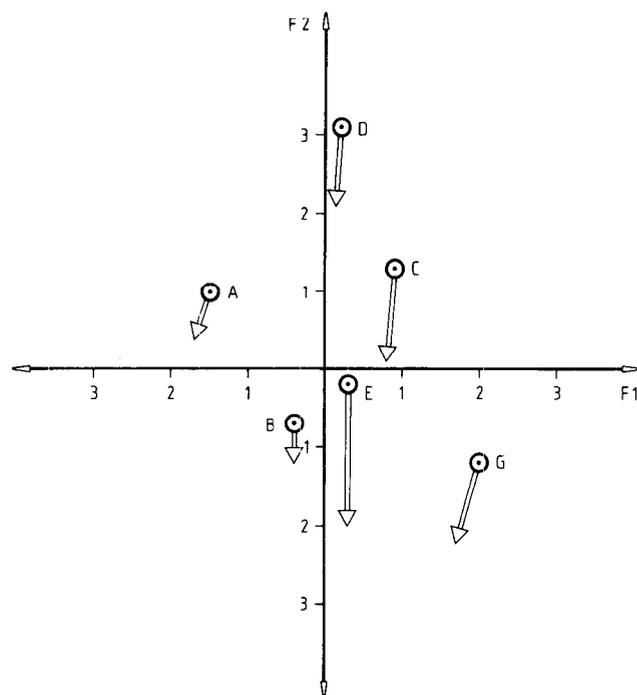


Abb. 5: Faktorendiagramm; Einzelfasern hochveredelt

Tabelle 4: Kenngrößen, hochveredelte Einzelfasern (gerundet)

FASERPROBE	A	B	B ₁	C	C ₁	C ₂	C ₃	D	E	G	G ₁
Festigkeit, kond., cN/tex	20	26	25	35	36	36	46	35	29	37	31
Dehnung, kond., %	23	16	18	14	17	14	15	19	12	10	7,2
Festigkeit, naß, cN/tex	10	15	14	20	23	23	34	21	19	24	21
Dehnung, naß, %	27	18	19	15	19	18	18	24	15	9,5	7,4
Naßmodul, cN/tex (5 %)	1,8	3,3	2,4	5,3	4,4	5,2	5,8	3,1	4,5	10	12
Schlingenfestigkeit, cN/tex	8,7	6,3	5,5	7,4	7,0	5,8	9,0	9,7	4,5	4,5	4,4
Knotenfestigkeit, cN/tex	13	9,7	11	15	15	11	16	19	8,6	7,9	7,3
Faktor F ₁	-1,7	-0,4	-0,8	+0,8	+0,5	+0,6	+1,8	+0,1	+0,3	+1,7	+1,7
Faktor F ₂	+0,4	-1,2	-1,1	+0,1	+0,4	-0,8	+1,6	+2,1	-2,0	-2,2	-2,8

Sie hat keinen wesentlichen Einfluß auf die Kenngrößen der ausgerüsteten Fasern, sofern nur eine ausreichende Mindestkonzentration auf den Fasern vorhanden ist.

Die in Abbildung 1 bzw. Tabelle 2 dargestellten Fasern wurden nach dieser Methode modellmäßig ausgerüstet. Es wurde immer dieselbe an der betrieblichen Praxis orientierte Rezeptur verwendet. Das Kondensieren erfolgte im Trockenschrank vier Minuten lang bei 150° C, wobei die Fasern in der Haltevorrichtung eingespannt bleiben.

Die an diesen Fasern gefundene Änderung ihrer Kenngrößen wird in Abbildung 5 wieder durch Pfeile dargestellt. Die zugehörigen Prüfergebnisse zeigt die Tabelle 4. Im Gegensatz zum modellmäßigen Merzerisieren verhalten sich hier alle Faserproben gleichartig, alle Pfeile zeigen etwa in Richtung nach unten. Sie sind allerdings sehr verschieden lang. Eine Betrachtung der Kenngrößen in Tabelle 4 zeigt, daß verschiedene, aber immer geringfügige Änderungen in den Festigkeiten, in der Bruchdehnung und im Naßmodul eintreten. Schlingen- und Knotenfestigkeit hingegen nehmen an allen Proben deutlich ab. Dies hängt mit der bekannten Versprödung der Fasern als Folge der Harzeinlagerung zusammen. Wie schon an der Länge der Pfeile zu erkennen ist, ist die Verschlechterung der Fasereigenschaften an den Viskosefasern verhältnismäßig gering, jedoch an allen Modalfasern größer.

Modalfasern der mit D gekennzeichneten Type verhalten sich beim Hochveredeln optimal. Die Kenngrößen im ursprünglichen Zustand verschaffen eine günstige Ausgangsposition, und darüber hinaus ist der relative Abfall von Schlingen- und Knotenfestigkeit gering. Es ist wohl kein Zufall, daß solche Fasern hauptsächlich in den Vereinigten Staaten verwendet werden, wo man großen Wert auf das Hochveredeln legt, das Merzerisieren aber vielleicht weniger wichtig ist.

Die Fasern gemäß Typ E und auch die Polynosicfasern zeichnen sich durch eine ungünstige Ausgangsposition aus und werden darüber hinaus beim Ausrüsten deutlich geschädigt.

Die Modalfasern vom HWM-Typ, mit C bezeichnet, beweisen hier die optimale Ausgewogenheit ihrer Eigenschaften. Während sie gut geeignet sind, merzerisiert zu werden, hält sich auch die Schädigung beim Hochveredeln in erträglichen Grenzen. Ihre Schlingen- und Knotenfestigkeit ist im ausgerüsteten Zustand noch höher als die entsprechenden Ausgangsgrößen mancher anderer Modalproben.

Hauptzweck der Hochveredlung bei cellulosischen Fasern ist es, die Maßhaltigkeit der Gewebe zu verbessern. An Viskose- und Modalfasern, so wie sie aus der Produktion kommen, findet man keinerlei Schrumpf. Andererseits schrumpfen Gewebe aus Regeneratcellulose, z. B. bei der Wäsche, tatsächlich in einem beträchtlichen Ausmaß.

Der Grund dafür ist folgender: Beim Verarbeiten werden die Fasern gedehnt und in den einzelnen Fasern Spannungen fixiert. Bei einer späteren Temperaturbehandlung in Wasser gleichen sie dann die latenten Spannungen aus, und es kommt zum Schrumpf, wobei die vorher eingebrachte Längenzunahme teilweise wieder rückgängig gemacht wird. Diesen Vorgang kann man an einzelnen Fasern modellmäßig untersuchen. Die Fasern werden im nassen Zustand bei Raumtemperatur belastet und unter Beibehaltung der auf sie einwirkenden Zugspannung anschließend getrocknet. Die dabei entstandene Längenzunahme bleibt dann auch über längere Zeit stabil. Erst bei einer Temperaturbehandlung im nassen Zustand schrumpfen die Fasern. In Abbildung 6 ist der Zusammenhang zwischen Längenzunahme und Kochschrumpf dargestellt. Nach dem Aus-schrumpfen bleibt ein Teil der eingebrachten Längenänderung erhalten, welcher an den Ausgangsfasern allerdings verhältnismäßig gering ist. Die obere Kurve beschreibt den Vorgang für alle Fasertypen, Viskose oder Modal, aus Regeneratcellulose. Die Fasergattung beeinflusst nur das Ausmaß der Längenänderung unter einer bestimmten Zugspannung.

Um den Einfluß der Hochveredlung auf die Formstabilität zu untersuchen, wurden die Modellversuche an Einzelfasern mit verschiedenen Zugspannungen wiederholt und die Längenzunahme bei der Behandlung mit der Harzlösung gemessen. An solchen Fasern ist der anschließend bestimmte Kochschrumpf ganz wesentlich geringer als an den nichtausgerüsteten Fasern. Das zeigt die untere Kurve von Abbildung 6. Die bleibende Längenänderung ist in diesem Fall wesentlich größer als an den Ausgangsfasern. Bei

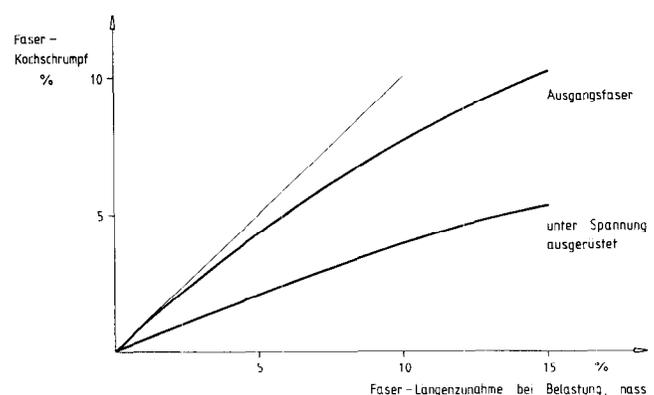


Abb. 6: Schrumpf in Abhängigkeit von der Vorgeschichte der Fasern

gleicher Vorgeschichte ist demnach der Schrumpf an hochveredelten Fasern nur etwa halb so groß wie an unbehandelten Fasern. Auch die untere Kurve in Abbildung 6 ist unabhängig von Gattung oder Type für alle Fasern aus Regeneratcellulose gültig.

Die Abbildung 7 bringt einige weitere Beispiele für das Veredlungsverhalten der einzelnen Typen von Cellulosefasern. Die Verschiebung der Kenngrößen als Folge des Merzerisierens ist als dunkler Pfeil angedeutet, unabhängig davon ist die Veränderung durch das Hochveredeln als heller Pfeil dargestellt. Vorhin wurde festgestellt, daß sich eine Faserprobe vom Typ B, eine Viskosefaser mit erhöhter Festigkeit, bezüglich des Merzerisierens wie eine Modalfaser verhält. Das gilt nicht allgemein. Eine andere Probe desselben Typs, aber von einem anderen Hersteller, mit B₁ bezeichnet, verhält sich wie eine gewöhnliche Viskosefaser. Darüber hinaus wird sie beim Hochveredeln wesentlich stärker geschädigt als die Probe B. Es gibt beträchtliche Unterschiede bezüglich des Veredlungsverhaltens sogar zwischen Fasern desselben Typs mit ähnlichen Kenngrößen.

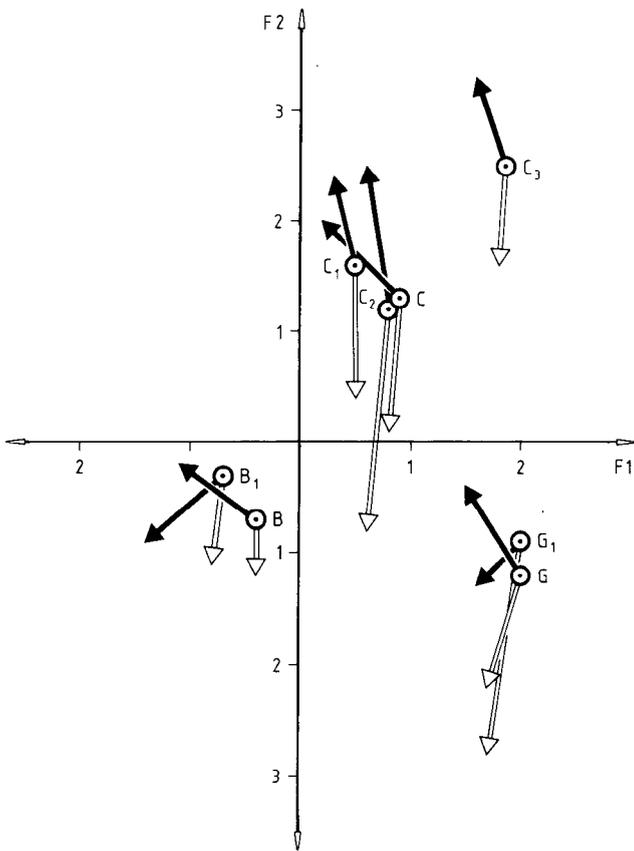


Abb. 7: Faktorendiagramm; Einzelfasern veredelt

Für die Fasern vom HWM-Typ sind einige Beispiele, mit C₁ bis C₃ bezeichnet, dargestellt. Es handelt sich dabei um Versuchsfasern, welche durch Modifikation des Herstellungsverfahrens entstanden sind. Das Merzerisierverhalten ist an allen bisher geprüften Proben dieses Typs im Prinzip gleichartig. Die Schlingen- und Knotenfestigkeit wird zum Teil erheblich verbessert, und alle diese Fasern können merzerisiert werden, da der Abfall von Naßmodul und Naßfestigkeit gering bleibt (Abb. 4, Tab. 3). Es gibt aber deutliche Unterschiede im Ausmaß der Schädigung bei der Hochveredlung. An der Probe C₂ fallen Schlingen- und Knotenfestigkeit besonders stark ab.

Von der Probe C₃ existiert nur eine kleine Versuchsmenge.

Trotzdem kann man mit großer Sicherheit voraussagen, daß diese Faser unter allen Modalfasern optimale Eigenschaften haben würde. Das gilt sowohl für die Kenngrößen der unbehandelten Faser als auch für das Verhalten bei der Veredlung.

Die Proben G und G₁ sind Polynosicfasern mit ganz ähnlichen Ausgangskenngrößen. Fasern entsprechend der Probe G werden seit einiger Zeit nicht mehr hergestellt. Fasern entsprechend der Probe G₁ sind derzeit noch im Handel. Wie man aus Abbildung 7 erkennt, ist das Verhalten beim Merzerisieren sehr verschieden. Während an der Probe G eine ganz wesentliche Verbesserung der Schlingenfestigkeit und auch der Knotenfestigkeit eintritt, ist dies an der Probe G₁ nicht der Fall. Die Schädigung durch die Hochveredlung ist an G₁ ebenfalls ganz wesentlich ungünstiger als an G. Der Ersatz einer Faser durch eine andere mit ähnlichen Kenngrößen sollte daher vorsichtig geschehen.

Im vorliegenden Fall war es auch möglich, den an Einzelfasern erhaltenen Befund durch Gebrauchswertprüfungen bestätigen zu lassen. Von beiden Polynosicfasern war eine hinreichende Menge Material vorhanden, um unter streng gleichen Bedingungen vollkommen gleichartige Standardgewebe herzustellen. Der Scheuertest mittels Accelerotor ergab im Fall von merzerisiertem Gewebe der Probe G₁ ein schlechteres Scheuerverhalten als im Fall von merzerisiertem Gewebe der Probe G. Bei den nicht behandelten Ausgangsgeweben war das Verhältnis umgekehrt.

Zusammenfassend kann man sagen, daß es mit Hilfe von Modellversuchen an Einzelfasern durchaus möglich ist, eine erste Information über Eigenschaften und Brauchbarkeit einer Faser zu erhalten, vor allem wenn man auch noch Untersuchungen über die Anfärbeeigenschaften einschließt, welche ebenfalls an kleinen Fasermengen möglich sind, und die hier ausgeklammert worden sind.

An kleinen Mengen einer unbekanntnen Faser gelingt es, sie zu identifizieren, und zwar nicht nur bezüglich Gattung, Type und spezieller Eigenschaften, sondern häufig auch bezüglich des Herstellers, und das besonders, wenn man über eine zusätzliche Information verfügt, wie beispielsweise jener, daß es sich hier um eine Faser handelt, welche in größeren Mengen produziert wird. Allerdings muß man voraussetzen können, daß die vorhandene kleine Menge auch tatsächlich für die betreffende Faser repräsentativ ist.

Die Vorteile der Modellversuche sind, abgesehen von der benötigten kleinen Menge, auch in dem verhältnismäßig geringen Arbeitsaufwand und Zeitbedarf für die Untersuchungen zu sehen und in der hervorragenden Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Die Modellversuche an Einzelfasern lassen verhältnismäßig kleine Unterschiede in den Fasereigenschaften und im Veredlungsverhalten erkennen. So kleine Unterschiede werden beim Einsatz im Gewebe, besonders in Kombination mit einem Mischungspartner, kaum wirksam und bei Gebrauchswertprüfungen selten gefunden. Bei der Änderung von Verfahren zwecks Verbesserung von Fasereigenschaften muß man aber in kleinen Schritten arbeiten, und es ist wichtig zu wissen, ob ein solcher Schritt auch in die gewünschte Richtung geht. Mehrere kleine Schritte in dieselbe Richtung ergeben schließlich eine Änderung und einen Effekt, groß genug, um sich auch in der Praxis beim Einsatz der Fasern im Gewebe und bei Untersuchungen der Gewebe bemerkbar zu machen.

Selbstverständlich sind die Eigenschaften eines Gewebes auch hinsichtlich des Veredlungsverhaltens nur zum geringen Teil durch die Fasereigenschaften bestimmt. Die Garn- und Gewebekonstruktion und vor allem das gemeinsame Wirken von Mischungspartnern sind von wesentlicher Bedeutung. Es ist daher ganz unmöglich, Gebrauchswertprüfungen, anwendungstechnische Untersuchungen oder Trageversuche durch Modellversuche an Einzelfasern zu ersetzen oder deren Ergebnisse vorauszusagen.

Herrn Dr. G. Falthansl danke ich für wertvolle Arbeiten im Zusammenhang mit den Modellversuchen, Frau Th. Schein danke ich für die äußerst sorgfältige Durchführung der zahlreichen Messungen.

Literatur:

- 1) Höller, R., Lenzinger Ber., 59 (1984) (in Vorbereitung)
- 2) Puchegger, F., Melliand, 56, 202 – 206 (1975)
DIN 53 812, Teil 2
- 3) BISFA, Internationally Agreed Methods for Testing Viscose, Modal, Acetate, Triacetate and Cupro Staple Fibres and Tows; 1983 Edition, Appendix I
- 4) Puchegger, F., Melliand 63, 827 – 829 (1982)
- 5) Ernst, A., Melliand 63, 617 – 623 (1982)
- 6) Szegö, L., Faserforsch. Text. Techn. 21, 10 (1970)
- 7) Puchegger, F., Lenzinger Ber. 55, 32 – 36 (1983)

Das Färben von regenerierten Cellulosefasern mit Remazol®-Farbstoffen

Dr. Hans-Ulrich von der Eltz, Hoechst AG, Frankfurt a. M., Bundesrepublik Deutschland

Nach einem kurzen Überblick über die weltweite Bedeutung der Viskosefasern berichtet der Verfasser über die Weiterentwicklung dieses Fasertyps, die zur Herstellung neuer Arten von regenerierten Cellulosefasern führte, den Modalfasern. Ihre wertvollen spezifischen Eigenschaften, wie hohe Festigkeit und hoher Naßmodul, ließen diese Fasern schnell Eingang in ein breites, textiles Einsatzgebiet finden.

