

# LENZINGER BERICHTE

---

## Inhaltsverzeichnis

(Ausgewählte Vorträge der 28. ICT-Dornbirn 1989, 2. Teil)

	Seite
The New Generation of Viscose Filament Yarns - New Production Technology and Textile Processing A. Cetoli, A. Mariani, Snia Fibre S.p.A., Cesano Maderno (I) .....	5
Viskose-Filamentgarne - leistungsfähig in Funktion und Mode Dipl.-Ing. H. Ninow, Akzo Unternehmensbereich Fasern und Polymere, Wuppertal (D) .....	11
Erfahrungen mit dem Einsatz von feintitrigen Viskose- und Modalfasern Dr. D. Mach, Lenzing AG, Lenzing (A) .....	17
Modal Blends in Knitted and Woven Fabrics - Fashion and Functional Aspects J.Ma. Llaudet, Hilaturas Llaudet, S.A., Barcelona (E) .....	24
OE-Hochleistungsspinnen mit cellulosischen Chemiefasern Prof. Dr.-Ing. L. Coll-Tortosa, Dipl.-Ing. F. Galván-Díaz, Universität in Terrassa (E) .....	27
Verarbeitung von Viskose- und Modalfasern in Mischung mit Baumwolle nach dem Air-Jet-Spinnverfahren Dr. Ing. P. Arzt, Dipl.-Ing. (FZ) Conzelmann, Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf (D) .....	34
Aspekte des Schußeintrages von Viskose- und Modal-Fasergarnen auf Luftdüsenwebmaschinen Ing. H. Pfister, Dr.-Ing. W. Weissenberger, Ing. E. Frick, Maschinenfabrik, Gebrüder Sulzer AG, Rütli (CH) .....	43
Dyeing Properties and Textile Processing of Viscose, Modal and Cellulosecarbamate-Spun Fibres Dr. P. Nousiainen, Kemira OY Säteri, Valkeakoski, O.T. Turunen, K. Meinander, L. Mandell, J. Fors, Neste OY Kullo, L. Pakkala, R. Taurio, Tampere University of Technology, Tampere (SF) .....	49
Neuere Entwicklungen beim Färben von Cellulosefasern A. Schaub, Chem. HTL, Dr. S. Koller, Ciba-Geigy AG, Basel (CH) .....	58
Fortschritte bei der Hochveredlung von Viskose- und Modalfaserartikeln Dipl.-Ing. M. Geubtner, Chemische Fabrik Pfersee, Augsburg (D) .....	67
Successful Chemical and Electron-Beam Grafting Treatments on Cellulosic Man-Made Fibres to Get New and Permanent Properties Dr. M. Sotton, R. Chatelin, Institut Textile de France Lyon, Ecully (F) .....	75
The Effect of Fibre Properties on the Absorbency of Nonwovens C.R. Woodings, Courtaulds Research, Coventry (UK) .....	81
Inserentenverzeichnis .....	87

## The New Generation of Viscose Filament Yarns - New Production Technology and Textile Processing

(Die neue Generation der Viskose-Filamentgarne - neue Produktionstechnologie und textile Verarbeitung)

A. Cetoli, A. Mariani, Snia Fibre S.p.A., Cesano Maderno, Italia

With the coming of the synthetic fibres (polyester and polyamide), viscose rayon had been considered as an obsolete yarn and, consequently, all the investments needed for a technological and application research have been dedicated to the new fibres.

Snia Fibre is one of the companies who has always trusted the validity of viscose yarn and has been dedicating efforts for the research and financial sources to revive this product.

Thanks to these efforts it has been possible to set in motion a new plant for the production of viscose rayon with a new advanced technology: Rayon FCT/3000.

### 1. The New Production Technology FCT/3000

Completely automatic in the traditional viscose preparation and totally innovating in the "spinning cycle and take-up", it concentrates six phases in only one step, from the viscose extrusion to the make-up of the yarn on tubes ready for use, in about 4 minutes, without any interruption or manipulation, thus allowing to obtain a yarn practically free from broken filaments or knots, on tubes of about 10 kgs each with uniform characteristics.

This process is so flexible that different counts, lustres and fibre sections can be spun simultaneously on the same machine, if necessary. In any case all denier range can be produced, from 60 up to 1000 dtex, both bright and dull, spundyed as well as with modified sections and microfilaments (0,9 den/filament).

Such a production flexibility gives therefore the possibility to offer a wide range of products to meet all the exigencies, more and more sophisticated, of the end-users in a relatively short time and possibly revive some end-uses given up or restricted due to lack of a suitable product, as in the case of the warp-knitting.

### 2. Textile Processing

The technological evolution of the looms, which is tremendously modifying the textile panorama, requires the availability of high-quality yarns to take advantage of all their production potentialities, in order to recover the high cost of investment without sacrificing the quality of the fabric.

Another aspect which is peculiar to the sector of the textile processing is the preparation of sized beams, where the direct warping and sizing machines, type Tzudakoma and Sucker are being spread out all over the more advanced textile areas.

This type of machines are specific for synthetic filaments (polyester and polyamide) because only yarns free from broken filaments and knots, with calibrated make-ups as big as possible, can be utilized.