Ausführlich widmet sich der Autor dann den kontinuierlichen und diskontinuierlichen Färbemöglichkeiten von Modalfasern und deren Mischungen mit Baumwolle und Polyester. Im Mittelpunkt stehen Remazol-Farbstoffe, die bei ihren ausgesprochen vielseitigen Applikationsmöglichkeiten leicht zu handhaben sind und dabei allen Anforderungen an eine hohe Betriebssicherheit, Reproduzierbarkeit und optimale Echtheitseigenschaften gerecht werden.

Neben den bewährten klassischen Färbverfahren werden neue Verfahrensvarianten beschrieben. In der Ausziehfärberei wird das Remazol automet-Verfahren vorgestellt, bei dem durch automatische alkalidosisierung bei konstanter Temperatur gefärbt wird und durch Verzicht der Aufheizphase eine wesentliche Verkürzung der Färbezeit und eine hervorragende Egalität erzielt wird. In der Kontinüefärberei wurde für das bewährte KKV-Verfahren ein Rechenprogramm für Taschencomputer erstellt, das dem Fachmann im Dialogverkehr schnell Auskunft über die Sicherheit des Verfahrens unter gegebenen Bedingungen erteilt. Die Überprüfung einer angesetzten Klotzflotte kann durch eine Schnellfixierung in einem Mikrowellenherd erfolgen.

Mit dem Ecosteam-Verfahren wird auf ein wirtschaftliches Vollkontinüefarben hingewiesen, das die Qualität einer KKV-Färbung erreicht.

Hinweise zur bestmöglichen Ton-in-Ton-Färbung bei Fasermischungen Modal/Baumwolle durch Farbstoffauswahl und Variation der Färbebedingungen werden gegeben.

Following a short survey of the worldwide importance of viscose fibres, the author reports on the further development of this fibre type, which led to the production of new kinds of regenerated cellulosic fibres, the modal fibres. Their valuable specific properties such as high tenacity and high wet modulus enabled these fibres to gain rapid access to a broad range of applications in the textile field.

The author then deals in detail with the continuous and discontinuous dyeing techniques for modal fibres and their blends with cotton and polyester. Main attention focuses on the Remazol dyes, which with their great versatility of application are easy to handle and meet all requirements with regard to high operating reliability, reproducibility and optimum fastness properties.

In addition to the established conventional dyeing methods, a description is also given of new process variants. In exhaust dyeing, the Remazol automet-process is introduced. Here, dyeing is carried out at constant temperature through automatic progressive metering of the alkali, and by dispensing with the heating-up phase a considerable reduction in dyeing time is achieved, together with excellent levelness. In the continuous dyeing sector, a pocket calculator program for the tried-and-tested short pad-batch process has been prepared, which by the enquiry/response technique quickly provides the specialist with information on the reliability of the process under given conditions. A prepared padding liquor can be checked by means of a rapid fixation in a microwave oven.

With the Ecosteam process, attention is drawn to an economic, fully continuous process in which the quality of a short pad-batch dyeing is attained.

Information is given on ways of achieving optimum solid-shade dyeings on modal/cotton fibre blends by suitable dye selection and variation of the dyeing conditions.

1. Einleitung: Viskosefasern in der Weiterentwicklung

Der Anteil von Viskosefaserstoffen an der Gesamtmenge aller Chemiefaserstoffe nimmt zwar ab, was aber nicht zu dem Schluß führen darf, daß eine Abnahme der Produktion dieser Faserstoffe vorliegt (Tab. 1). Die Prognosen sprechen von einem unveränderten Produktionsvolumen oder, wie z. B. bei den sozialistischen Ländern, von einer Zunahme (Tab. 2).

Tabelle 1: Entwicklung der Viskosefaserproduktion in 1000 Tonnen

	Filament	Stapelfaser	Total	Stapelfaseranteil (%)
1960	1131	1525	2656	57
1970	1392	2187	3579	61
1980	1142	2412	3554	68
1983	1029	2285	3314	69

Tabelle 2: Viskosefaserproduktion nach Ländern

	in 1000 Tonnen		in %	
	1972	1981	Veränderung	Anteil 81 an Weltpro.
Westeuropa	597	465	- 22	25
Osteuropa	606	650	+ 7	34
USA	336	211	- 37	11
Japan	367	273	- 26	14
Übrige	191	303	+ 59	16
Gesamt	2097	1902	- 9	100

Tabelle 3: Weltfaserproduktion in Prozent

	Co	Wo	Syn.	CV	Total
1960	68	10	5	17	100
1970	54	7	23	16	100
1980	47	5	36	12	100
1983	48	5	36	11	100
1990	46	4	40	10	100
2000	46	4	41	9	100

Die Tabelle 3 zeigt schließlich den Anteil der Viskosefasern in der Weltfaserproduktion.

In den letzten 10 bis 15 Jahren kam es zu großen Fortschritten bei der Herstellung neuer Arten von Viskosefasern mit spezifisch wertvollen Eigenschaften. Die Entwicklung ging in zwei Richtungen:

- Änderung der physikalischen Struktur der Fasern durch Einhalten spezieller Prozeßbedingungen,

– chemische Modifizierung durch Pfropfpolymerisation, Bildung einer molekularen Bindung, Veresterung und Verätherung sowie Einbringen unterschiedlichster Verbindungen in die Viskosefaser.

Krässig¹ berichtet über die Entwicklungsrichtungen der Cellulosefaserindustrie und zeigt den Vergleich des Kraft-Dehnungsverhaltens verschiedener Spinnfasern (Abb. 1).

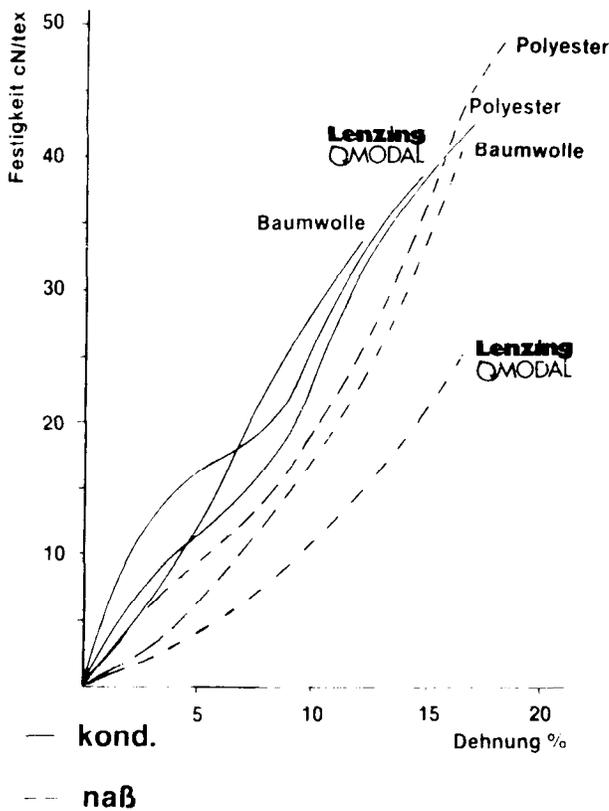


Abb. 1: Vergleich des Kraft-Dehnungsverhaltens verschiedener Spinnfasern

Die Definition für Modalfasern kann wie folgt festgelegt werden: *Regeneratcellulosefaser, die eine hohe Festigkeit und einen hohen Naßmodul aufweist. Die Bruchkraft (B_C) im konditionierten Zustand und die Kraft (B_M), welche notwendig ist, eine Dehnung von 5% im nassen Zustand zu verursachen, sind:*

$$B_C(\text{cN}) \geq 1,3 \sqrt{T + 2T}$$

$$B_M(\text{cN}) \geq 0,5 \sqrt{T}$$

Dabei ist T die mittlere Feinheit in dtex.

Die Viskosefasern des Hochmodultyps (HWM) sind wegen ihres ausgewogenen Kraft-Dehnungsverhaltens und des deutlich besseren Abriebwiderstandes vor allem als Mischungspartner mit Polyesterfasern und Baumwolle geschätzt. Nach Krässig² sind die Kristallite in den Modalfasern kleiner als in den polynosischen Fasern. Die wesentlichsten Merkmale einer HWM-Faser faßt Lenz³ wie folgt zusammen:

Im konditionierten Zustand hat die HWM-Faser eine hohe Reißfestigkeit bei noch relativ hoher Reißdehnung, eine gute Schlingen- und Knotenfestigkeit sowie Abriebbeständigkeit; im nassen Zustand einen hohen Modul und einen geringen Quellwert.

Diese beiden Eigenschaften sind wesentlich für die gute Maßhaltigkeit von Geweben aus Modalfasern beim Ausrüsten und bei Haushaltswäschen.

Ernst⁴ berichtet über die Eigenschaften von Modalfasern und zeigt, daß durch den Naßmodul eine klare Abtrennung zwischen Viskosefasern und Modalfasern gegeben ist (Abb. 2).

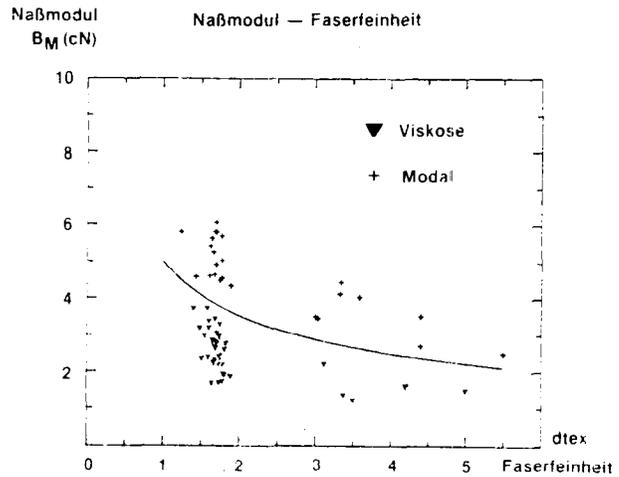


Abb. 2: Naßmodul - Faserfeinheit

Auch die Zusammenhänge zwischen Naßmodul und der relativen Schlingenfestigkeit von Cellulose regeneratfasern und der Faserfestigkeit (Abb. 3) machen deutlich, daß die absolute Schlingenfestigkeit bis zu einem bestimmten Naßmodulniveau nicht abfällt. Es ist dies jenes Niveau,

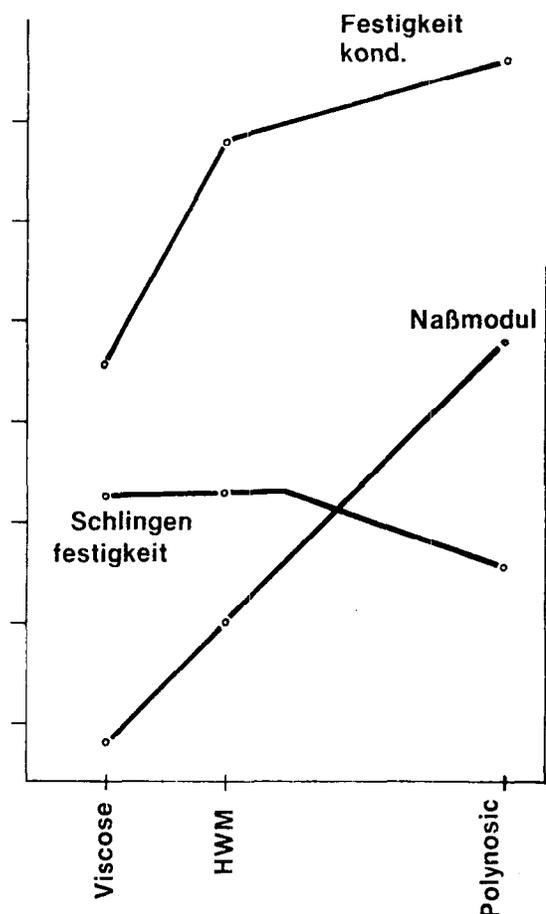


Abb. 3: Zusammenhänge zwischen Festigkeit - Naßmodul - Schlingenfestigkeit, Fasergattung

welches für die HWM-Faser typisch ist. Diese Fasern liefern demnach den optimalen Kompromiß bezüglich Naßmodul, Fasersprödigkeit, Faserfestigkeit und Formbeständigkeit.

Kossina⁵ faßt die Einsatzgebiete von Modalfasern wie folgt zusammen:

- Leichtgewebe (100 % oder in Mischungen, Anteil 50 %)
- DOB-HAKA 100 %, mit Co oder PES
- DOB-Masche 100 %, mit Co oder Synth.
- Jersey-Wäsche mit Wo (oder PES)
- Sport-Kleidung 100 %, mit Co oder Synth. (auch Systemmischungen)
- Freizeit-Web. mit Co oder Synth.
- Freizeit-Strick mit Acryl oder Wo
- Futterstoffe mit Visk.-Fil.
- Plüsch-Frottee 100 %, mit Co (Florbildung)
- Bettwäsche mit Co oder PES
- techn. Bereich 100 %
- Arbeitskleidung mit PES

Im Gegensatz zu früheren Einsatzmöglichkeiten der Normalviskosefasern ist auffällig, daß sich Textilien mit einem 50 %-Anteil an Modalfasern als risikolos etabliert darstellen und daß der Anteil je nach Konstruktion höher - bis 2/3 des Fasereinsatzes - sein kann.

Der gleiche Autor stellt auch eine Funktionsgrafik (Abb. 4) vor, in der die Sektoren Haltbarkeit und Pflege sowie der Tragekomfort dargestellt sind, wobei auch die Trendeinflüsse eingetragen sind. Wie unschwer zu erkennen ist, kann man über eine sinnvolle Kombination dieser Faserstoffe je nach Anforderungsprofil eine Abstimmung zwischen Haltbarkeit, Pflegeleichtigkeit und Tragekomfort erreichen.

In Mischung mit Baumwolle oder Polyesterfasern spielen neben den klassischen Viskosefasern die Modalfasern eine ständig steigende Rolle.

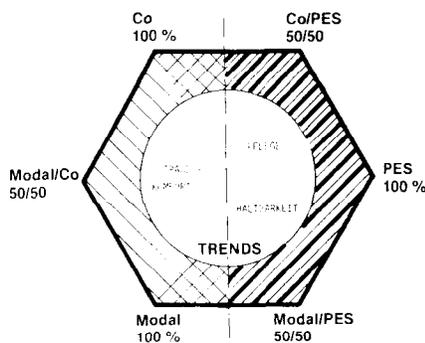


Abb. 4: Rohstoffe - Eigenschaften

2. Das Färben von regenerierten Cellulosefasern mit Remazol-Farbstoffen

In den 27 Jahren seit der Ausgabe der ersten Remazol-Farbstoffe wurden die Anwendungsverfahren ständig verbessert und den veränderten Bedingungen angepaßt. Es handelt sich um sichere und bewährte Färbeverfahren. Nachstehende Ausführungen sollen zeigen, daß die Entwicklung neuer Reaktivfarbstoffe wie auch neuer Verfahrensvarianten noch nicht zum Stillstand gekommen ist.

2. 1. Das Färben von regenerierten Cellulosefasern mit Remazol-Farbstoffen nach dem Ausziehverfahren

Bei den meisten Farbstoffsortimenten steht in der Textilfärberei das Färben nach Ausziehfarbverfahren im Vordergrund. Aber selbst beim Ausziehverfahren stellen sich immer wieder neue Aufgaben, die eine Anpassung der Verfahrensbedingungen an Fasersubstrate oder neue Maschinen erforderlich machen. Als Beispiel soll in diesem Zusammenhang nun das Färben im kurzen Flottenverhältnis angeführt werden.

2. 1. 1. Das klassische Ausziehverfahren für regenerierte Cellulosefasern

Auf allen alten und auch modernen Färbeapparaten und -maschinen können Remazol-Farbstoffe mit Erfolg eingesetzt werden. Sie erbringen neben sehr guter Egalität

- optimale Echtheitseigenschaften,
- einfache Färbeweise,
- hohe Reproduzierbarkeit und damit
- Betriebssicherheit sowie
- leichte Nuancierbarkeit.

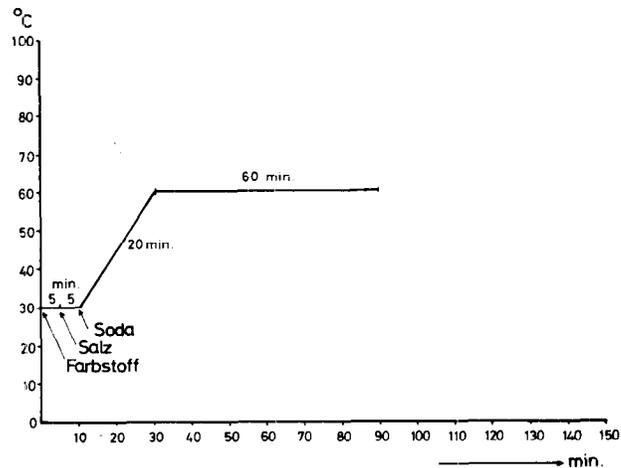


Abb. 5: Ausziehverfahren für Zellwolle - All-in-®Remazol-Farbstoffe

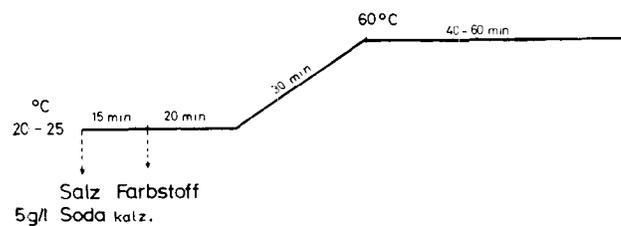


Abb. 6: Ausziehverfahren für Zellwolle - Vorlaufmethode-®Remazol-Farbstoffe

Bestechend sind die einfache und betriebssichere All-in-Methode und die sogenannte Vorlaufmethode, die sich in den Textilfärbereien einen besonderen Beliebtheitsgrad erlangt haben. Die Abbildungen 5 und 6 sollen schematisch diese Färbeverfahren aufzeigen.

Ein seit Jahren in Japan erprobtes Färbeverfahren für Viskosefasern (Bemberg) wird schematisch in Abbildung 7 gezeigt.

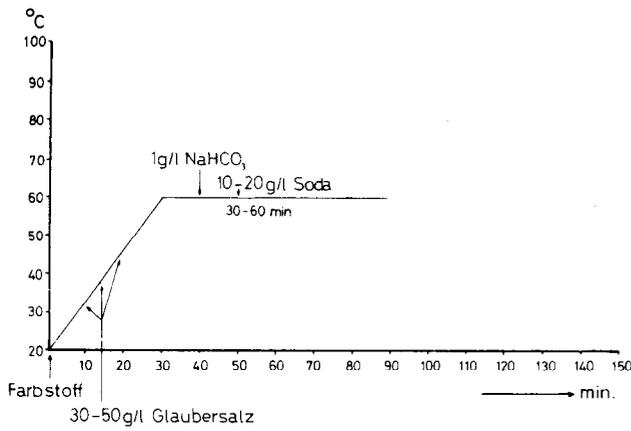


Abb. 7: Erprobtes Ausziehfarbverhalten mit Remazol-Farbstoffen auf Bemberg (Japan)

2.1.2. Das Remazol automet-Verfahren

Hierbei handelt es sich um eine neue Verfahrensvariante, bei der das erforderliche Alkali mit Hilfe des Dosiersystems ADC 100 vorgegeben wird (Abb. 8).

Bekanntlich setzt die Fixierung der Reaktivfarbstoffe auf der Faser mit großer Geschwindigkeit ein, wenn man das gesamte für die Fixierung des Farbstoffes erforderliche Alkali bei der Endfärbetemperatur zusetzt. Mit Hilfe einer niedrigen Starttemperatur kann man zwar den Fixierprozess verlangsamen, muß aber immer riskieren, daß die Temperatur-Zeit-Abhängigkeit beim Aufheizen, z. B. auf 60°C, die absolute Reproduzierbarkeit nachteilig beeinflussen kann. Gerade aber bei Geweben aus Celluloseregeneratfasern bereitet ein Färbebeginn bei niedrigerer Temperatur

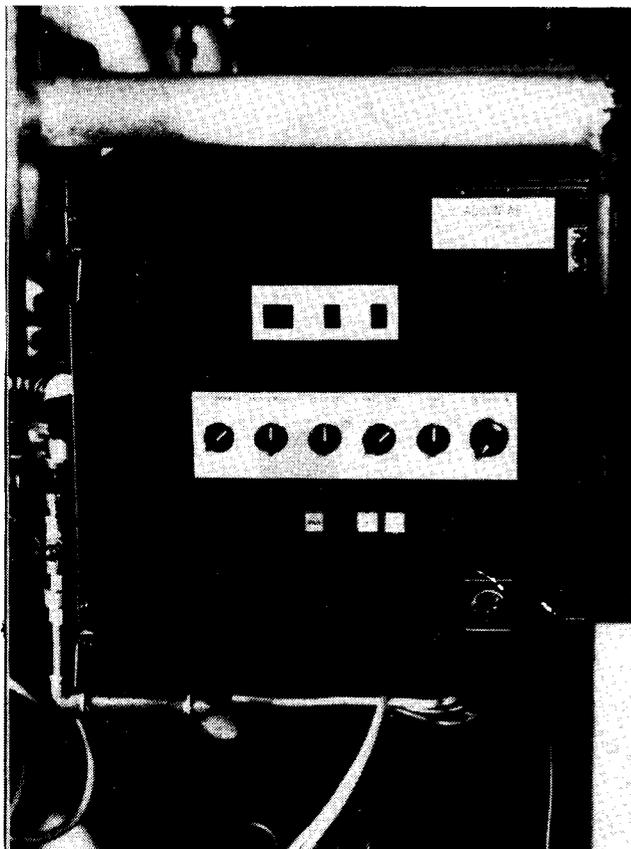


Abb. 8: Schaltschrank des Dosiersystems ADC 100

nicht selten Schwierigkeiten wegen einer sogenannten Naßstarre. Man muß also wegen der Laufeigenschaften vielfach bei höheren Färbetemperaturen (60°C) arbeiten.

Mit Hilfe der neuen Methode wird nun die Zugabe des Alkalis automatisch so gesteuert, daß Färbungen mit hervorragender Egalität erhalten werden. Ungermann hat jüngst ausführlich über dieses Verfahren berichtet. Als besonderer Vorteil erweist sich die progressive Dosierung von Alkali, wie grafisch in Abbildung 9 verdeutlicht wird.

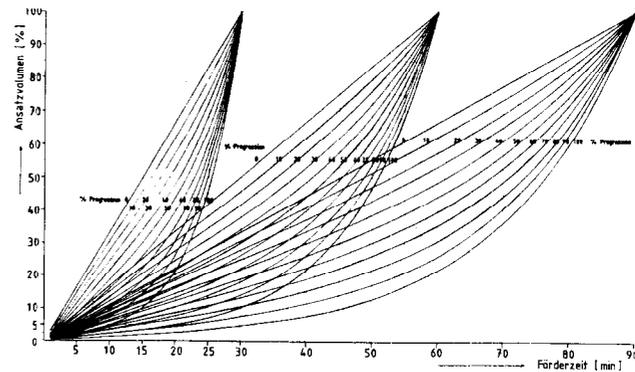


Abb. 9: Dosiersystem ADC 100 (Adcon/Then) – Dosierverlauf in Abhängigkeit von Progression und Zeit

Der Einfluß der Progression auf den Verlauf der Fixierkurve wird in Abbildung 10 gezeigt, wobei die Natronlauge die Endmenge darstellt. Die Abbildung 10 zeigt auch den Fixierverlauf bei Baumwolle.

Es ist leicht einzusehen, daß sich Remazol-Farbstoffe ideal für die ADC-Dosierung eignen. Die nur mäßige Substantivität der Sulfatoethylsulfonform, als die der Handelsfarbstoff vorliegt, erlaubt von Anfang an in bekannter Weise die Zugabe der gesamten Salzmenge. Nach dem Zusatz des Farbstoffes genügt eine Durchmischungszeit von 10 Minuten, da während der Alkalidosierung noch ausreichende Migrationsmöglichkeiten bestehen.

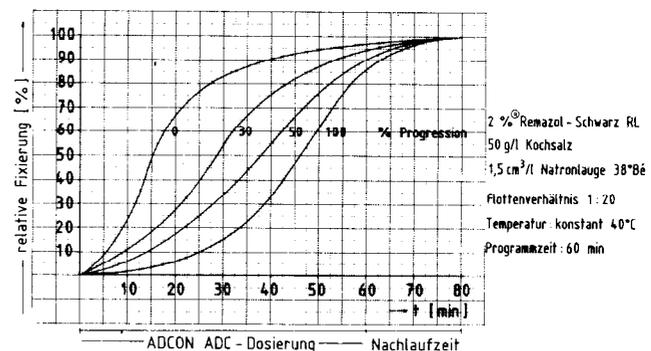
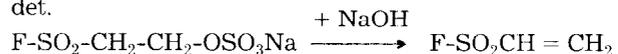


Abb. 10: Fixierverlauf bei ADC-Dosierung in Abhängigkeit von der Progression

Durch das zum Färben erforderliche Alkali wird zunächst der eigentliche reaktive Farbstoff, das Vinylsulfon, gebildet.



Dieses weist im Regelfall ein deutlich erhöhtes Ziehvermögen auf. Durch die besondere Art der Alkalidosierung findet die Umsetzung langsam und gleichmäßig statt, so daß kein abrupter Substantivitätsanstieg erfolgen kann.

Bei Reaktivfarbstoffen, die bereits in der neutralen Aufziehphase zu Unequalitäten neigen, ist natürlich durch entsprechende Maßnahmen, z. B. durch zunächst portionsweise oder progressive Salzzugaben, auf dieses Verhalten Rücksicht zu nehmen.

Die Vorteile der neuen Methode lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- hervorragende Egalität,
- verbesserte Laufeigenschaften durch ein Konstanttemperaturverfahren,
- höhere Reproduzierbarkeit, da keine Aufheizphase berücksichtigt werden muß,
- verkürzte Färbezeit,
- optimale Verfügbarkeit des Bedienungspersonals.

Praktische Erfahrungen mit weit über 50 Geräten an Produktionsmaschinen zeigen, daß das Gerät sich schnell amortisiert und die Anschaffungskosten belanglos sind.

2. 1. 3. Das Färben von Mischartikeln

2. 1. 3. 1. PES/CE-Fasermischung

Bei der klassischen Färbeweise von Mischungen aus Polyester- und Cellulosefasern wird nach dem HT-Färbeverfahren mit [®]Samaron-Farbstoffen und in einem zweiten Bad die Cellulosefaser, eventuell nach reduktiver Reinigung, mit Remazol-Farbstoffen überfärbt. Im wesentlichen handelt es sich hierbei um das Aneinanderreihen zweier getrennter Färbeprozesse (Abb. 11). In einer anderen Variante des Verfahrens werden nach der PES-Vorfärbung Rema-

zol-Farbstoff und Salz in das auf 80° C abgekühlte Bad eingetragen und bei 60° C Alkali zugegeben, wie es aus der Abbildung 12 hervorgeht.

Dem Praktiker ist diese Färbeweise als langwierig und zeitaufwendig bekannt, wobei natürlich die Garnfärberei (Kreuzspulenfärberei) noch etwas schneller abläuft als die Stück-(Jet)-Färberei. Es hat deshalb nicht an Bemühungen gefehlt, diese Färbeprozesse zu beschleunigen und zu optimieren. In diesem Zusammenhang sei an die Schnellfärberei der Polyesterfasern^{7,8} wie auch an das Hoechst-Rapidcolor-Verfahren⁹⁻¹¹ erinnert.

Im vorhergegangenen Abschnitt wurde aufgezeigt, daß auch von seiten des Färbeprozesses der Cellulosefasern her ganz wesentliche Rationalisierungseffekte zu erzielen sind.

In den Abbildungen 13 und 14 werden zwei Verfahrensvarianten einander gegenübergestellt.

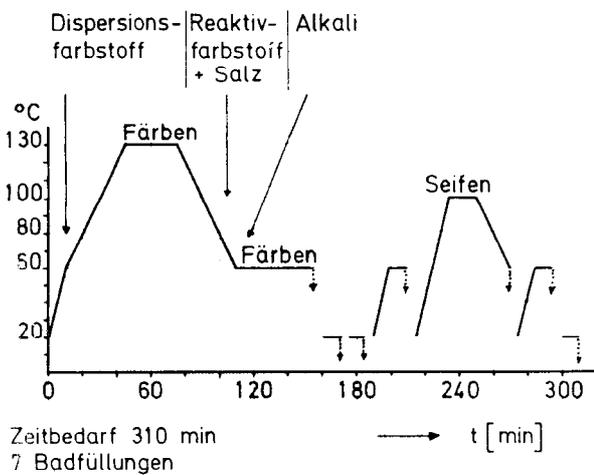


Abb. 11: HT-Einbadverfahren (zweistufig)

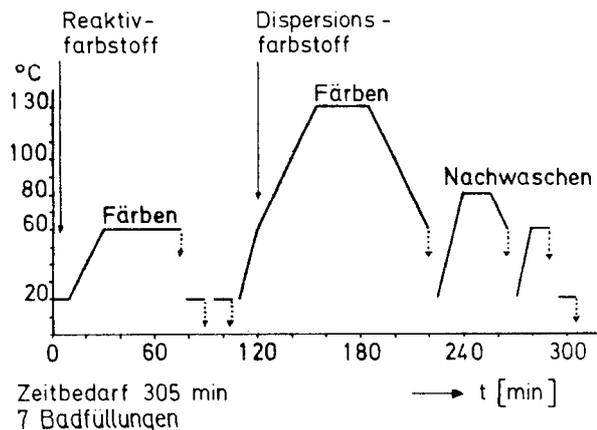


Abb. 12: „Umgekehrtes“ Zweibadverfahren

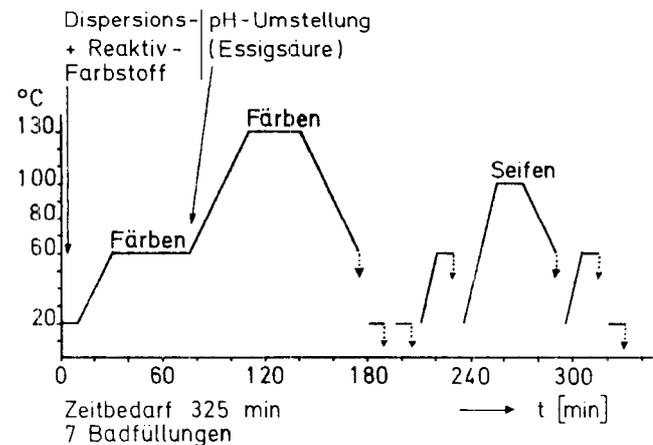


Abb. 13: HT-Einbadverfahren (zweistufig)

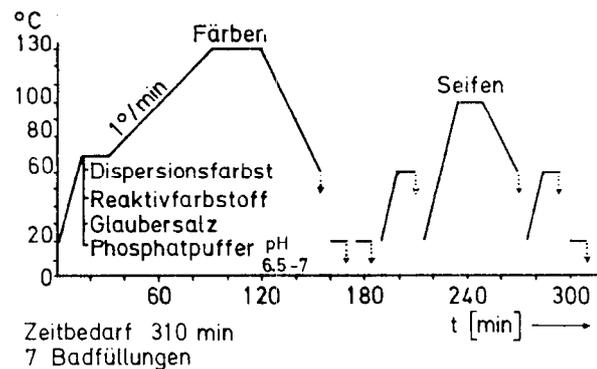


Abb. 14: HT-Einbadverfahren (einstufig)

Die in diesen Kurven gezeigten Verfahrensabläufe lassen sich durchaus auch auf Stückfärbemaschinen übertragen. Gerade der neue Airflow (Abb. 15) eröffnet hier unvorstellbare Zeitverkürzungen, über die wir an anderer Stelle ausführlicher berichten werden.

2. 1. 3. 2. Das Färben von Modal/Baumwolle-Fasermischungen

Mischgespinste aus Modalfasern und Baumwolle sollten auf Basis einer gekämmten Baumwolle erstellt werden. Die Abbildungen 16 und 17 zeigen den Vorteil der gekämmten Baumwolle. Man erhält Gewebe mit seidigem Lüster und weichem Griff. Mit zunehmendem Modal-Anteil werden die Garne glatter und weniger füllig.

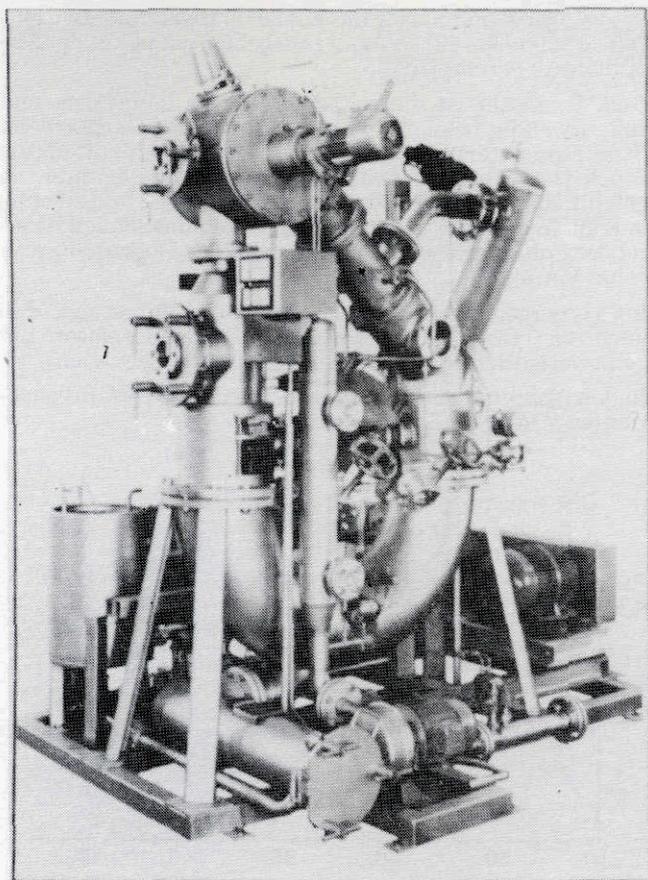


Abb. 15: Then-Airflow HT7

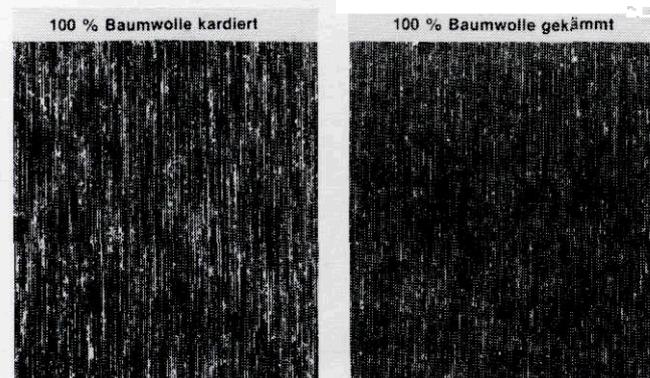


Abb. 16: Garnschautafeln zur optischen Demonstration der erreichbaren Gleichmäßigkeiten

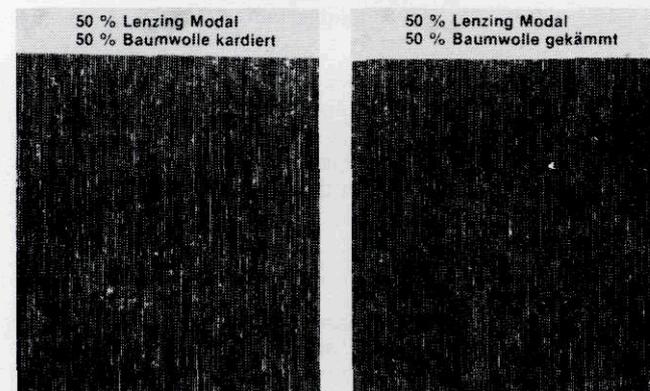


Abb. 17: Garnschautafeln zur optischen Demonstration der erreichbaren Gleichmäßigkeiten

Mischgespinste aus Modal/Baumwolle können merzerisiert werden, wobei eine Behandlung mit Natronlauge 30° Bé während 30–90 Sekunden bei 8–14° C erfolgt. Es ist jedoch besonders wichtig, eine Überdehnung wie auch ein Lagern im langgestreckten Zustand zu vermeiden.