FCT/3000 rayon, thanks to its technical characteristics can be economically and successfully utilized on these machines, which on the other hand are the only ones suitable for warping parallel yarns, with excellent yields.

Die Entwicklung der synthetischen Fasern (Polyester und Polyamid) führte dazu, daß Viskoserayon als veraltete Faser betrachtet wurde und daher jegliche Investitionen für technologische und anwendungstechnische Forschung für die neuen Fasern verwendet wurden.

Als eine der Firmen, die immer auf den Wert des Viskoserayons vertraut haben, hat sich Snia Fibre durch Forschung und mit Einsatz finanzieller Mittel bemüht, dieses Produkt wieder attraktiv und aktuell zu machen. Dank dieser Bemühungen war es möglich, eine neue Viskoserayon-Produktionsanlage mit moderner Technologie in Betrieb zu nehmen (Rayon FCT/3000).

### 1. Die neue Produktionstechnologie FCT/3000

Von der Viskose-Extrusion bis zur gebrauchsfertigen Aufmachung des Garns auf Fertighülsen werden durch die vollautomatische Abwicklung der herkömmlichen Viskosevorbereitung und durch die Innovationen

im „Spinnkreislauf und bei der Aufwicklung“ sechs Prozesse in ungefähr vier Minuten ohne Unterbrechung oder Bedienung zu nur einem Arbeitsgang zusammengefaßt. Auf diese Weise erhält man ein Garn mit einheitlichen Eigenschaften auf Spulen zu ungefähr 10 kg, praktisch ohne Filamentbrüche oder Noppen.

Dieses Verfahren ist so flexibel, daß, falls notwendig, verschiedene Titer, Lüster und Faserquerschnittsformen parallel auf der gleichen Maschine gesponnen werden können.

Auf jeden Fall ist es möglich, alle Denierbereiche von 60 bis zu 1000 dtex zu erzeugen, glänzend und matt, spinngefärbt sowie mit veränderten Faserquerschnittsformen und Mikrofilamenten (0,9 den/Filament).

Durch eine derartige Produktionsflexibilität kann in relativ kurzer Zeit eine große Produktpalette angeboten werden, die den immer anspruchsvolleren Erwartungen der Endverbraucher entspricht. Somit können auch schon aufgegeben oder mangels eines passenden Produktes eingeschränkte Einsatzmöglichkeiten wieder aufgenommen werden, wie zum Beispiel die Kettenwirkerei.

### 2. Textile Verarbeitung

Um die hohen Investitionskosten ohne Qualitätseinbußen wieder zu kompensieren, muß das Produktionspotential der technologischen Webstuhl-Entwicklung, die die textilen Bedingungen entscheidend beeinflußt, voll ausgeschöpft werden. Dazu sind hochwertige Garne erforderlich.

Ein anderer besonderer Aspekt der textilen Verarbeitung ist die Vorbereitung von Schlichtebäumen, wobei Direktschär- und Schlichtemaschinen von Tzudakoma und Sucker im modernen Textilbereich sehr verbreitet sind.

Diese Maschinenart ist typisch für Synthetkfilamente (Polyester und Polyamid), da nur Garne ohne Filamentbrüche und Noppen mit der größtmöglichen geeichten Aufmachung verwendet werden können.

FCT/3000 Rayon kann auf Grund seiner technischen Eigenschaften wirtschaftlich und erfolgreich auf diesen Maschinen verwendet werden. Diese Maschinen sind die einzigen, auf denen beim Schären von Parallelgarnen hervorragende Ergebnisse erzielt werden.

## Foreword

Viscose rayon continuous filament is living a second youth. The textile and fashion world has brought this fibre to great success in application and image, demonstrating the lack of foundation of the market projections which only a few years ago were classing viscose rayon as an obsolete fibre, in permanent and inexorable decline.

## Historical Notes

Viscose rayon, the first fibre to be produced industrially by man, was found to be versatile in application and hence used as "substitute" for the traditional fibres, particularly silk, in a great many end uses, not all of them and not always particularly suited to its characteristics. As a result its image has suffered.

The very classification of "artificial fibre", instead of stressing the entirely cellulosic composition, the same in other words as that of some traditional fibres (cotton, linen etc.), draws attention to the negative concept of "thing made in the likeness of natural products" and hence an "artefact, imitation, adulterated", in opposition to the "natural, genuine" properties of the traditional fibres.

The advent of *synthetic fibres*, with new and interesting characteristics, gave reason to believe that they would find applications in all textile uses.

Research and investments were concentrated on these fibres, which in their headlong growth were able to benefit from continual improvements in productivity, quality, processability and product range. Viscose rayon has lacked the necessary resources for renewal.

Rayon production plants nearly all date from before the second world war. The processes have remained practically unchanged for more than fifty years, with progressive increases in production cost and ever increasing difficulties in adjusting quality to the innovations in manufacturing technologies.

Prices have strongly and steadily increased, so that from being an "economical fibre" it has become by far the most expensive of all man-made fibres.

Cost increases (for some manufacturers greater even than the high price increases), combined with industrial and ecological problems, have made the shutdown of many plants inevitable, leading to sudden shortages of product and above all specialities.