Die Affinität von Reaktivfarbstoffen zu Modal und Baumwolle weicht deutlich voneinander ab. Die meisten Reaktivfarbstoffe färben die Modalfasern deutlich tiefer an als Baumwolle. Es gibt jedoch Ausnahmen.

Bei Verwendung von kardierter Baumwolle oder Baumwolle minderwertiger Provenienzen kann durch Laugieren mit Natronlauge von 4–8° Bé eine Ton-in-Ton-Färbung verbessert werden. Bei hochwertiger Baumwolle kann ein Laugieren unter Umständen wegfallen. Durch das Laugieren kann der fließende Charakter leicht verlorengehen. Schon aus diesen wenigen Aussagen wird deutlich, daß verallgemeinernde Aussagen zu Fasermischungen aus Modal und Baumwolle beim Färben mit Reaktivfarbstoffen nur sehr beschränkt möglich sind.

Mit zahlreichen Qualitäten aus Modal-gekämmter Baumwolle 50/50 haben wir die Erfahrung gemacht, daß eine Ton-in-Ton-Färbung ohne Laugieren oder Merzerisieren besser ist. Im allgemeinen genügt eine alkalische Abkochung. Die Qualität der Baumwolle spielt also für eine gute Ton-in-Ton-Färbung eine ausschlaggebende Rolle. Außerdem sollten Stapel- und Faserlänge nur wenig voneinander abweichen.

In ausführlichen Versuchsreihen haben wir das färberische Verhalten der Remazol-Farbstoffe auf Modal/Baumwolle-Fasermischungen überprüft und gefunden, daß niedrige Färbetemperaturen (40° C) bei der Mehrzahl der Remazol-Farbstoffe besser als hohe (60° C) sind.

Eine sorgfältige Farbstoffauswahl ist für eine gute Ton-in-Ton-Färbung wichtig (Tab. 4).

Tabelle 4: Remazol-Farbstoffe auf Modal/Baumwolle-Mischungen

Für Ausziehverfahren bei 40° C		bei 80° C	
Remazol-Brillantgelb 7GL, 4GL		Remazol-Brillantgelb 7GL, 4GL	
Remazol-Gelb GNL 200		Remazol-Türkisblau G	
Remazol-Brilliantorange FR		Remazol-Brillantgrün 6B	
Remazol-Brillantrot BB, SBB, F3B			
Remazol-Rot RB			
Remazol-Blau BR			
Remazol-Dunkelblau HR			
Remazol-Marineblau GG			
Remazol-Braun GR			
Remazol-Schwarz RL			

Eine allgemeingültige Aussage für Modal/Baumwolle-Fasermischungen ist nicht möglich. Die Modalfasern verschiedener Hersteller verhalten sich unterschiedlich und wie bereits erwähnt, spielt die Baumwollqualität eine große Rolle.

Durch Variation der Färbebedingungen, wie Färbetemperatur, Elektrolytmenge, Alkaliart und -menge, sowie spezielle Nachbehandlungsmittel konnten keine nennenswerten Verbesserungen der Ton-in-Ton-Färbung erzielt werden. Lediglich bei der Verwendung von Phthalocyanin-Farbstoffen wird eine bessere Ton-in-Ton-Färbung durch Laugieren und anschließende Färbung bei 80° C erhalten, wobei sich für die Herstellung von Grüntönen die Kombination mit Remazol-Brillantgelb 7GL und 4GL empfiehlt.

Man könnte nun glauben, daß sich Reaktivfarbstoffe mit hoher Substantivität am günstigsten bezüglich der gleichmäßigen Anfärbung der beiden Faserarten verhalten. Aber auch diese Aussage läßt sich nicht bestätigen. Diese Beobachtung haben wir auch bei Versuchen mit anderen Reak-

tivfarbstoffsortimenten gemacht. Durch gezielte Forschung lassen sich aber Farbstoffe erarbeiten, die ein sehr gutes tongleiches Anfärben solcher Mischgespinste gewährleisten, wie das an einigen Beispielen mit Versuchsprodukten demonstriert werden kann.

Eine progressive Alkalidosierung ist bei diesen Fasermischungen nicht von Vorteil, da die Fixierung bei geringer Alkalikonzentration noch mehr auf die Seite der Modalfasern verschoben wird.

2. 2. Das Färben von regenerierten Cellulosefasern mit Remazol-Farbstoffen nach dem Klotz-Färbeverfahren

2. 2. 1. Die überragende Bedeutung des Klotz-Kurzverweil-(KKV)-Verfahrens

Seit vielen Jahren ist das bewährte KKV-Verfahren mit Remazol-Farbstoffen ein Begriff für Energiesparen^{13, 14}. Selten hat eine Färbetechnik so epochemachend gewirkt wie dieses Färbeverfahren. Besonders für Gewebe aus regenerierten Cellulosefasern stellt das KKV-Verfahren die optimale Lösung dar, wenn es gilt, ohne Grauschleier zu färben. Über das KKV-Verfahren wurde schon vielfach berichtet^{15 - 17}.

In jüngster Zeit konnte U n g e r m a n n¹⁸ ein Verfahren mit verminderter Wasserglasmenge vorstellen. Eine intensive Bearbeitung des Verfahrens führte zur Ermittlung der Abhängigkeit der Klotzflottenhaltbarkeit von Temperatur und Zeit. Um dem Fachmann die Arbeit im täglichen Gebrauch zu erleichtern, vor allem aber zu optimieren, wurden Tabellen erstellt, die in Marketing-ATA-Textilfarbstoffe angefordert werden können.

Es wurde ein Rechenprogramm für einen Taschencomputer erstellt (Abb. 18), bei dem im Dialogverkehr: Chassisinhalt (l), laufendes m-Gewicht (g), Klotzgeschwindigkeit (m/min), Flottenaufnahme (%), Klotztemperatur (° C), Hydrolysenkonstante K_H (20° C) und Temperaturkonstante K_T abgefragt werden. Man erhält am Ende eine Aussage über die Sicherheit des Verfahrens unter den gegebenen Bedingungen. Die praktischen Erfahrungen zeigen in aller Deutlichkeit, daß derartige Grundlagen für die Verfahrensoptimierung gerne vom Praktiker angenommen werden.

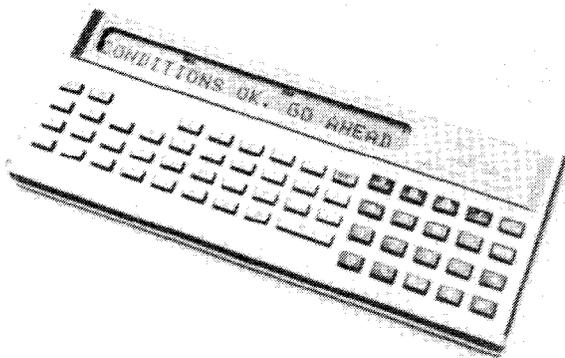


Abb. 18: Berechnung der Klotzflottenhaltbarkeit – programmierter SHARP-Computer PC 1212

Im Zug der Bemühungen, auch die angesetzte Klotzflotte durch einen Schnellfärbetest überprüfen zu können, wurde die Fixierung im Mikrowellenherd ausgearbeitet¹⁸. Hierbei können Geräte verwendet werden, wie sie im Haushaltsbereich üblich sind, sofern die Leistungsabgabe stufenlos regelbar ist (Abb. 19).

2. 2. 2. Das Ecosteam-Verfahren

Immer wieder wurde an uns der Wunsch nach einem voll-

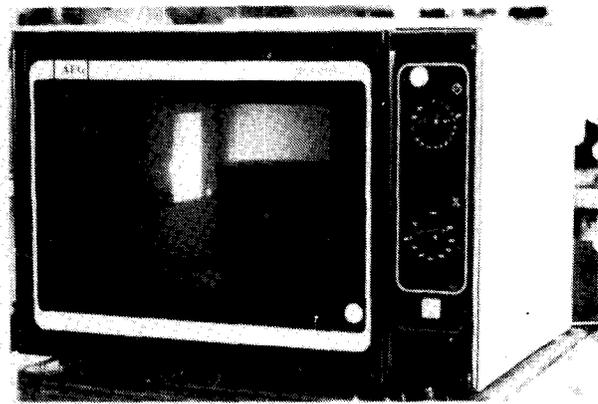


Abb. 19: Laborschnellmethode für das KKV-Verfahren mit Hilfe eines Mikrowellenofens

kontinuierlichen Färbeverfahren herangetragen, das den Vorteilen des KKV-Verfahrens möglichst nahe kommen sollte. Da man Gewebe aus regenerierten Cellulosefasern wegen der Gefahr des Grauschleiers nicht zwischentrocknen möchte, konnte nur ein modifiziertes Einbad-Naßdämpfverfahren die Lösung bringen.

Bedingt durch die Kondensation des Dampfes auf der Faser und die vorzeitige Hydrolyse treten beim Fixieren im Sattdampf zu hohe Ausbeuteverluste ein; daher haben wir eine Fixierung im Dampf/Luft-Gemisch bei etwa 70° C Naßtemperatur ausgearbeitet. Das Prinzip des Ecosteam-Verfahrens wird in Abbildung 20 gezeigt. Es wurde eine Maschine entwickelt, die nunmehr seit über einem Jahr erfolgreich produziert. Da keine Trocknung des Textilgutes erfolgt, eignet sich das Ecosteam-Verfahren auch besonders für das Färben von regenerierten Cellulosefasern. Bezüglich weiterer Einzelheiten verweisen wir auf eine in Kürze erscheinende Veröffentlichung¹⁹.

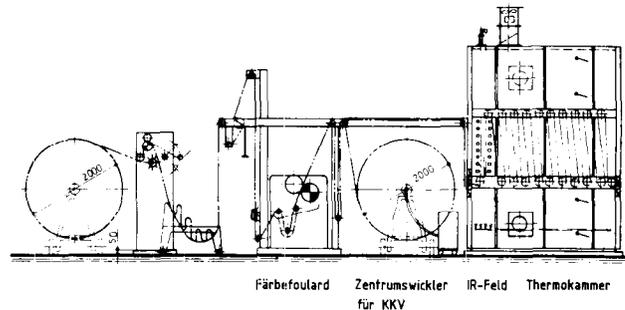


Abb. 20: Anlage für das Ecosteam-Verfahren

2. 2. 3. Das Färben von Mischgespinnsten

2. 2. 3. 1. PES/CE-Fasermischungen

Für das kontinuierliche Färben von Polyesterfasern steht bis heute nur das Thermosol-Verfahren in praktischem Gebrauch. Die Kombination des Thermosol-Verfahrens mit dem KKV-Verfahren ist seit über zwei Jahrzehnten Stand der Technik²⁰. Auch eine Kombination des Thermosol-Verfahrens mit dem Ecosteam-Verfahren ist möglich.

2. 2. 3. 2. Modal/Baumwolle-Fasermischungen

Mit dem KKV-Verfahren erreicht man die bestmögliche Ton-in-Ton-Färbung dieser Mischung. Die Erfahrung hat gezeigt, daß man nachstehende Punkte berücksichtigen sollte:

- mittlere Flottenaufnahme ca. 100 %,
- Verwendung schnell fixierender Remazol-Farbstoffe,
- hohe Elektrolytmengen, die die Gleichmäßigkeit (Wasserglas-Variante) fördern,

– Laugieren, das bei Verwendung von Phthalocyaninfarbstoffen oft unumgänglich ist.

In Tabelle 5 werden die besonders geeigneten Remazol-Farbstoffe zusammengefaßt.

Tabelle 5: Fixierzeiten von Remazol-Farbstoffen bei KKV-Verfahren (WG-Variante)

	Verweilzeit (WG-Variante)
Remazol-Brillantgelb GL	(4 h)
Remazol-Gelb GNL 200, FG, GR, R	(jeweils 2 h)
Remazol-Gelbbraun G	(2 h)
Remazol-Goldgelb G, 3R, RNL	(jeweils 2 h)
Remazol-Goldorange 4G	(2 h)
Remazol-Brillantorange FR, RR, 3R	(jeweils 2 h)
Remazol-Brillanrot GG, SBB, BB, 6B	(jeweils 2 h)
Remazol-Brillanrot F3B	(3 h)
Remazol-Bordo B	(2 h)
Remazol-Brillantviolett 5R	(2 h)
Remazol-Blau 3R, BR	(jeweils 2 h)
Remazol-Brillantblau R spez.	(3 h)
Remazol-Brillantblau B	(2 h)
Remazol-Schwarz G, GF, RL	(jeweils 2 h)

3. Zusammenfassung und Ausblick

Die Weiterentwicklung der regenerierten Cellulosefasern hat sich für die Optimierung der Gebrauchsartikel positiv ausgewirkt. Die Modalfasern bereiten färberisch keine besonderen Probleme. Beim Färben von Mischungen mit Baumwolle nach dem Ausziehverfahren muß jedoch eine besondere Farbstoffauswahl und Verfahrensanpassung erfolgen. Beim Färben mit Remazol-Farbstoffen können wir mit dem

- Remazol automet-Verfahren,
- KKV-Verfahren oder
- Ecosteam-Verfahren

interessante neue Verfahrensvarianten anbieten. Auf die praktischen Ergebnisse mit Hilfe des Then-Airflow darf man schon heute sehr gespannt sein. Mit Hilfe der neuen Verfahrenstechnik erscheint auch das Färben von regenerierten Cellulosefasern mit Remazol-Farbstoffen in einem neuen Licht.

Literatur

- 1) Krässig, H.; Textilveredlung, **17**, 8, 333–343 (1982)
- 2) Krässig, H., Faltlhansl, G., Schmidt, H.; Textilbetrieb, **99**, 12, 27–34 (1981)
- 3) Lenz., J.; Textiltechnik, **30**, 6, 358–361 (1980)
- 4) Ernst, A.; Lenzinger Ber., **52**, 13–19 (1982), Melliand, **63**, 9, 617–623 (1982)
- 5) Kossina, A.; Lenzinger Ber., **54**, 36–42 (1983)
- 6) Ungermann, E.; Text. Prax. Int., **39**, 5, 493–496 (1984)
- 7) von der Eltz, H.-U.; Textilveredlung, **11**, 5, 169–179 (1976)
- 8) von der Eltz, H.-U.; Textilveredlung, **11**, 10, 405–413 (1976)
- 9) von der Eltz, H.-U.; Chemiefasern/Text. Ind., **29/81**, 474–480 (1979)
- 10) Christ, W., Reuther, A.; Melliand, **60**, 868–875 (1979)
- 11) von der Eltz, H.-U.; Textilveredlung, **16**, 9, 366–373 (1981)
- 12) Christ, W., von der Eltz, H.-U., Reuther, A.; Textilveredlung, **18**, 6, 201–206 (1983)
- 13) von der Eltz, H.-U.; Lenzinger Ber., **40**, 208–215 (1976), Chemiefasern, **2**, 150–152, 154–156 (1976)
- 14) von der Eltz, H.-U., Klein, R.; Int. Text. Bull., 323/396 (1973)
- 15) von der Eltz, H.-U., Ungermann, E.; Text. Prax. Int., **18**, 1189–1197 (1963)
- 16) Ungermann, E.; Text. Prax. Int., **27**: 6, 374; 7, 424; 8, 492; 9, 562; 10, 640 (1972)
- 17) Klein, R.; Int. Text. Bull., 3, 297 (1980)
- 18) Ungermann, E.; Text. Prax. Int., **39**: 1, 63–66; 2, 153–157; 3, 262, 269–271 (1984)
- 19) von der Eltz, H.-U., Kloss, E.; Deutscher Färberkalender 1985
- 20) von der Eltz, H.-U., Olpeter, G., Walbrecht, H.; Text. Prax. Int., **39**: 5, 471–476; 6, 583–586; 7, 689–692; 8, 791–794; 9 (im Druck)

Die Bedeutung von hydrolysierten Reaktivfarbstoffanteilen für Färbung und Abwasser

Dr. D. Fiebig, Dipl.-Chem. G. Schulz, Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung, Stuttgart
Institut für Textilchemie, Denkendorf, Bundesrepublik Deutschland

Die Reaktivfarbstoffe spielen beim Färben von Cellulosefasern eine nicht unbedeutende Rolle. Aber trotz der eingeführten Verfahrenstechnik gibt es nach wie vor einige Probleme. Diese Probleme liegen in der teilweise geringen Fixierausbeute und im Verhalten der hydrolysierten Farbstoffanteile beim Auswaschprozeß. In der vorliegenden Arbeit wird daher der Einfluß der hydrolysierten Reaktivfarbstoffanteile unter zwei Gesichtspunkten betrachtet: ihre Bedeutung im Färbeprozess einschließlich der Nachbehandlung zum Erhalt guter Naßechtheiten und ihre Auswirkung auf die Abwasserbelastung. Durch Färbung mit hydrolysierten Farbstoffen nach unterschiedlichen Färbverfahren konnte gezeigt werden, daß die Auswaschbarkeit stark mit der Substantivität der Farbstoffe zusammenhängt, ebenso die Abwasserbelastung, die hauptsächlich durch die hydrolysierten, ausgewaschenen Anteile bestimmt wird, da bei der Reaktivfärbung selbst wenig abwasserbelastende Hilfsmittel eingesetzt werden. Eine zusätzliche Belastung des Abwassers rührt natürlich vom Waschmittel her. Die Verteilung der Abwasserlast auf die einzelnen Nachbehandlungsbäder hängt wiederum stark von der Substantivität der Farbstoffhydrolysate ab. Diese Fakten spielen bei den Überlegungen eine große Rolle, die zur Recyclisierung von Abwasseranteilen in stark und schwach belastete Abwasser trennen wollen.