Rayon applications have therefore been subjected to continuous severe selection, and hence to a steady drop in consumption not only in the "inappropriate" uses, but even in those applications which, even though valid, are not capable of withstanding the increasing economic and qualitative penalisation.

The projection of this trend has led - in our opinion, rather superficially - to forecast that viscose rayon was a fibre destined to disappear.

In spite of the objectively difficult conditions of production, viscose rayon has however retained predominance of application in some end uses (linings) and a preference in the higher areas of other fields (clothing, furnishing, ribbons etc.).

### Present Position

The change in usage that have reduced the importance of some factors that had encouraged generalised and sometimes inappropriate use of synthetic fibres, such as "wash and wear, easy-care, non-iron" etc. and the rediscovery of other values including comfort, "natural is beautiful" etc., allied with certain fashion factors - bright colours in knitwear first, light printed and solid colour fabrics for female and male clothing afterwards - have brought about a revaluation of the particular features of viscose rayon, i.e. the silky handle and appearance, with the comfort of vegetable fibres.

The textile chain and the fashion world, with appropriate uses of the fibre in pure or in blends with high-quality traditional fibres, without specific promotional or advertising investments from the fibre producers, have completely changed the image of viscose rayon.

The old classification of "artificial fibre" survives in some obsolete technical publications, but is generally replaced by the more appropriate definition of "cellulosic fibre."

In fashion parades, in journals and newspapers, and in sales catalogues *viscose*, whether continuous filament or staple, is synonymous with versatile, comfortable, non-allergic "nature's fibre" on a par with natural fibres.

### Prospects

The favourable market situation should not lead to a belief that the reversal of the viscose rayon consumption trend is a certainty.

The rayon product would allow it, but not its production which, we repeat, is carried on in old plants, only kept at good efficiency levels by some of the manufacturers and, in the medium term, inevitably destined to be replaced.

In order to consolidate the return of application and the new image of rayon there must be a recovery of confidence among the fibre producers, who should invest in research and new plant, so that they can provide the market with a valid product also fit for the new transformations.

### Rayon FCT 3000

Steps in this direction have been taken by Snia Fibre, which has been one of the leading viscose rayon producers worldwide and certainly the most diversified in range of products and applications.

Closing down the old plants it has concentrated its resources into devising a new flexible technology. Since 1987 Snia Fibre, with its sister company Nuova Raion Italia, has been producing a yarn of high quality and versatility, *Rayon FCT 3000* at its Rieti factory.