The reactive dyes play an important role in dyeing cellulose fibres. In spite of a well working technology there still exist problems. These problems are partially caused by a poor fixation yield and the behaviour of the hydrolyzed portions of the dyestuff in the washing process. Therefore the influence of the hydrolyzed portions of the reactive dyes are considered under two points of view in the paper submitted. Their importance in the dyeing process including the aftertreatment to get good wet fastness and their effects on the waste water load.

Dyeing with hydrolyzed dyestuffs according to various dyeing procedures showed that the washing-out is strongly dependent on the substantivity of the dyes. In the case of dyes with a high substantivity the energy consumption in the washing process is much higher. To a great deal the waste water load in the case of reactive dyeings is governed by the hydrolyzed portions washed out because in reactive dyeings only small amounts of auxiliaries loading the waste water are used. An additional charge of the waste water of course is brought about by the detergents. A distribution of the whole waste water load due to the different baths of the aftertreatment again depends strongly on the substantivity of the hydrolyzed dye. The higher the substantivity of the dye, the more the total load is distributed to several baths of aftertreatment. These facts play an important role in considerations to separate the waste water into high and low loaded portions on behalf of re-using parts of waste water.

1. Einleitung

Die große Bedeutung der Reaktivfarbstoffe innerhalb der unterschiedlichen Farbstoffklassen zur Färbung von Cellulosefasern ist heute unumstritten. Dies kann durch einige Zahlen aus der Publikation von Ruf und Egger¹ be-

legt werden, die die prozentualen Anteile der einzelnen Farbstoffklassen an der Farbgebung von Cellulosefasern zeigen (Tab. 1).

Tabelle 1: %-Anteile der einzelnen Farbstoffklassen an der Farbgebung von Cellulosefasern (weltweit)*

Farbstoffklasse	Anteile (%)
Direktfarbstoffe	50
Küpenfarbstoffe	13
Reaktivfarbstoffe	12
Schwefelfarbstoffe	10
Naphtole	7
Pigmente	5

* Schätzung Sandoz 1977

Nach diesen Angaben haben die Reaktivfarbstoffe mit einem 12%igen Anteil mengenmäßig die gleiche Bedeutung erlangt wie die Küpenfarbstoffe.

Noch stärker tritt die Bedeutung dieser Farbstoffklasse hervor, wenn man den Weltfaserverbrauch hinzunimmt. Nach Angaben von Eltz^{2,3} wird für 1980 ein Weltfaserverbrauch von 30 Mio. t geschätzt. Davon entfallen auf Cellulosefasern rund 60%.

Die Anwendung der Reaktivfarbstoffe erfolgt nach Elzer⁴ zu mindestens 50% im Ausziehverfahren, der Rest dürfte zu gleichen Anteilen auf das Kalt-Verweil-Verfahren und die vollkontinuierlichen Verfahren entfallen.

Wenn man von Reaktivfarbstoffen spricht, dann müssen verschiedene Reaktivsysteme unterschieden werden. Hildebrand⁵, Siegrist und Haelters⁶ beispielsweise nennen 10 bis 12 verschiedene Reaktivsysteme von über 20 Herstellern, die sich in der Reaktivität unterscheiden. Die Reaktivität wird dabei bekanntlich in der Hauptsache durch den Reaktivrest und die Abgangsgruppe bestimmt, wogegen Farbe, Echtheit, Löslichkeit, Substantivität usw. durch den Chromophor festgelegt werden. Die Spanne reicht von den hochreaktiven Dichlortriazinfarbstoffen bis zu den wenig reaktiven Trichlorpyrimidinderivaten. Geringe Reaktivitätsunterschiede sind jedoch auch innerhalb eines Reaktivsystems vorhanden, da der Chromophor die Reaktionsbereitschaft beeinflusst⁷.

Färbt man nun mit Reaktivfarbstoffen nach dem Ausziehverfahren, dann zieht der Farbstoff auf die Ware auf und reagiert mit der Faser. Parallel hierzu läuft jedoch die Hydrolyse ab. Der hydrolysierte, nichtreaktive Farbstoff zieht ebenfalls auf und muß ausgewaschen werden, da er sonst die Naßechtheiten beeinflusst. Die Auswaschbarkeit der hydrolysierten Reaktivfarbstoffanteile wird daher zu einem wichtigen Faktor in der Reaktivfärberei, ein Problem, auf das mehrere Autoren hinweisen (Lit. 1, 5 - 13). Ein hoher Anteil an auswaschbarem hydrolysiertem Farbstoff belastet andererseits in starkem Maße das Abwasser.

Um nun zu beurteilen, welche Einflußfaktoren den Aufziehgrad, die Reaktion mit der Faser und damit die Fixierausbeute und die Auswaschbarkeit bestimmen, muß kurz auf die Vorgänge bei der Reaktivfärbung eingegangen werden. Anschließend soll die Bedeutung der hydrolysierten Farbstoffanteile im Vordergrund stehen und speziell unter zwei Gesichtspunkten betrachtet werden:

- hydrolysierter Anteil und Färbung,
- hydrolysierter Anteil und Abwasser.

2. Vorgänge bei der Reaktivfärbung

Eine Reaktivfärbung nach dem Ausziehverfahren kann man ganz allgemein in drei Arbeitsstufen einteilen^{4,12}:

- die Aufziehphase,
- die Fixierphase,
- der Auswaschprozeß.

Die Vorgänge, die dabei ablaufen, sollen anhand der schematischen Darstellung in Abbildung 1 kurz diskutiert werden.

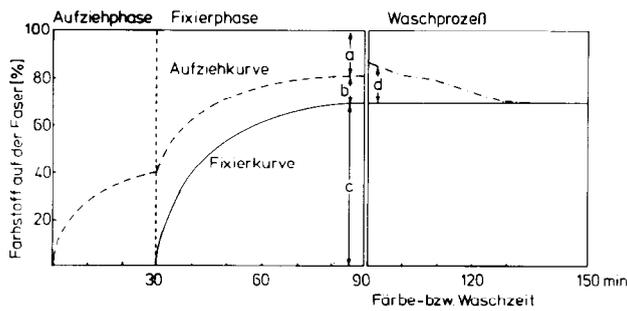


Abb. 1: Schematische Darstellung der Vorgänge bei einer Réaktivfärbung nach dem Ausziehverfahren
 a: Farbstoff im Färbebad
 b: hydrolysiertes Farbstoff auf der Faser
 c: fixierter Farbstoff
 d: auszuwaschender Farbstoff

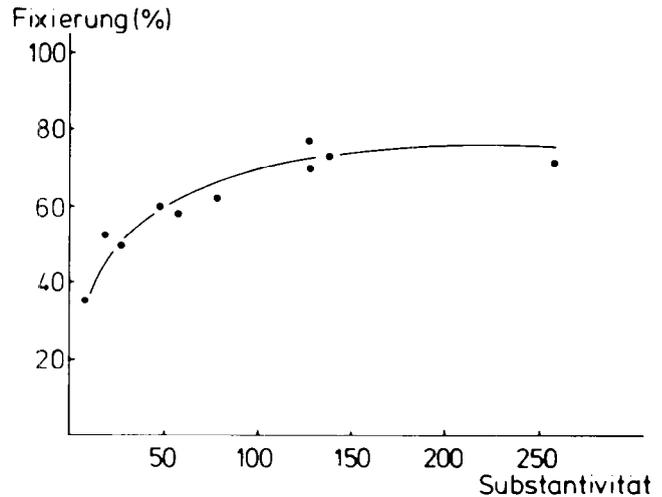


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Substantivität und Fixierausbeute nach Sumner und Vickerstaff¹⁴

Zunächst einmal muß natürlich betont werden, daß der Kurvenverlauf stark farbstoffabhängig ist.

In der *Aufziehphase* zieht der Reaktivfarbstoff aufgrund seiner Substantivität, die durch Salzzusätze erhöht werden kann, auf die Faser auf, bis sich ein Gleichgewicht einstellt. Es findet noch keine Reaktion mit der Faser oder mit dem Wasser statt.

In der *Fixierphase* wird nun nach Alkalizusatz aufgezogener Farbstoff mit der Faser reagieren und damit aus dem Gleichgewicht entfernt werden. Aus der Flotte zieht Farbstoff nach. Daneben wird jedoch auch reaktiver Farbstoff in der Flotte mit Wasser reagieren (hydrolysieren) und dieser hydrolysierte Farbstoffanteil ebenfalls auf die Faser aufziehen. Man erhält die dargestellte Aufzieh- und Fixierkurve. Am Ende der Färbung befinden sich auf dem Substrat der fixierte Anteil *c* und der hydrolysierte Anteil *b*. Im Färbebad ist der Anteil *a* wohl hauptsächlich Farbstoffhydrolysat.

Im *Auswaschprozess* muß nun der hydrolysierte Anteil *d* ausgewaschen werden. Der auszuwaschende Anteil *d* wurde in der Abbildung 1 etwas größer gewählt als der hydrolysierte Anteil *b*, da die Ware außer dem fixierten und substantiv gebundenen hydrolysierten Anteil zusätzlich Färbeflotte enthält.

Auf die grundlegenden Versuche von Sumner-Vickerstaff¹⁴, Sumner-Weston¹⁵ und später Gerber, die zu Ausbeuteberechnungen führten, soll hier nicht näher eingegangen werden.

Welche Farbstoffeigenschaften sind nun für die einzelnen Prozessstufen von Bedeutung?

Für die *Aufziehphase* sind die Substantivität und die Diffusionsgeschwindigkeit zu nennen. Je höher die Substantivität der Farbstoffe ist, desto mehr Farbstoff wird ausziehen und, wie Sumner und Vickerstaff¹⁴ für Chlortriazinfarbstoffe fanden, desto höher ist auch die Fixierausbeute. Dieses Ergebnis ist in Abbildung 2 dargestellt.

Jeder Punkt in Abbildung 2 entspricht jeweils einem Chlortriazinfarbstoff, wobei die Substantivität bei einem Flottenverhältnis 1:30 und einer 0,6 N Salzkonzentration bestimmt und die Fixierung dem Farbstoff entsprechend durchgeführt wurde. Die Substantivität stellt das Verhältnis aus Farbstoff auf der Faser zu Farbstoff in der Flotte dar¹⁵. Auch für Vinylsulfonfarbstoffe konnte eine ähnliche Beziehung gefunden werden¹⁷.

Neben der Substantivität, die für Reaktivfarbstoffe an sich nicht sehr hoch ist und, wie schon betont, durch Elektrolytzusatz gesteigert werden kann, spielt die Diffusionsgeschwindigkeit eine große Rolle. Je höher der Diffusionskoeffizient eines Farbstoffes ist, desto schneller wird sich auch das Gleichgewicht Farbstoff auf der Faser und Farbstoff in der Flotte einstellen und desto schneller wird auch

der Farbstoff an die Reaktionsorte in der Faser diffundieren können. Im Vergleich zu den Direktfarbstoffen diffundieren die kleineren Reaktivfarbstoffe schnell, wodurch hohe Temperaturen in der Aufziehphase nicht erforderlich sind.

Eine Temperaturerhöhung steigert die Diffusion, vermindert aber die Substantivität, d.h., die beiden wichtigsten

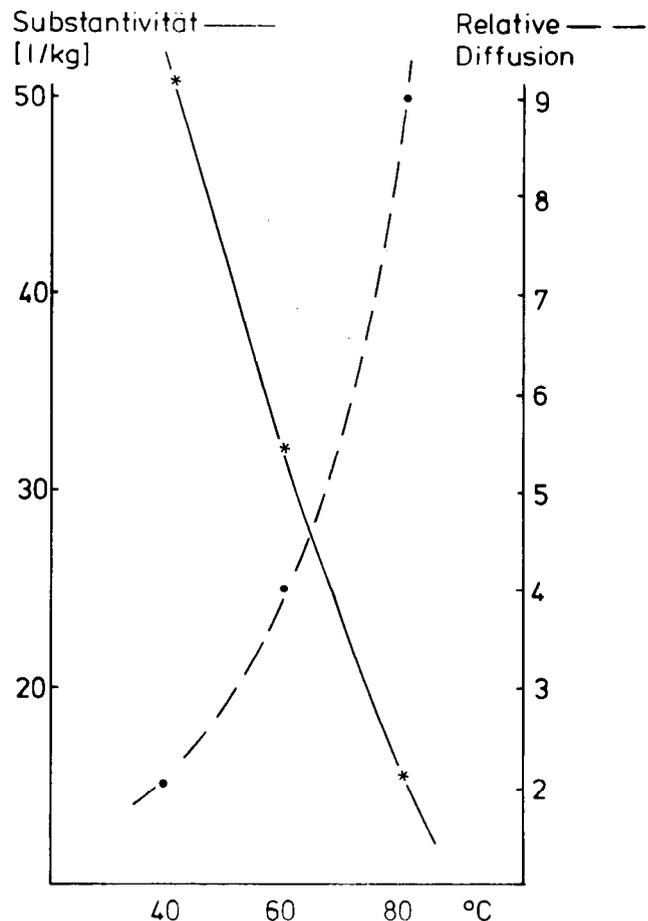


Abb. 3: Temperaturabhängigkeit von Substantivität und Diffusion nach Siegrist und Haelters⁶

Größen sind nicht voneinander unabhängig. Es gilt ganz allgemein¹⁵, daß eine hohe Substantivität ein niedriges Diffusionsvermögen und ein hohes Diffusionsvermögen eine niedrige Substantivität bedingen.

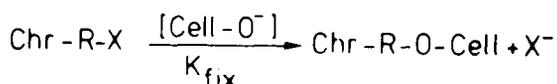
Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen und ihre Abhängigkeit von der Temperatur soll in Abbildung 3 gezeigt werden.

Wie die Kurven in Abbildung 3 zeigen, fällt die Substantivität mit steigender Temperatur, wogegen die Diffusion bei Temperaturerhöhung ansteigt.

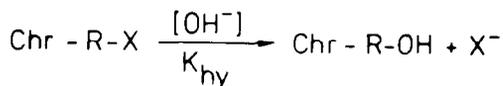
Die aus der vorangegangenen Diskussion für die Aufziehphase zu fordernden Eigenschaften einer hohen Substantivität bei gleichzeitigem hohem Diffusionsvermögen lassen sich bei einem Farbstoff daher nicht gleichzeitig verwirklichen.

In der *Fixierphase* wird einmal der substantiv auf die Faser aufgezoogene Reaktivfarbstoff mit der Faser reagieren, zum anderen wird im Färbebad die Hydrolysereaktion als Konkurrenzreaktion ablaufen. Dies ist schematisch in Abbildung 4 dargestellt.

Fixierungsreaktion:



Hydrolysereaktion:



Selektivität:

$$S_e = \frac{K_{\text{fix}}^{\text{bi}}}{K_{\text{hy}}^{\text{bi}}} \cdot \frac{[\text{Cell} - \text{O}^-]}{[\text{OH}^-]}$$

$K_{\text{fix}}^{\text{bi}}$ = bimol. Geschwindigkeitskonstante der Fixierung

$K_{\text{hy}}^{\text{bi}}$ = bimol. Geschwindigkeitskonstante der Hydrolyse

$[\text{Cell} - \text{O}^-]$ = Konz. der Cellulosatanionen

$[\text{OH}^-]$ = Konz. der Hydroxylionen

Abb. 4: Fixierungs- und Hydrolysereaktion bzw. Selektivität eines Reaktivfarbstoffes nach Luttringer und Dussy¹⁹

Entscheidend für die Fixierausbeute ist nach Luttringer und Dussy¹⁹ die Selektivität, die bei gegebenem Ausziehgrad den fixierten Anteil begrenzt. Die bimolekularen Geschwindigkeitskonstanten in Abbildung 4 unterscheiden sich größenordnungsmäßig kaum. Entscheidend für die Reaktion mit der Faser ist das Verhältnis $[\text{Cell} - \text{O}^-]$ zu $[\text{OH}^-]$ in der Faser, das nach Sumner und Vickers¹⁴ bei 26 liegt. Während der Fixierung wird reaktiver Farbstoff dem Gleichgewicht – Farbstoff auf der Faser/Farbstoff in der Flotte – entzogen, und Farbstoff zieht nach. Durch die parallel laufende Hydrolyse ist der nachziehende Farbstoff teilweise hydrolysiert. Für das Nachziehen sind wiederum die Substantivität und das Diffusionsvermögen maßgebend, die Beschaffenheit des nach-

ziehenden Farbstoffes – reaktiv oder hydrolysiert – hängt von der Hydrolysegeschwindigkeit ab.

Der *Auswaschprozeß* ist die letzte Stufe der Reaktivfärbung. Im Vergleich mit der Färbung selbst ist der Zeit- und Energieaufwand der Wäsche häufig höher.

Auch für das Auswaschen sind die Zusammenhänge aus Abbildung 3 von großer Bedeutung. Die Maximalforderung ist eine niedrige Substantivität und ein hohes Diffusionsvermögen, und diese kann nach den Ergebnissen der Abbildung 3 nur bei höherer Temperatur verwirklicht werden. Voraussetzung hierfür ist ein elektrolytfreies Spülen, da ja Elektrolyte die Substantivität erhöhen.

Bei höher substantiven Reaktivfarbstoffen kann jedoch selbst nach dem Kochprozeß hydrolysiertes Farbstoff auf der Faser zurückbleiben. Dies kann bei Färbungen zu mangelnden Naßecktheiten und bei Drucken zur Anschmutzung des Weißfonds führen.

Im folgenden soll daher diskutiert werden, ob und wie sich die Substantivität auf die Auswaschbarkeit, die Echtheit und die Abwasserbelastung auswirkt.

Zuvor noch einige Angaben zur Versuchsdurchführung.

3. Versuchsdurchführung

Als Gewebe wurde Baumwollpopeline (gesengt, entschlichtet, merzerisiert, kalt gebleicht und Lufibrol-KB-vorbehandelt) mit dem Quadratmetergewicht 140 g eingesetzt.

Die verwendeten Farbstoffe waren der weniger substantive C.I. Reactive Red 2 und der substantivere C.I. Reactive Red 120, wie aus Vorversuchen hervorging (Tab. 2):

Tabelle 2: Eingesetzte Farbstoffe

Farbstoff	Ausziehgrad (%)	Substantivität*
C.I. Reactive Red 2 (Dichlortriazin)	16	5,7
C.I. Reactive Red 120 (Monochlortriazin)	39	19,2

* Die Substantivität wurde aus dem Ausziehgrad nach Capponi und Senn¹⁸ errechnet.

Für analytische Bestimmungen wurden die gereinigten Farbstoffe benötigt. Die Reinigung erfolgte nach Mehta, Ravikrishnan und Chitale²⁰ durch Lösen in DMF und wieder Ausfällen in Aceton. Zur Reinheitsprüfung diente die Dünnschichtchromatographie mit dem Laufmittel n-Butanol:Wasser:DMF = 16:6:1,9²¹.

Hydrolysiertes Farbstoff kann durch vollständige Hydrolyse des Reaktivfarbstoffes, Eindampfen der neutralisierten Lösung und Trocknen über Sicapent im Vakuum erhalten werden. Nach Überprüfung mit der Dünnschichtchromatographie und Ermittlung des NaCl-Gehaltes ist der Farbstoff für Färbungen einsetzbar²².

Gefärbt wurden die Reaktivfarbstoffe nach den jeweiligen Herstellerangaben:

C.I. Reactive Red 2 bei 30° C unter Zusatz von 45 g/l Na₂SO₄ und 4 g/l Soda nach 30 min.

C.I. Reactive Red 120 unter Zusatz von 70 g/l Na₂SO₄ 10 min, bei 50° C; aufheizen in 30 min auf 80° C und 50 min bei 80° C färben; Sodazusatz von 20 g/l nach 40 min.

Die hydrolysierten Farbstoffe wurden einmal unter den entsprechenden Reaktivbedingungen und zum anderen substantiv gefärbt: 90 min bei 30° C unter Zusatz von 0,5 – 2 % Soda und 2 – 20 % Na₂SO₄.

Für die Aufnahme der Ausziehkurven muß darauf geachtet werden, daß durch die Probeentnahme der Fehler im Flot-

tenverhältnis unter 1 % liegt. Nach Probeentnahme im Verlauf der Färbung wird mit Pufferlösung verdünnt und die Extinktion der Flotte am isobestischen Punkt gemessen. Bei der Reaktivfärbung wurde dabei nicht zwischen noch-reaktiven und bereits-hydrolysierten Anteilen unterschieden.

Die Auswaschbarkeit der hydrolysierten Farbstoffe wurde in Anlehnung an ein Verfahren von Perrin und Défago¹¹ geprüft (Flottenverhältnis jeweils 1:30).

1. Bad: 1 min bei 30° C,
2. bis 7. Bad: jeweils 10 min bei Kochtemperatur.

Für die Abwasseruntersuchung erfolgte, wie eingehend in Literatur 23, 24 beschrieben, bei jedem Prozeßschritt während des Färbens und Nachbehandeln die Entnahme aliquoter Flottenmengen, die dann auf Leitfähigkeit, Farbigkeit (Extinktion) und chemischen Sauerstoffbedarf (CSB-Wert) untersucht wurden.

4. Die Bedeutung von hydrolysierten Reaktivfarbstoffanteilen für Färbung und Abwasser

Wie bereits ausführlich erörtert, spielen die Substantivität und das Diffusionsvermögen der Reaktivfarbstoffe eine große Rolle beim Aufziehen und beim Auswaschen. Man kann davon ausgehen, daß diese Eigenschaften für den reaktiven und hydrolysierten Farbstoff ähnlich sind.

Betrachtet man nun die Substantivität, dann ist für den Aufziehvorgang eine möglichst hohe, für den Auswaschprozeß eine möglichst niedrige Substantivität nötig. Da die Substantivität mit steigender Temperatur abnimmt, kann man beide Prozesse beeinflussen. Man färbt bei niedriger Temperatur und wäscht bei hoher Temperatur. Außerdem läßt sich die Substantivität durch Elektrolyte erhöhen. Es ist jedoch leicht einzusehen, daß eine derartige Steuerung nur in gewissen Grenzen möglich ist. Ein Farbstoff hoher Substantivität bleibt substantiver als ein Farbstoff niedriger Substantivität. Um nun den Einfluß unterschiedlicher Substantivität quantitativ auf die Färbung, die Echtheiten, die Auswaschbarkeit und das Abwasser aufzuzeigen, wurden zwei Farbstoffe unterschiedlicher Substantivität ausgewählt (Tab. 2).

4. 1. Die Bedeutung von hydrolysierten Reaktivfarbstoffanteilen für die Färbung²²

Unter dem Begriff Färbung sind nicht nur der Färbevorgang, sondern auch der sich zwangsläufig anschließende Waschprozeß und die resultierenden Eigenschaften der gefärbten Ware zu verstehen. Zur Charakterisierung der eingesetzten Farbstoffe wurden die Ausziehkurven herangezogen, die bei unterschiedlichen Färbebedingungen erhalten werden:

- hydrolysiertes Farbstoff, substantiv gefärbt bei 30° C (I),
- hydrolysiertes Farbstoff, gefärbt unter Bedingungen der Reaktivfärbung (II),
- Reaktivfarbstoff, gefärbt unter Bedingungen der Reaktivfärbung (III).

Die bevorzugte Anwendung von hydrolysiertem Farbstoff hat den Vorteil, daß die Substantivität im Vordergrund steht und Resteffekte, z. B. beim Auswaschen, nicht durch fixierte Farbstoffanteile überdeckt werden. Zum Vergleich wurde natürlich eine Reaktivfärbung herangezogen.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 5 für den weniger substantiven Farbstoff C.I. Reactive Red 2 dargestellt.

Den geringsten Ausziehgrad zeigt der hydrolysierte Farbstoff, wenn er substantiv gefärbt wird (I). Höhere Ausziehgrade erhält man bei Färbung unter den Bedingungen der Reaktivfärbung (II und III vor der Fixierung), was sicherlich mit den hohen Salzzusätzen zusammenhängt. Nach Alkalizugabe bei Färbung unter den Bedingungen der Reaktivfärbung zieht der Reaktivfarbstoff weiter aus, da durch die einsetzende Fixierung Farbstoff dem Gleichgewicht entzogen wird und aus der Flotte Farbstoff (II) nach-

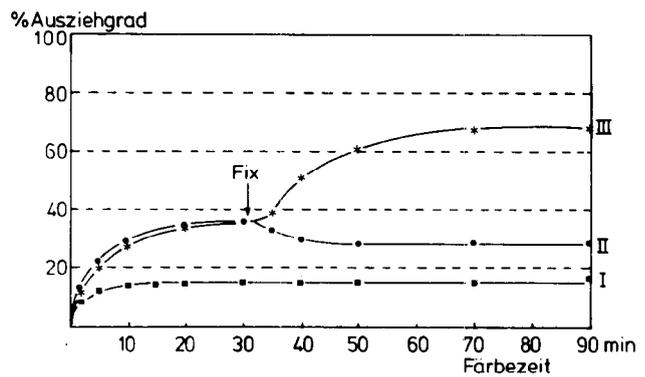


Abb. 5: Ausziehgrade bei Färbung mit C.I. Reactive Red 2
 I: Substantive Färbung mit hydrolysiertem Farbstoff
 II: Reaktive Färbung mit hydrolysiertem Farbstoff
 III: Reaktive Färbung mit reaktivem Farbstoff

ziehen kann (III). Der hydrolysierte Farbstoff dagegen zieht ab, was nach Marshall²⁵ mit der Ionisierung der Cellulose bei hohen pH-Werten zu erklären ist.

Für den substantiveren Farbstoff C.I. Reactive Red 120 sind die Relationen ähnlich, die Ausziehgrade aber verschieden (Abb. 6).

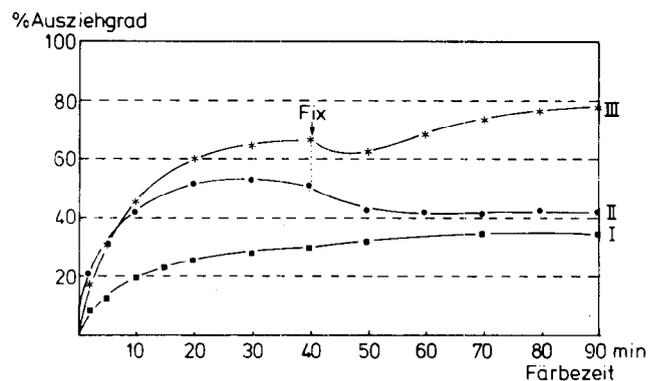


Abb. 6: Ausziehgrade bei Färbung mit C.I. Reactive Red 120
 I: Substantive Färbung mit hydrolysiertem Farbstoff
 II: Reaktive Färbung mit hydrolysiertem Farbstoff
 III: Reaktive Färbung mit reaktivem Farbstoff

Der Ausziehgrad des hydrolysierten Farbstoffes bei substantiver Färbung ist höher als bei Red 2, da die Substantivität von Red 120 höher ist (I). Auch im vorliegenden Fall zieht der reaktive Farbstoff nach Alkalizugabe stärker auf (III), der hydrolysierte Farbstoff wird desorbiert (II). Der unterschiedliche Ausziehgrad des reaktiven und hydrolysierten Farbstoffes vor Alkalizugabe könnte dafür sprechen, daß die Substantivität der reaktiven und hydrolysierten Form etwas verschieden ist.

Dieses unterschiedliche Verhalten der beiden eingesetzten Farbstoffe beim Färben sollte sich auch im Waschprozeß bemerkbar machen. Dies kann anhand von Auswaschprofilen gezeigt werden, in denen der gesamte entfernte Farbstoff gleich 100 % gesetzt ist (Abb. 7). Die Waschbedingungen entsprechen den Angaben unter 3:

1. Bad: 1 min, 30° C,
2. - 7. Bad: jeweils 10 min bei Kochtemperatur.

Wird der hydrolysierte Farbstoff substantiv gefärbt (I), dann erscheint der größte Anteil bereits im 1. Spülbad. Bei der weiteren kochenden Behandlung enthält das 2. Bad

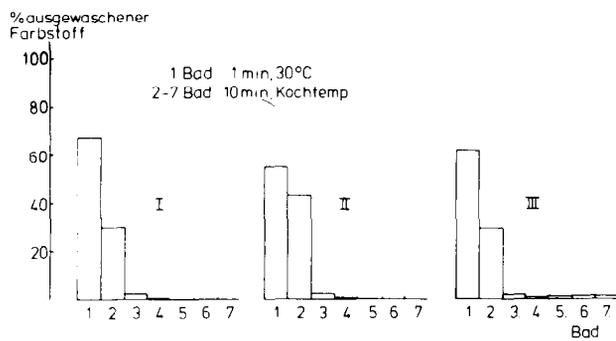


Abb. 7: Auswaschprofile für Reactive Red 2
 I: Substantive Färbung mit hydrolysiertem Farbstoff
 II: Reaktive Färbung mit hydrolysiertem Farbstoff
 III: Reaktive Färbung mit reaktivem Farbstoff

praktisch den Rest an Farbstoff. Färbt man unter den Bedingungen der Reaktivfärbung (II), dann erscheint fast der gesamte Farbstoff im 1. Bad (Spülbad) und im 2. Bad (Kochbad) zu vergleichbaren Anteilen. Die geringere Auswaschbarkeit im 1. Bad hängt vermutlich mit dem Salzgehalt nach der Färbung unter den Bedingungen der Reaktivfärbung zusammen. Erst nach der Salzfernung ist die Auswaschbarkeit besser. Der reaktiv gefärbte Farbstoff (III) ist im Auswaschverhalten dem substantiv gefärbten hydrolysierten Farbstoff (I) ähnlich.

Anders stellen sich die Auswaschprofile für Reactive Red 120 dar (Abb. 8).

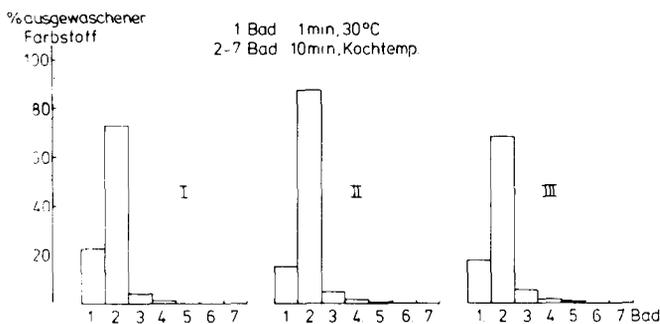


Abb. 8: Auswaschprofile für Reactive Red 120
 I: Substantive Färbung mit hydrolysiertem Farbstoff
 II: Reaktive Färbung mit hydrolysiertem Farbstoff
 III: Reaktive Färbung mit reaktivem Farbstoff

Bei diesem Farbstoff wird im 1. Bad in allen Fällen relativ wenig ausgewaschen. Erst im anschließenden Kochbad wird der Großteil des hydrolysierten Farbstoffes entfernt. Die jeweils unter den Bedingungen der Reaktivfärbung gefärbten Proben (II und III) zeigen im 3. und 4. Bad noch etwas höhere Farbstoffanteile als die substantiv gefärbte Probe.

Dieses unterschiedliche Verhalten von Reactive Red 120 und Reactive Red 2 läßt sich sehr deutlich bei einem direkten Vergleich zeigen (Abb. 9).

Der weniger substantive Farbstoff Reactive Red 2 wird kontinuierlich ausgewaschen, wobei der größte Anteil bereits im 1. Bad von 30° C erscheint. Beim substantiveren Farbstoff Reactive Red 120 ist bei 30° C die Substantivität offenbar noch zu hoch, als daß größere Anteile auswaschbar wären. Bei Temperaturerhöhung auf Kochtemperatur wird die Substantivität reduziert, und die Auswaschbarkeit ist sehr gut. Aufgrund der insgesamt höheren Substantivität von Reactive Red 120 wird im Vergleich zu Reactive Red 2 mehr Farbstoff in die Bäder 3 und 4 verschleppt.

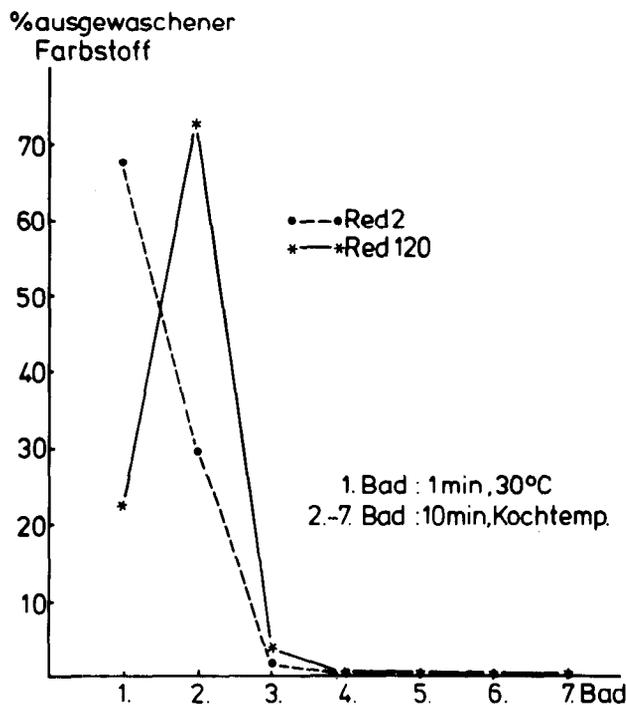


Abb. 9: Auswaschverhalten von Reactive Red 2 und Reactive Red 120 bei substantiver Färbung des hydrolysierten Farbstoffes

Die diskutierten Auswaschprofile zeigen recht deutlich, daß die Auswaschbarkeit durch die Substantivität der Farbstoffe beeinflusst wird. Nach einer Reihe von Kochbädern wird jedoch kein Farbstoff mehr ausgewaschen, wie die Anfärbung der Bäder zeigt. Die Frage ist, ob auch tatsächlich der gesamte hydrolysierte Farbstoff von der Faser entfernt wurde. Wäre das nicht der Fall, dann könnte einmal die Waschechtheit beeinträchtigt werden, zum anderen bestünde die Gefahr, daß der Weißfond im Druck anblutet. Aus den Waschergebnissen läßt sich entnehmen, daß nach zwei Kochbädern über 95 % des auswaschbaren Farbstoffes entfernt wurden, was nach *Somm*⁸ eine Wasserechtheit von 4 bis 5 bedeutet. Überprüft man jedoch die substantive Färbung mit hydrolysiertem Farbstoff nach einigen Kochwäschen, dann sieht man, daß die gewaschenen Proben noch rosa gefärbt sind und eine nachträgliche Extraktion mit DMF/Wasser 1:1 diese Proben weiter aufhellt. Dies wird in Tabelle 3 anhand der Y-Werte deutlich.

Tabelle 3: Y-Werte der substantiv gefärbten Proben nach dem Waschprozeß und nach der Extraktion

Färbung	Y-Werte nach		Differenz Δy
	Wäsche	Extraktion	
Reactive Red 2	70,7	78,4	7,7
Reactive Red 120	62,5	76,9	14,4
unbehandelt	85,8	86,5	0,7

Man sieht, daß die Y-Werte, die ein Maß für die Helligkeit sind, bei dem substantiveren Farbstoff Reactive Red 120 durch die Extraktion stärker ansteigen als beim weniger substantiven Reactive Red 2. Die höhere Differenz bei dem substantiveren Farbstoff bedeutet aber, daß dieser Farbstoff in der Wäsche weniger gut entfernbar ist.