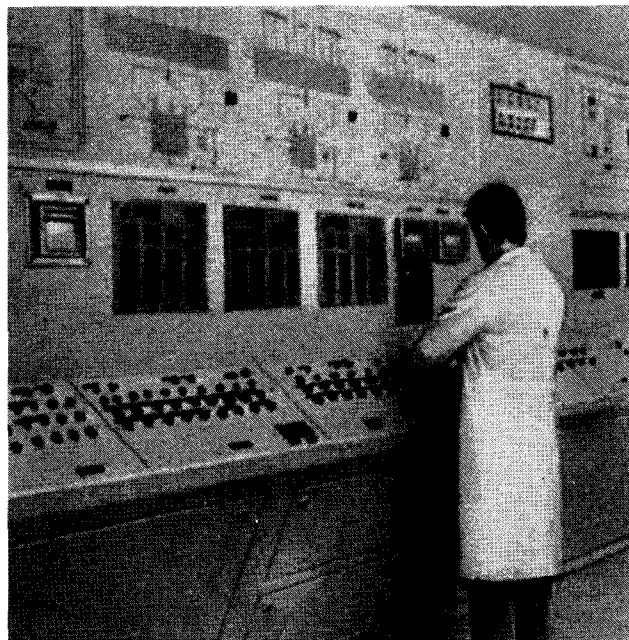


Fig. 1: Raion FCT/3000 - Centralized process control

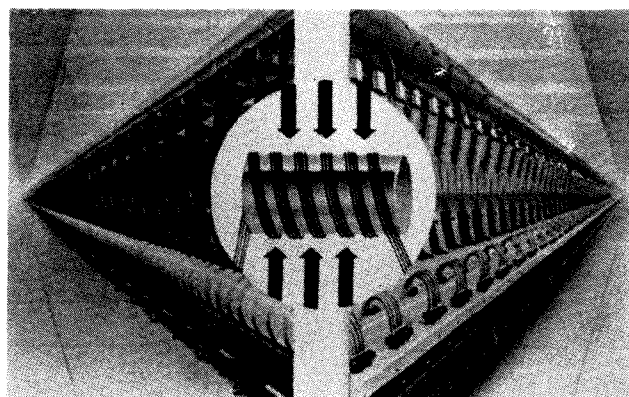


Fig. 2: Raion FCT/3000 - Spinning machine

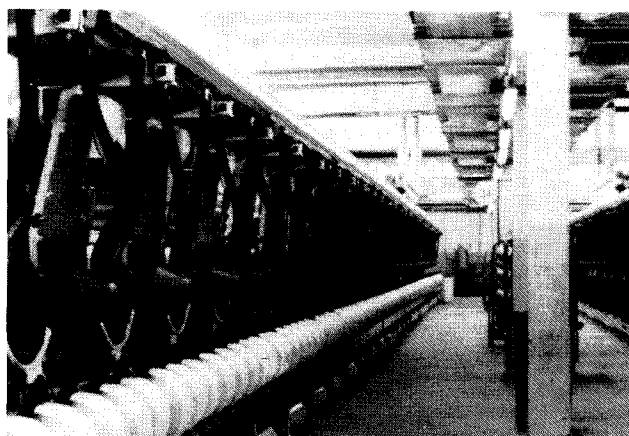


Fig. 3: Raion FCT/3000 - The picking up side of the spinning machine

The process has been fully automated in the traditional preparation of viscose and is wholly innovative in the spinning and picking-up part, even in comparison with the continuous spinning plants already installed (Fig. 1-3).

The main features are:

— **Continuous production**

in about 4 minutes 4 filaments extruded from the "spinnerets" receive all treatments and finishes on large rollers, they are dried and then collected, cohesioned in parallel.

All handling operations prejudicial to quality and which are manifold in the conventional processes have been eliminated.

— **Pick-up packages: tubes up to 10 kg**

— **Flexibility**

All products, and in particular the specialities typical of the traditional processes, can be advantageously produced, even in small quantities.

— **"Compact" spinning machines**

Compact spinning machines, with overall dimensions about 1/3 of conventional plants, without dispersal of steam, heat or odours, and hence a clean working environment in compliance with all regulations.

— **Product selection and automatic weighing and packing** (Fig. 4).

— **Cost structure**

It is different from that of the traditional processes and similar to that for synthetic fibres.

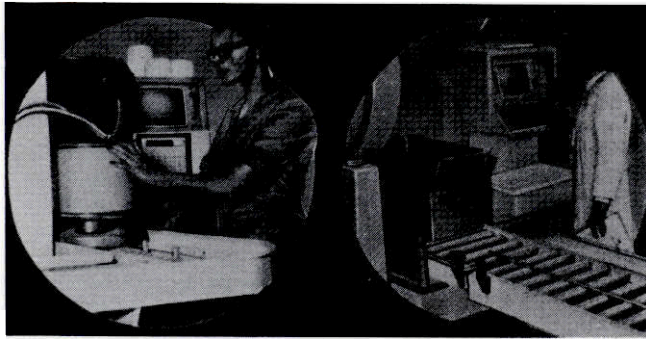


Fig. 4: Raion FCT/3000 - Product selection and automatic weighing and packing

To look ahead, Rayon FCT 3000 will be able to regain competitiveness with other fibres, while the conventional processes will continue to be penalised by cost increases that are more and more difficult to transfer to prices.

The plant has a potential output of 6000 tons a year. Present production is about 5000 tons a year, due to the prevalence of fine counts in the product mix. The product range is very broad and includes bright, dull and spun-dyed yarns, as well as other spinning specialities such as multifilament (up to 0,9 den/filament), slubby yarn, flat filaments, blends with nylon or polyester etc.

Rayon FCT 3000 has high and uniform tenacity due to absence of broken filaments caused by handling operations. It does not exhibit differences between inside and outside of the package as in the case of traditional rayons, and therefore it has good dyeing evenness.

Compared with bobbin or centrifugal rayons, the rayon from continuous spinning exhibits higher residual shrinkage from 6 to 7 %, which must be taken into account in the textile arrangements.

The parallel thread made up of tubes up to 10 kg is an innovation for rayon customers and constitutes a definite advantage in waft weaving, warping, air-texturing and twisting. For knitwear the tube weight is normally restricted to about 5 kg, as the existing machines are not yet capable of receiving 10 kg packages.

## Applications

The various types and specialities of Raion FCT 3000 are used with high yields in all transformations of conventional rayons.

**Twisting:** double twist machine for warp twist yarns, crepe, voile etc (Fig. 5).

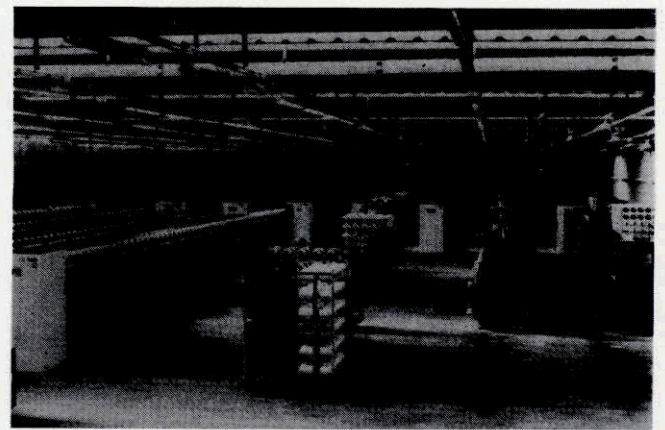


Fig. 5: Raion FCT/3000 - The twisting unit in Rieti (double twist for warp yarn)

**Weaving:** on the various types of looms, including the fastest ones, in sized warp of cohesioned parallel for waft.

**Circular knitwear:** 100 % parallel, blended with other fibres, twisted or fancy yarns, "compensine" etc.

The quality characteristics of Raion FCT 3000 also allow it to be used in warp knitwear and the preparation of weaving beams in the direct warping/sizing system.

**Warp knitting** is one of the most advanced textile transformation technologies, with interesting characteristics of application (elasticity, non-run finish etc.).

The type of processing and high speeds achieved by warpknitting looms, with up to 2000 picks a minute, allow the use of untwisted and un-sized yarn, but require yarns of excellent quality. Nylon and polyester are mainly used for underwear and bathing-costumes, and some types of acetate for clothing. The traditional rayon is no longer used in this application. Rayon FCT 3000, on the other hand, thanks to the uniformity of its dynamometric characteristics and the absence of broken filaments (0,02 faults per kg), reaches the processing performance of synthetic fibres and thus allows the uses to be extended in clothing through this effective, but rigid manufacturing technology.

Preparation of sized weaving beams can, with the primary beam system, be carried out in three ways.

— **Traditional:** warping is carried out on primary beams of high length; a certain number of primary beams (from 4 to 12 or more) are assembled in order to reach the total threads required by the fabric; sizing of the combined threads is then carried out, with preparation of the sized weaving beam.

— **Beam to beam:** warping is carried out on primary beams which are successively sized one by one; the primary beams are then assembled to the weaving beam.

— **Direct warping and sizing:** the threads coming from the tubes located on the creel pass directly to sizing and are then collected on primary beams which are subsequently assembled for preparation of the beams.

The conventional system requires twisted yarns (over 50 turns per m) in order to separate the threads after sizing, which takes place at low speed (50-60 m/1' - two separate operations - warping/sizing and assembling at low speed).



The "beam to beam" system allows to size yarns with low twist, parallel or parallel intermingled yarns at sizing speed of up to 400 m/s (three separate operations warping, sizing, assembling).

The direct warping and sizing system is the most recent and advanced one for productivity and quality of the beams produced.

It enables even parallel non-interlaced threads to be warped and sized at speeds reaching 400 m. However it demands threads of the highest quality that do not require interventions for breaks or cleaning broken filaments, in which case the processing yields would plunge, and the quality of the beams would be considerably jeopardised (two separate operations: direct warping/sizing and assembling at high speed).

The traditional system is used for traditional rayons and twisted acetate yarn.

With the beam to beam system, beams are prepared utilizing synthetic continuous threads (nylon and polyester) even of poor quality in view of the possibility of cleaning the yarns during warping.

The direct warping and sizing system was devised with nylon and polyester and can use high grade acetate yarns. Conventional viscose rayon cannot be used owing to the very high number of interventions and hence stoppages that would be required.

Rayon FCT 3000, as already stated, is picked up in spinning on 5-10 kg tubes in parallel, not interlaced. To keep the filaments linked, a cohering finish, partly soluble in water, is used. When the thread passes into the sizing bath the cohering substance is dissolved and for a certain distance the filaments composing each thread are no longer joined but are really parallel.

Rayon FGT 3000 cannot therefore be sized by the conventional system, in which the close juxtapositioning and overlapping of the threads would lead to a mass of filaments no longer correctly separable. The warping and direct sizing system must therefore be used.

The preparation of weaving beams has been and is still the most severe and continuing test to Raion FCT 3000 quality (Fig. 6.7).

The various process parameters have been devised, and working speeds and hence productivity achieved at the level of the best grades of synthetic fibres.

The beams produced are used on different types of looms, including the fastest air types with the highest yields and hence the good quality of the fabrics produced.

In conclusion, in the face of the pessimistic forecasts on the prospects for viscose rayon, one manufacturer has always

believed and still believes in its effective application and its practical irreplaceability in some uses such as smart clothing, lining and high class furnishing.

This manufacturer has demonstrated its confidence with one of the biggest investments in man-made fibres in recent years, thus rendering the new generation of viscose rayon possible.

Discussion

Zauner: Mr. Cetoli, you said the new technology of yarn production leads to a better quality of the yarn. How is it about the textile properties of end-uses, for instance? Is there also an improvement of properties?

Cetoli: if we refer to size of beams, the absence of knots and broken filaments gives a yarn with a smooth surface and therefore the yield on the high speed looms is at the highest possible level of their production potentialities.

So, we can say that beams produced with the direct system, give better performance on the looms which can run from 600 to 900 picks/m, according to the types of looms and fabric construction, with yields in the range of 98 %. Furthermore, thanks to the fact that Raion FCT 3000 is completely parallel, after dyeing the filaments open, proving a better covering power and a soft handle of the fabric; this is valid also in the case of knitting fabrics.

Lenz: You compared the demands on man-made fibers yesterday and today and you mentioned that today the fibers should not be allergic, they must be anallergic. Last year at this very place Prof. Hornstein, a dermatologist, stated that there is existing only one allergic fiber in the world, and that is wool. No man-made fiber at all is allergic, that is not only pseudoallergy or irritation and has nothing to do with allergic reactions. Only dyestuff can cause a pseudoallergic reaction, an even nylon dermatitis in the 1950s were caused by such a dyestuff.