Um zu prüfen, ob die nach der Wäsche auf der Ware ver-

bliebenen Restfarbstoffmengen Einfluß auf die Echtheit haben können, wurden Überkochversuche durchgeführt. Das Ergebnis war in allen Fällen ein gewisser, aber sehr geringer Farbstoffanteil in der Flotte, jedoch keine Anschmutzung der Begleitgewebe. Das heißt, daß diese geringen Restmengen an hydrolysiertem Farbstoff, die nach einer gründlichen Wäsche auf der Faser verbleiben, keine Auswirkung auf die Echtheiten haben.

4. 2. Die Bedeutung von hydrolysierten Reaktivfarbstoffanteilen für das Abwasser

Wie die bisherigen Ausführungen zeigten, wird nach der Reaktivfärbung der hydrolysierte Farbstoffanteil von der Faser durch eine Nachwäsche entfernt. Die Entfernung des hydrolysierten Farbstoffanteils ist abhängig von der Substantivität des Farbstoffes, wie die Waschprofile zeigen. Zum Auswaschen des substantiveren Farbstoffes ist eine höhere Wascht Temperatur nötig. In diesem Zusammenhang wird die Nachwäsche als Endstufe der Färbung betrachtet, um gute Naßechnheiten zu erzielen.

Man muß aber andererseits die Nachwäsche auch als Abwasserbelastung sehen, ein Aspekt, der heute recht wichtig werden kann, speziell dann, wenn die Belastung der einzelnen Waschbäder unter dem Gesichtspunkt Recyclisierung diskutiert wird. Auch hier sollte sich die Substantivität der Farbstoffe auswirken.

Um dies zu prüfen, wurden mit Reactive Red 2 und Reactive Red 120 Reaktivfärbungen durchgeführt und unter den gleichen Bedingungen nachbehandelt, unter denen die Waschprofile erhalten worden waren:

1. Bad: 1 min, 30° C
2. - 7. Bad: jeweils 10 min bei Kochtemperatur

In den einzelnen Nachbehandlungsbädern wurden die abwasserrelevanten Daten, wie Leitfähigkeit, Farbigkeit (Extinktion) und CSB-Wert, bestimmt.

Für die Färbung mit Reactive Red 2 erhält man folgendes Bild (Abb. 10).

Die spez. Leitfähigkeit ist in der Färbeflotte (v. d. F.) hoch und nimmt während der Färbung (n. d. F.) kaum ab. Im 1. Bad (spülen bei 30° C) sinkt die Leitfähigkeit rapide ab und geht nach dem 2. Bad (Kochbad) gegen 0.

Die Extinktion nimmt selbstverständlich von der Flotte vor der Färbung zur Flotte nach der Färbung ab, da Farbstoff auszieht. Im Spülbad und durch eine kochende Behandlung geht die Extinktion stetig zurück, wobei farblose Bäder erst nach ca. drei Kochbädern erhalten werden.

Ähnlich der Extinktion verhält sich der CSB-Wert in der Flotte nach dem Färben im Vergleich zur Flotte vor dem Färben, was bedeutet, daß der CSB-Wert im wesentlichen durch den Farbstoff verursacht wird. Im Spülbad und den folgenden Kochbädern sinkt der CSB-Wert weiter ab.

Anders liegen die Verhältnisse bei Färbung mit Reactive Red 120 (Abb. 11).

Der Verlauf der Leitfähigkeit ist ähnlich wie bei der Nachbehandlung der Reactive Red 2-Färbung: starker Abfall im Spülbad (1. Bad) und fast 0 nach dem ersten Kochbad.

Die Extinktion nimmt ebenfalls von der Färbeflotte vor der Färbung zur Flotte nach der Färbung ab, da Farbstoff auszieht. Sie nimmt im Spülbad stark ab, was aber nur bedeutet, daß kaum Farbstoff ausgewaschen wird. Erst eine kochende Behandlung führt zur Entfernung des hydrolysierten Anteils, wie die starke Zunahme der Extinktion im ersten Kochbad (2. Bad) zeigt. Bei weiteren Behandlungen geht dann die Extinktion gegen 0.

Der CSB-Wert zeigt den gleichen Verlauf wie die Extinktion: Abnahme von der Flotte vor der Färbung zur Flotte nach der Färbung und zum Spülbad und Wiederanstieg im 2. Bad bei kochender Behandlung. Der gleiche Verlauf von Extinktion und CSB-Wert ist erneut ein Zeichen dafür, daß bei der Reaktivfärbung der CSB-Wert im wesentlichen

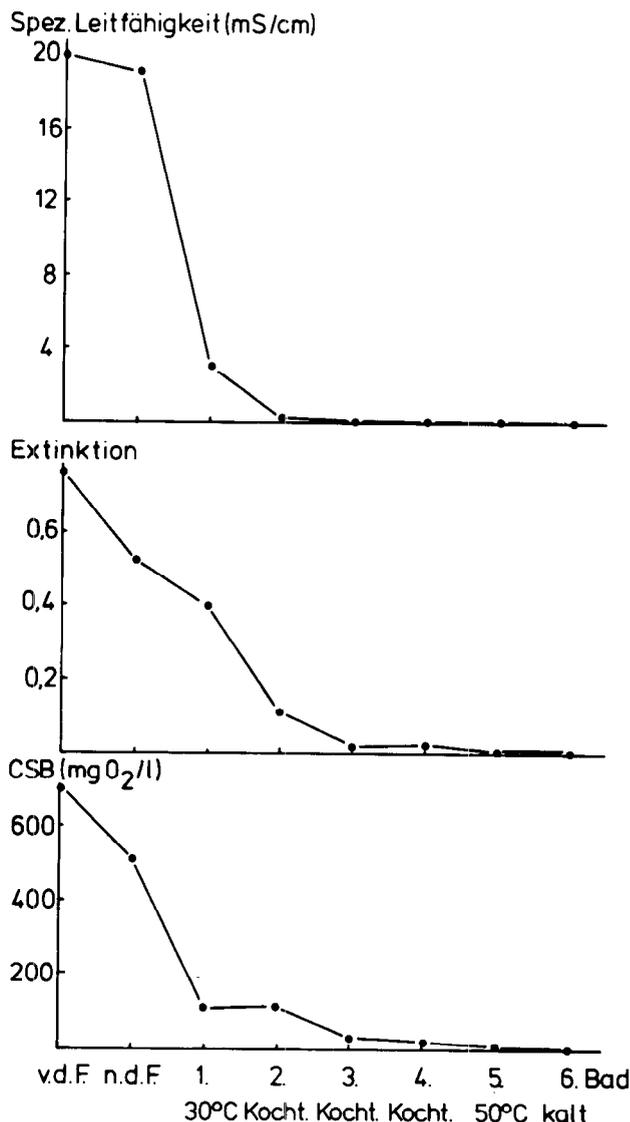


Abb. 10: Leitfähigkeit, Extinktion und CSB-Werte im Verlauf der Nachbehandlung einer Färbung mit Reactive Red 2

durch den Farbstoff bestimmt wird, wenn nur mit Wasser nachbehandelt wurde.

Das unterschiedliche Verhalten der beiden Färbungen soll in der Abbildung 12 nochmals miteinander verglichen werden. Hierzu wurden die jeweils gemessenen Werte prozentual umgerechnet und auf die Färbeflotte vor der Färbung = 100 % bezogen.

Wie aus Abbildung 12 hervorgeht, zeigt die prozentuale Leitfähigkeit in beiden Fällen den gleichen, bereits diskutierten Verlauf einer schnellen Abnahme nach der Färbung schon im Spülbad.

Aus dem Extinktionsverlauf geht das unterschiedliche Verhalten der beiden Farbstoffe klar hervor. Der flachere Kurvenverlauf des weniger substantiven Farbstoffes Reactive Red 2 (ausgezogene Kurven) macht deutlich, daß dieser Farbstoff kontinuierlich in Spül- und Kochbädern ausgewaschen wird. Beim substantiveren Farbstoff (gestrichelte Kurven) fällt die Extinktion bis zum Spülbad steil ab und steigt im Kochbad wieder stark an, d. h., der hydrolysierte Anteil des substantiveren Farbstoffes Reactive Red 120 wird im wesentlichen erst bei kochender Behandlung von der Faser entfernt. Dies stimmt mit den Ergebnissen aus den Waschprofilen (Abb. 9) sehr gut überein.

Auch der CSB-Wert fällt für den substantiveren Farbstoff

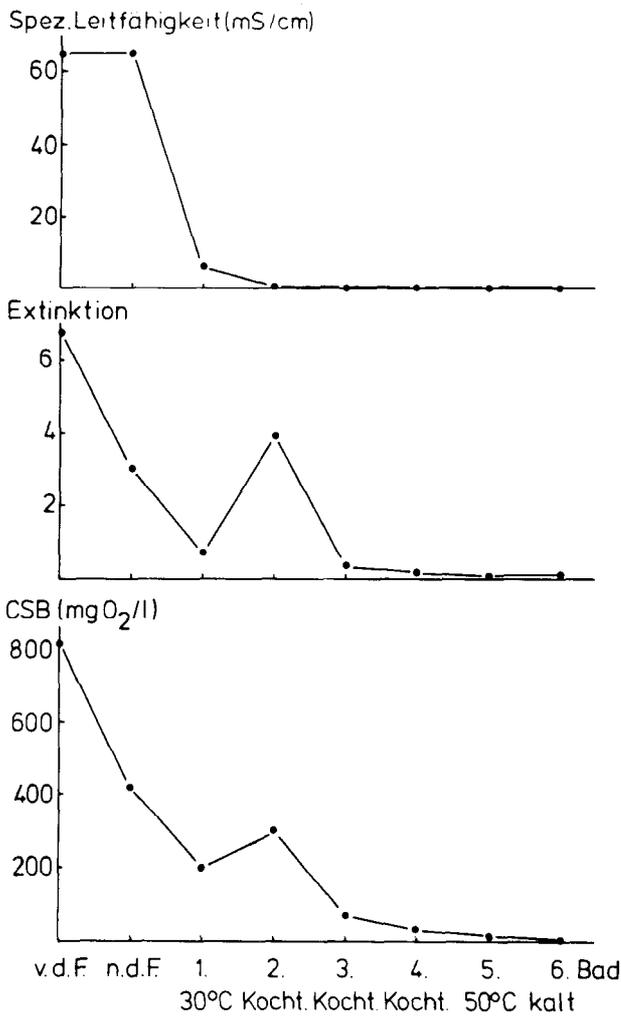


Abb. 11: Leitfähigkeit, Extinktion und CSB-Werte im Verlauf der Nachbehandlung der Färbung mit Reactive Red 120

(gestrichelte Kurve) von der Färbeflotte vor der Färbung über die Färbeflotte nach der Färbung zum Spülbad schneller ab als bei dem weniger substantiven Farbstoff Reactive Red 2 (ausgezogene Kurve). Klar erkennbar ist auch hier der Wiederanstieg im Kochbad für den substantiveren Farbstoff Reactive Red 120.

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, daß bei Reaktivfärbungen die Werte für die Abwasserbelastung den Einfluß der Farbstoffsubstantivität ebenfalls erkennen lassen. Der substantivere Farbstoff benötigt zur Entfernung des hydrolysierten Anteils höhere Waschttemperaturen. Ob in diesem Fall das zwischengeschaltete Spülbad sinnvoll ist, ist eine andere Frage. Andererseits ist es sicher sinnvoll, möglichst einheitliche Nachbehandlungsbedingungen zu wählen, da ja selten Einzelfarbstoffe gefärbt werden. Eine generelle Frage wäre aber, ob der Nachbehandlungsprozeß nicht anders zu gestalten wäre, und zwar so, daß der hydrolysierte Farbstoffanteil in möglichst wenig Waschbädern und in hoher Konzentration erscheint. Das hätte den Vorteil, daß die schwach belasteten Bäder recycelt werden können.

Die bisher besprochenen Abwasseruntersuchungen und vor allem der übereinstimmende Verlauf von CSB-Wert und Extinktion gelten jedoch nur für die durchgeführte modellartige Nachbehandlung. Diese Nachbehandlung wurde ausgewählt, um einmal einen direkten Vergleich zu den Waschprofilen zu erhalten und zum anderen, um den Einfluß der Farbstoffsubstantivität besser herauszustellen.

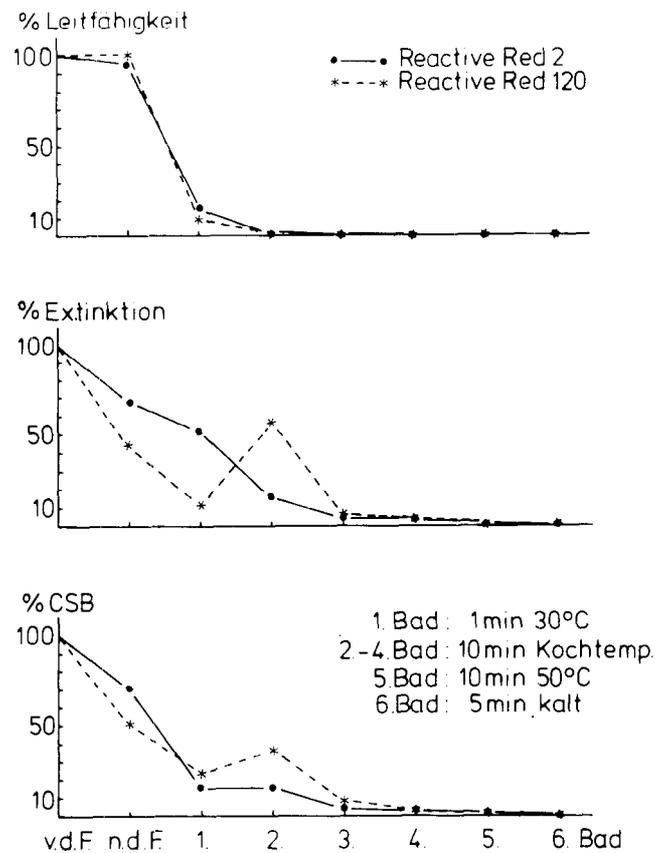


Abb. 12: Vergleich der Abwasserbelastung durch Färbungen mit Reactive Red 2 und Reactive Red 120

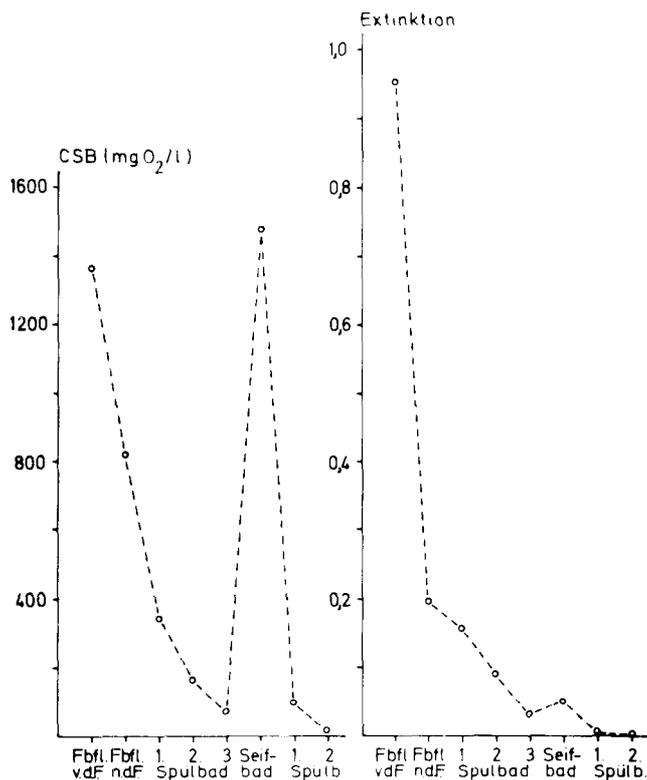


Abb. 13: CSB-Werte und Extinktion im Verlauf der Nachbehandlung einer Färbung mit Reactive Blue 19 (Jigger, 1:20)

In der praktischen Färberei sieht der Nachbehandlungsprozess etwas anders aus:

- mehrmals spülen (kalt und warm; eventuell absäuern),
- kochend seifen,
- warm spülen,
- kalt spülen.

Außerdem werden, im Gegensatz zur modellartigen Nachbehandlung, bei der nur mit Wasser gearbeitet wurde, zumindest bei der kochenden Behandlung nichtionogene Tenside zugesetzt. Zusätzliche Hilfsmittel müssen sich aber auf den CSB-Wert auswirken, wogegen die Extinktion unbeeinflusst bleiben sollte.

Wie in einem solchen Falle der Verlauf von CSB-Wert und Extinktion während der Färbung und Nachbehandlung aussieht, soll in Abbildung 13 an einer Ausziehfärbung auf dem Jigger mit Reactive Blue 19 beim Flottenverhältnis 1:20 gezeigt werden²⁶.

Der CSB-Wert fällt, wie bekannt, von der Färbeflotte vor dem Färben zur Färbeflotte nach dem Färben stark ab, da Farbstoff auszieht. Beim Spülen ist ein sukzessives Absinken erkennbar. Im Seifbad steigt der CSB-Wert im vorliegenden Fall sehr stark an, was einmal mit dem Auswaschen des hydrolysierten Farbstoffes und zum anderen mit dem zugegebenen Waschmittel zusammenhängt. Beim weiteren Warm- und Kaltspülen nimmt der CSB-Wert wieder ab.

Die Extinktion der Färbeflotte nach dem Färben ist durch das Ausziehen des Farbstoffes sehr viel niedriger als die Extinktion vor dem Färben. In den ersten drei Spülbädern ist der Extinktionsabfall nicht so stark wie der CSB-Abfall. Das Seifbad zeigt im Vergleich zum CSB nur einen leichten Extinktionsanstieg durch ausgewaschenen, hydrolysierten Anteil, woraus geschlossen werden muß, daß der CSB-Wert des Seifbades in der Hauptsache vom Tensid verursacht wird. Beim Warm- und Kaltspülen nimmt die Extinktion weiter ab.