Cetoli: Actually the hbrefinish pays an important role rather than the fiber itself; when we mention 'non-allergic' we mean from the point of view of the comfort and not in terms of medical or dermatologic pathologies

Fassbender: Would you be so kind to give us some more information about the spinning technology of the new system? We haven't talked very much about it. What is the spinning speed of the new machinery?

Cetoli: This is a technical detail which I cannot give. It is not very different from the traditional system.

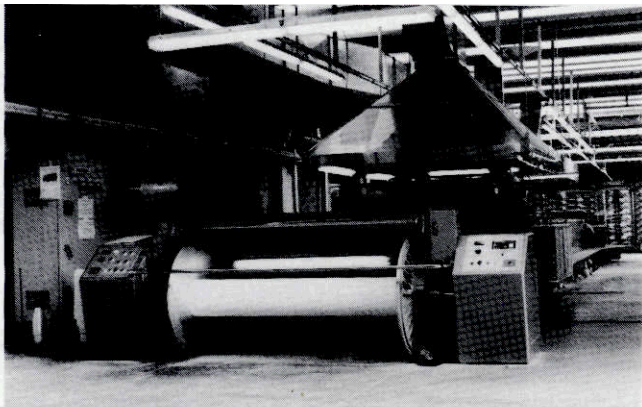


Fig. 6: Raion FCT/3000 - The direct warping and sizing unit in Rieti

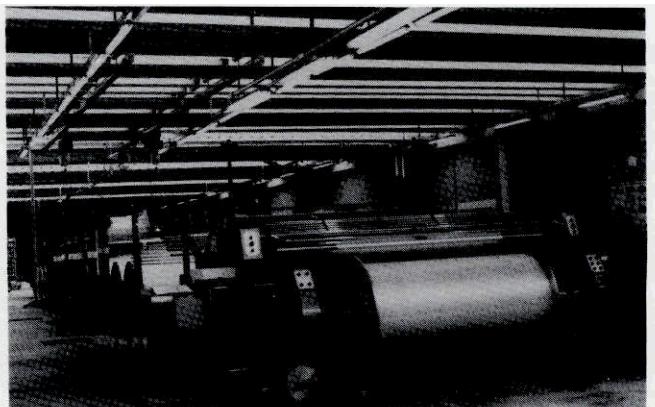


Fig. 7: Raion FCT/3000 - Primary beams assembling machine (Rieti unit)

**Fassbender:** Is the yarn desolphorated in the aftertreatment?

**Cetoli:** The yarn is desolphorated in continuous. There are no aftertreatments.

**Fassbender:** And is it bleached?

**Cetoli:** Yes, it is.

**Fassbender:** Because you said that the whole process from spinning up to drying needs not more than four minutes.

**Cetoli:** It's right.

**Fassbender:** It is a real surprise, in such a short time, to be able to desolphorate, to bleach, to finish the yarn and to dry, coming to a small range of final humidity. Can you tell me what is the final humidity, what is the range of the humidity?

**Cetoli:** The humidity of the final yarn is about 10 to 11 %.

**Fassbender:** The yarn, we must say, has a remaining shrinkage of 6 to 7 %.

**Cetoli:** Right.

**Fassbender:** And it is untwisted.

**Cetoli:** Correct.

**Fassbender:** Would you say, that a yarn with such properties can be called a new generation of rayon?

**Cetoli:** Yes, why not? The simple fact that it is spun in four minutes, in comparison with the 5/10 days needed in the traditional processes, represents certainly a novelty.

**Fassbender:** You know very well that such a high remaining shrinkage is a very disappointing factor and a very negative one.

**Cetoli:** According to the experience done in two years, there was a certain resistance at the beginning which, afterwards, with the right adjustments on the machines, has been overcome by the customers. Whether in weft or in the warp or for twisting, if you take into account the shrinkage, you can utilize it without problems.

**Fassbender:** This will limit the use of the yarn in the textile industry.

**Cetoli:** I repeat, according to our experience there is no limitation in utilization because either twisted, size on beams, for weft or circular knitting, it can be utilized and we utilize it.

**Fassbender:** I think you know, that there is a bobbin factory in Europe, I will not tell the name, just going to invest a lot of money to improve the existing technology, reducing the shrinkage from actually 3 % down to the desired 1 % or even less.

**Cetoli:** Yes, I know.

**Fassbender:** So there seems to be a discrepancy between your 6 to 7 % and the tendency of viscose industry to reduce the shrinkage. So my personal opinion is that the actual technology of Raion FCT 3000 did not come to an end.

There is a lack in the last step, we are missing one step, which improves the shrinkage or remaining shrinkage, and which will twist the yarn.

**Cetoli:** It's a matter of opinion, because according to the end-use and to the results you want to obtain, there are the right solutions to utilize our yarn as it is. There are so many end-uses in which our yarn is already used that we believe that it is not necessary to do researches to reduce the shrinkage. If it is possible or not I don't know, this is a technological question, which I cannot answer at the moment.

**Fassbender:** This will always be a controversial discussion.

**Cetoli:** I think there could be also some possibilities to do it, but at the moment we would say that it is not a priority, as every application, including the crêpe, which was one of the most difficult type to produce, is normally produced now. On the other hand, the attempt to reduce the shrinkage could lead to many more problems than the alleged benefits.