Welchen Einfluß das Tensid auf die Gesamtabwasserbelastung bei Reaktivfärbungen zeigt, kann aus der Abwasserbelastung durch Färbungen in Abhängigkeit vom Flottenverhältnis (Abb. 14) entnommen werden²³.

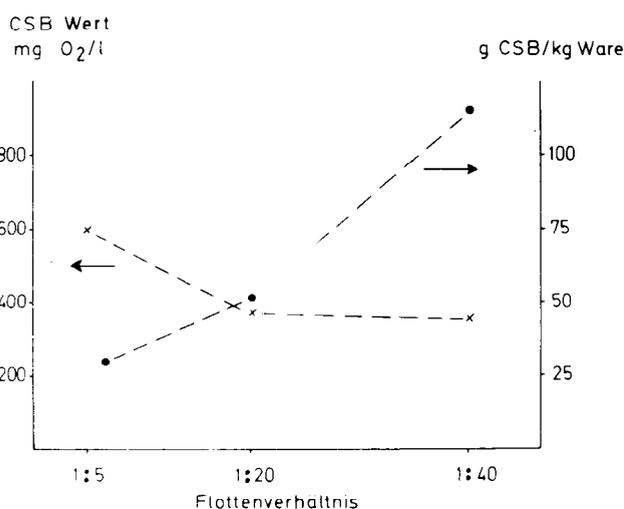


Abb. 14: CSB- und g CSB/kg Ware – Werte des Gesamtabwassers bei Färbung in Abhängigkeit vom Flottenverhältnis

Mit kürzer werdender Flotte von 1:40 bis 1:20 steigt der CSB-Wert zunächst schwach, bei weiterer Flottenverkürzung auf 1:5 stark an. Das ist verständlich, da die von der

Ware ins Abwasser gelangende Belastung in weniger Wasser enthalten ist und damit die Konzentration höher wird. Der Wert g CSB/kg Ware sollte jedoch einigermaßen konstant bleiben, da die auf 1 kg Ware bezogene Belastung mehr oder weniger unabhängig vom Flottenverhältnis sein sollte, wenn man vom jeweiligen Ausziehgrad absieht. Dieser Wert steigt jedoch mit steigendem Flottenverhältnis stark an. Eine Erklärung hierfür liegt auf der Hand. Die eingesetzten Tensidmengen werden im allgemeinen in g/l dosiert, d. h., bei Verdoppelung des Flottenverhältnisses kommen auch doppelte Tensidmengen zum Einsatz und damit muß die Abwasserbelastung pro kg Ware steigen. Werden in den Nachbehandlungsbädern keine Hilfsmittel zugesetzt, dann ist der Wert g CSB/kg Ware vom Flottenverhältnis unabhängig, wie das Beispiel der Wollfärbung mit einem Säurefarbstoff in Abbildung 15 zeigt²⁴.

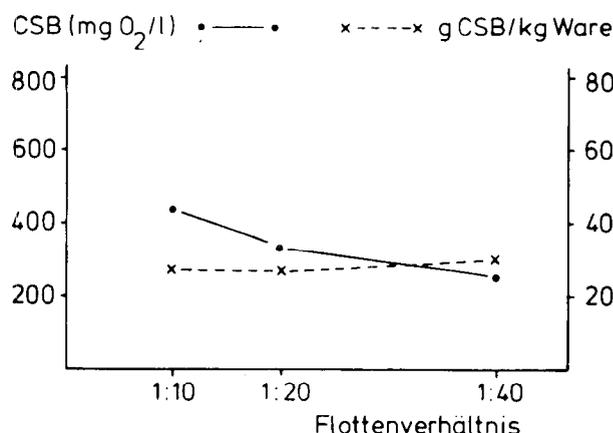


Abb. 15: CSB- und g CSB/kg Ware – Werte bei einer Wollfärbung mit Säurefarbstoff in Abhängigkeit vom Flottenverhältnis

Der CSB-Wert steigt mit kürzer werdendem Flottenverhältnis entsprechend der Konzentrationserhöhung an, wogegen der Wert g CSB/kg Ware in etwa unabhängig vom Flottenverhältnis ist.

Eine Zugabe von Tensiden in der Nachbehandlung führt demnach zu einem starken Anstieg der Abwasserbelastung. Die Extinktion wird dadurch jedoch nicht beeinträchtigt: Je nach Farbstoff fällt sie entweder kontinuierlich bei weniger substantiven Farbstoffen ab oder sie fällt im Spülbad stark ab und steigt im Kochbad wieder an, da substantivere Farbstoffe zur Entfernung des hydrolysierten Anteils höhere Waschttemperaturen benötigen. Die Entfernung des hydrolysierten Anteils gelingt jedoch sowohl bei der modellartigen Nachbehandlung mit Wasser als auch bei der Nachbehandlung unter praktischen Bedingungen und Tensidzugabe. Da die Nachbehandlung im wesentlichen dem Auswaschen hydrolysierten Farbstoffanteile dient, stellt sich daher die Frage, ob für die Nachwäsche Tensidzusätze, die die Abwasserbelastung stark erhöhen, unbedingt notwendig sind. Denkbar wäre aufgrund der Ergebnisse eine Nachbehandlung mit Wasser bei hoher Temperatur ohne Zwischenschaltung von Spülgängen. Ein kaltes Spülen führt nur im Fall der wenig substantiven Farbstoffe zur Entfernung eines Teils der hydrolysierten Farbstoffanteile. Eine gemeinsame Entfernung der weniger und stärker substantiven Farbstoffe sollte in jedem Fall bei hohen Temperaturen möglich sein.

Die Abwasserbelastung durch Reaktivfärbungen hat daher sicherlich zwei Aspekte:

- die Farbigekeit des Abwassers durch ausgewaschene hydrolysierte Farbstoffanteile,
- die Belastung des Abwassers durch hydrolysierte Farbstoffanteile und Tensidzusätze.

Die Höhe der Abwasserbelastung durch Reaktivfärbungen nach Ausziehverfahren läßt sich am besten im Vergleich mit den üblichen Ausziehfärbungen abschätzen, wie es in Abbildung 16 dargestellt ist.

Die Färbungen und Nachbehandlungen zum Erhalt der Lastwerte in Abbildung 16 wurden entsprechend den jeweiligen Rezeptangaben beim Flottenverhältnis 1:20 durchgeführt, wobei die gleiche Farbtiefe anzustreben war.

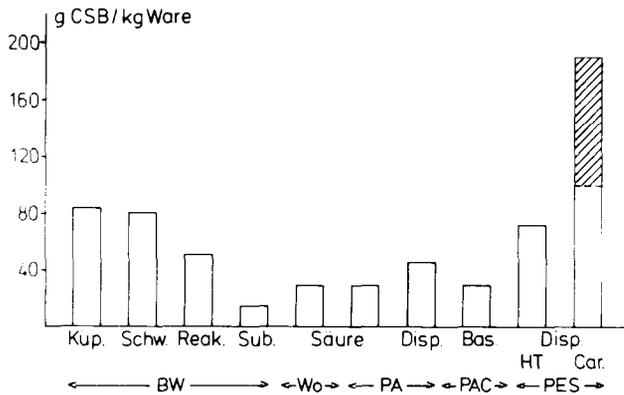


Abb. 16: Lastwerte (g CSB/kg Ware) verschiedener Färbungen auf unterschiedlichen Fasern (Flottenverhältnis bei der Färbung 1:20)

Abgesehen von der Polyesterfärbung mit Carriern lassen sich die Färbungen in bezug auf die Abwasserlastwerte grob in zwei Gruppen einteilen:

- Zu einer höheren Belastung führen die Küpen-, Schwefel- bzw. Reaktivfärbung von Baumwolle und die Polyesterfärbung unter HT-Bedingungen.
- Geringere Belastungen ergeben: die Baumwollfärbung mit Direktfarbstoffen, die Polyamidfärbung mit Säure- und Dispersionsfarbstoffen, die Polyacrylnitrilfärbung mit basischen Farbstoffen und die Wollfärbung mit Säurefarbstoffen.

Die Reaktivfärbung gehört demnach zu der Gruppe von Färbungen, die das Abwasser stärker belasten. Daß dies im wesentlichen auf das Tensid zurückzuführen ist, zeigt die Abbildung 17, in der die Gesamtlastwerte der Färbung = 100 % gesetzt wurden. Die Lastwerte, die durch Färbereihilfsmittel (FH) oder Waschmittel (W) zum Gesamtlastwert beitragen, sind aus den Lastwerten der einzelnen Produkte

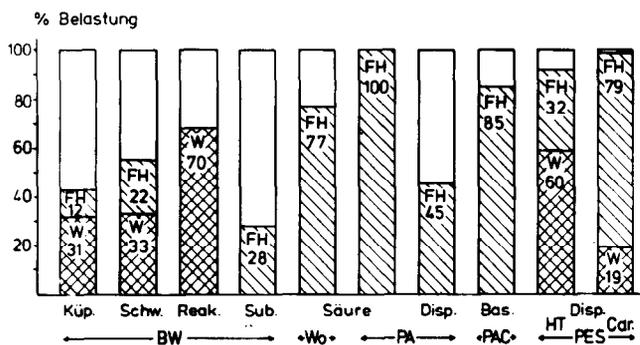


Abb. 17: Lastwertanteile von Färbereihilfsmitteln und Waschmitteln zum Gesamtlastwert der Färbung (Flottenverhältnis 1:20)
 FH = Färbereihilfsmittel
 W = Waschmittel

erhältlich. Der Gesamtwert ergibt sich dabei additiv aus den Lastwertanteilen aller zugesetzten Produkte und Farbstoffe, wie wir zeigen konnten^{23,24}.

Betrachtet man nur die Reaktivfärbung von Baumwolle (dritter Balken von links in Abb. 17) dann folgt nach Abbildung 17, daß 70 % der Gesamtbelastung durch das Waschmittel verursacht werden (schraffierter Teil). Die restlichen 30 % stammen vom hydrolysierten Farbstoff und eventuell vom Absäuern mit organischen Säuren. Ein Grund mehr, experimentell zu prüfen, ob in der Nachbehandlung von Reaktivfärbungen unbedingt Waschmittelzusätze erforderlich sind.

Bei den anderen Färbungen sind die Verhältnisse ganz anders: Hier überwiegen häufig die Lastwerte durch Färbereihilfsmittel bzw. andere Zusätze, oder es werden überhaupt keine Waschmittel eingesetzt. Näher soll darauf nicht eingegangen werden, da hierüber an anderer Stelle berichtet wurde²⁴.

5. Zusammenfassung

Die Färbung von Baumwolle mit Reaktivfarbstoffen nach Ausziehverfahren hat im Gesamtrahmen der Färberei eine große Bedeutung. Trotz einer eingeführten Verfahrenstechnik treten nach wie vor Probleme auf. Diese hängen mit der teilweise geringen Fixierausbeute und demzufolge mit dem Verhalten der nach der Färbung nicht fixierten Reaktivfarbstoffanteile auf der Faser zusammen. Bei den nicht fixierten Anteilen handelt es sich um hydrolysierten Farbstoff, der einerseits ausgewaschen werden muß, um die gewünschten Naßechtheiten zu erhalten, andererseits aber nach der Wäsche im Abwasser als farbiges Produkt erscheint. In der vorliegenden Arbeit wird daher die Reaktivfärbung speziell unter den beiden Gesichtspunkten Färbung einschließlich Nachbehandlung und Abwasserbehandlung betrachtet.

Die Untersuchungen mit ausgewählten Reaktivfarbstoffen vom Chlortriazinotyp durch Färbung mit den reaktiven und hydrolysierten Farbstoffen haben deutlich gezeigt, daß die Substantivität der Farbstoffe bei der Färbung, dem Auswaschprozeß und für die Abwasserbelastung eine Rolle spielt. Je höher die Substantivität der Farbstoffe ist, desto höher ist auch für eine einwandfreie Entfernung der hydrolysierten Anteile die Auswaschtemperatur zu wählen. Die in der Praxis üblichen, dem Kochbad vorgeschalteten Spülgänge (kalt und warm) sind bei der Entfernung der substantiveren hydrolysierten Farbstoffanteile nicht effektiv. Die hydrolysierten Farbstoffanteile müssen aber entfernt werden, um eine gute Naßechtheit zu erreichen. Geringe, durch kochendes Wasser nicht entfernbare Anteile verschlechtern die Echtheit nicht, wie die Versuche mit hydrolysierten Farbstoffen zeigen. Die Substantivität der Farbstoffe spielt auch für die Abwasserbelastung eine große Rolle bei der Verteilung der Abwasserlast auf die unterschiedlichen Nachbehandlungsbäder. Farbstoffe höherer Substantivität belasten eine größere Anzahl der Nachbehandlungsbäder als Farbstoffe niedriger Substantivität. Diese Problematik erhält größeres Gewicht, wenn zur Recyclisierung schwach belasteten Abwassers die Abwasserlast auf wenige Bäder konzentriert werden soll. Dieses Verhalten ändert sich nicht, wenn zur kochenden Nachbehandlung Waschmittel zugegeben wird, das dann ca. 70 % der gesamten Abwasserlast ausmacht. Da die Nachwäsche aber im wesentlichen den hydrolysierten Farbstoff von der Faser entfernen soll, und dies bereits ohne Waschmittel möglich ist, stellt sich unter dem Gesichtspunkt der Abwasserbelastung die Frage nach der unbedingten Notwendigkeit eines Waschmitteleinsatzes. Die Folge wäre eine wesentlich geringere Abwasserbelastung und eine möglicherweise einfachere Entfärbung des Abwassers bei Nachbehandlung der Färbung mit Wasser hoher Temperatur ohne zwischengeschaltete Spülprozesse.

Wir danken dem Forschungskuratorium Gesamttextil für die finanzielle Förderung des Forschungsvorhabens (AIF-Nr. 5778), die aus Mitteln des Bundeswirtschaftsministeriums über einen Zuschuß der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AIF) erfolgte.

Literatur

- 1) Ruf, U., u. Egger, W. B.; *Textilveredlung* 13 (1978), 304 – 308
- 2) Von der Eltz, H.-U.; *Melliand Textilber.* 52 (1971), 687 – 704
- 3) Von der Eltz, H.-U.; *Melliand Textilber.* 64 (1983), 422 – 425
- 4) Elzer, P.; *Melliand Textilber.* 59 (1978), 986 – 991; *Textilpraxis int.* 33 (1978), 1103 – 1112, 1259 – 1268
- 5) Hildebrand, D.; *Textilpraxis int.* 25 (1970), 292 – 296, 351 – 354, 428 – 430, 492 – 495 und 621 – 624; *ibid* 26 (1971) 45 – 47, 431 – 433 und 564 – 567
- 6) Siegrist, G., u. Haelters, M.; *Melliand Textilber.* 60 (1979), 590 – 594
- 7) Hildebrand, D.; *Melliand Textilber.* 49 (1968), 67 – 76
- 8) Somm, F., u. Buser, R.; *Textilpraxis int.* 37 (1982), 741 – 743
- 9) Arsinova, N. Z., Kricerskij, G. E., u. Sader, F. I.; *SB. Faserforsch. Textiltechn.* 10 (1973), 488 – 490
- 10) Meyer, G.; *Melliand Textilber.* 49 (1968), 336 – 338
- 11) Perrin, P., u. Défago, R.; *Textilveredlung* 11 (1976), 307 – 311
- 12) Haelters, M.; *Melliand Textilber.* 61 (1980), 1016 – 1026
- 13) Elöd, E., u. Nakahara, Y.; *Melliand Textilber.* 41 (1960), 567 – 572
- 14) Sumner, H. H., u. Vickerstaff, T.; *Melliand Textilber.* 42 (1961), 1161 – 1166
- 15) Sumner, H. H., u. Weston, C. D.; *Am. Dystuff Rep.* 52 (1963), P442-P450
- 16) Gerber, H.; *Textilveredlung* 8 (1973), 224 – 229
- 17) Weingarten, R.; *Textilveredlung* 8 (1973), 151 – 159
- 18) Capponi, M., u. Senn, R. C.; *Chimia* 19 (1965), 271 – 285
- 19) Luttringer, J. P., u. Dussy, P.; *Melliand Textilber.* 62 (1981), 84 – 94
- 20) Mehta, H. U., Ravikrishnan, M. R., u. Chitale, A. G.; *J. Soc. Dyers Col.* 78 (1962), 552 – 558
- 21) Arsov, A., Duscheva, M., Kostova, W., u. Mesrob, B.; *Textilveredlung* 14 (1979), 151 – 158
- 22) Schulz, G.; „Das Adsorptions- und Desorptionsverhalten von hydrolysierten Reaktivfarbstoffen“, Diplomarbeit, Universität Stuttgart 1982
- 23) Fiebig, D., u. König, K.; *Textilpraxis int.* 32 (1977), 577 – 586, 694 – 705
- 24) Fiebig, D.; *Deutscher Färberkalender* 85 (1981), 321 – 335
- 25) Marshall, W. J.; *Textilveredlung* 4 (1969), 679 – 691
- 26) Fiebig, D.; *Textilveredlung* 14 (1979), 315 – 322

Inserentenverzeichnis

	Seite
Austria Faserwerke Ges.m.b.H., 4860 Lenzing/Austria	32
W. Höhnel KG, Korrosionsschutzwerk, Linz/Austria	47
Lenzing AG, 4860 Lenzing/Austria	
Beihefter: <i>lenzingplastic</i>	81/82
Lenzing-Modal	62
Mayreder, Kraus & Co., 4021 Linz/Austria	61
Mobil Oil Austria AG, 1015 Wien/Austria	52
SKG-Schaumstoff und Kunststoff Ges.m.b.H., Linz/Austria	23
Steinkopff Verlag, D-6100 Darmstadt	87
Stockhausen & Cie., Chemische Fabrik, D-4150 Krefeld	77

*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