**Fassbender:** Can you say something about the basic investment reflecting to the production, I mean investment/kilo textile rayon, to have an idea with such an investment is acceptable on the economical point of view.

**Cetoli:** Yes, it is acceptable from the economical point of view.

**Fassbender:** What is it, can you give us a figure?

**Cetoli:** I would prefer not to answer this question.

**Fassbender:** Thank you.

**Cetoli:** Well, I do not think the two processes can be compared. They are different systems of production. Raion FCT 3000 is made directly on the same roll. The roll is divided in separate sections in which each treatment is made: bleaching, washing and then drying in the last part before the collecting of the make ups.

**Woodings:** Do you have any comment on the relative quality of the yarn from the two processes, in terms of broken filaments or regularity?

**Cetoli:** In the case of Raion FCT 3000, the broken filaments are absent or extremely limited, because there is not manipulation of the make-ups, which are not touched by anybody except when the tubes are taken up from the machine and I am not in a position to compare the quality of the two different processes.

**Bromhall:** You have mentioned, that the easy care properties required by the textile industry are no longer as important as they used to be, as such rayon has become a more important fiber. Do you see that trend continuing?

**Cetoli:** Easy care properties are still required but today they are not so predominant as in the past to the extent of forgetting the comfort achievable with rayon also in blend with natural or synthetic fibers, which is required for some end-uses. On the other end, this attitude confirms the principle that the fiber fit for ever use does not exist and each fiber must be used according to the desired and expected performance. In my opinion, this trend will continue also in the future.

## Viskose-Filamentgarne - leistungsfähig in Funktion und Mode

(Viscose Filament Yarns - Functionality Combined with Fashion Appeal)

Dipl.-Ing. Horst Ninow, Dipl.-Ing. Ingeborg Heidenreich, Textiltechnisches Institut, Akzo Unternehmensbereich Fasern und Polymere, Wuppertal, Bundesrepublik Deutschland

Die Viskose erlebt seit einigen Jahren eine Renaissance in der Oberbekleidung, in Futterstoffen sind Viskose-Filamentgarne ein etabliertes Produkt mit hohem Prestige. Ausschlaggebend für diesen Erfolg sind die spezifischen Eigenschaften der Viskose-Filamentgarne und das über Jahrzehnte aufgebaute Knowhow für die Herstellung und Verarbeitung.

Oberstoffe und Futterstoffe aus Viskose-Filamentgarnen zeichnen sich durch ein Profil aus, das den speziellen Anforderungen dieser Einsatzgebiete entspricht. Dazu gehören Eigenschaften, wie guter Tragekomfort durch hohe Feuchteaufnahme, gute Luft- und Wasserdampfdurchlässigkeit und ein angenehmes Gefühl beim Tragen. Darüber hinaus wird die Viskose allen Ansprüchen einer modeorientierten Artikelgestaltung gerecht. Viskose-Filamentgarne sind in allen Stufen der Stoffherstellung und -veredlung sowie in der Konfektion nach modernsten Technologien verarbeitbar.

Das Referat beschreibt die Anforderungen von Oberbekleidungsstoffen und Futterstoffen an die Eigenschaften der Viskose-Fasern, ihre Leistung und Funktion von der Verarbeitung bis zum fertigen Stoff und skizziert die modischen Impulse, die immer wieder im Markt von der Viskose gegeben werden können.

In the world of fashion a strong renaissance of outerwear fabrics with viscose is experienced, and in lining fabrics viscose filament yarns are an established material of high esteem.

The main reasons for this extraordinary success are the specific properties of viscose filament yarns and the well established know how for their production and processing which was developed during quite some decades.

This specific profile of properties fits well into the specific requirements of the above mentioned fabrics, including excellent wear comfort by high moisture absorption and good air and water vapour permeability. In addition to this, viscose filament yarns fulfil all requirements of fashion-oriented fabric design. Further, in all steps of modern textile technology, including finishing and making up, viscose filament yarns can be processed without problems.

The paper describes the requirements of outerwear fabrics with respect to the properties of viscose filament yarns and the relevant merits of this material in function and processing properties, up to the finished fabrics, as well as the stimulating impulses to the market which are more and more initiated by this fascinating material.

### Einleitung

Wir leben in einer „Hoch-Zeit“ der Viskose-Fasern. Die letzten Jahre waren „Viskose-Jahre“. Dies gilt auch für die Gegenwart, und der Trend scheint noch anzuhalten. So erfreulich eine solche positive Nachfrage-Situation einerseits ist, so risikobehaftet können für die europäischen Konfektionäre, Drucker, Seidenweber und Faserhersteller die Folgen einer boomartigen Überreaktion des Marktes sein. Viskose-Stoffe mit ihrer seidigen Optik haben sich im Kleider-, Rock- und Blusenbereich sehr erfolgreich einen beachtlichen Marktanteil erobert. Sie haben damit eine Renaissance der Viskose-Fasern in der Damenoberbekleidung herbeigeführt und einen neuen Modetrend geschaffen. Seit geraumer Zeit herrscht deshalb ein Nachfrageüberhang. In die sich öffnenden Bedarfsrüfen rücken im Rahmen der weltwei-

ten Handelsströme Bekleidungstextilien, besonders aus Übersee, aus oft nicht gütegesicherten Stoffen, die nicht den hohen Qualitätserwartungen des europäischen Marktes entsprechen. Im Gebrauch werden nämlich die Schwächen von qualitativ schlechten Artikeln sehr schnell deutlich. Dies führt beim Konsumenten zu Enttäuschungen und beim Handel zu Reklamationen.

Auch die Konfektion hat ihre Probleme mit der Viskose-Faser. Dies machte bereits die Podiumsdiskussion in Dornbirn 1988 sehr deutlich. Die Viskose-Faser-Artikel lieferten einigen Zündstoff für die Qualitätsdiskussion. Aber nicht alle Beanstandungen halten einer genaueren sachlichen Betrachtung der Marktsituation stand, denn neben dem Faserrohstoff müssen Konstruktion und Ausrüstung der Stoffe den Anforderungen der Einsatzgebiete Rechnung tragen. Welche Qualitätsanforderungen muß man an DOB und Futterstoff stellen und inwieweit ist die Viskose-Faser in der Lage, dem im Titel des Referates gestellten Anspruch „leistungsfähig in Funktion und Mode“ gerecht zu werden? Am Beispiel der Viskose-Filamentgarne sollen im Folgenden die Möglichkeiten beleuchtet werden, qualitativ hochwertige Artikel für DOB und Futterstoffe mit Hilfe von Leistungs- und Anforderungsprofilen zu konstruieren.

Der „Viscose Circle of Quality“ als Gemeinschaftsaktion von Faserherstellern, Webern, Veredlern und Konfektionären zeigt die aktuellen Qualitätsbestrebungen für die DOB auf und gibt gleichzeitig einen Einblick in die Vielfältigkeit der modischen Gestaltungsmöglichkeiten mit Viskose-Filamentgarnen.

### Die wirtschaftliche Bedeutung

Die Viskose-Filamentgarne haben eine wechselvolle Geschichte hinter sich (Abb. 1).

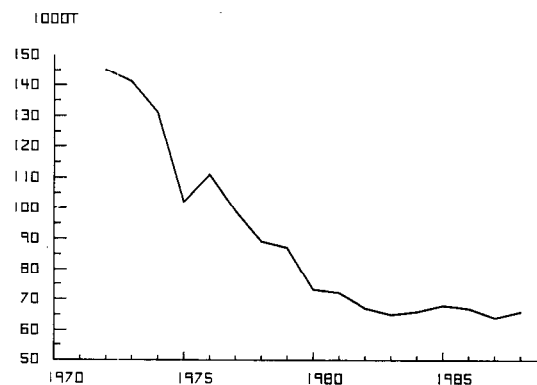


Abb. 1: Viskose Filamentgarne für textilen Einsatz; Produktion Westeuropa (ohne Türkei)

Sie sind die ältesten noch produzierten Chemiefasern. Nach ihren Erfolgen in den ersten Jahrzehnten der Chemiefasern schien in den sechziger Jahren die Viskose-Epoche zu Ende zu gehen. Die Viskose-Faser hatte nur noch ein Kunstseiden-Image, „war billiger Ersatz und Synonym für Vergangenes“. Die synthetischen Chemiefasern überrollten alle textilen Einsatzgebiete, so daß mancher der Viskose keine Chance mehr gab. Kapazitäten mit vorwiegend überaltertem Equipment wurden stillgelegt. Doch, wie oft in der modeorientierten Textilwelt, ebte zu Ende der siebziger Jahre die Synthese-Euphorie ab, die Viskose wurde als „Naturverwandtes“ Produkt von der Naturfaserwelt mitgetragen. Außerdem wandelte sich die Mode, zunehmend seidig glänzend war gefragt, und insbesondere die Viskose-Filamentgarne mit ihrem typischen Glanz und Fall und der bestechenden Farbbrillanz eroberten sich wieder einen festen Platz in der seidigen DOB und im Futterstoff.

Betrachtet man nun den westeuropäischen Markt für die Viskose-Filamentgarne etwas näher, so gibt es neben dem Einsatz im mehr oder weniger stark schwankenden modeorientierten DOB-Bereich den seit Jahrzehnten für die Viskose-Fasern erfolgreichen Futterstoff-Sektor. Hier haben sich die gemeinsamen Bemühungen von Faserhersteller und Textilindustrie um eine gleichbleibend hohe Qualität in konstant hohen Verbrauchszahlen ausgewirkt (Abb. 2). Bestandteil dieser Bemühungen war auch eine gute, an den hervorragenden Eigenschaften von Viskose-Futterstoffen orientierte Marketingstrategie. Der typische Verknappungseffekt tat ein übriges dazu. So erreichte Viskose ein vollkommen neues Image.



Abb. 2: Viskose-Filamentgarne für textilen Einsatz; Verbrauch in Westeuropa 1980—1988

Neben den Bereichen Futterstoffe und gewebte Oberstoffe gibt es einige mengenmäßig kleine, aber interessante Einsatzgebiete für Viskose-Filamentgarne, die den Schwankungen des Modemarktes praktisch nicht unterliegen (Abb. 3).

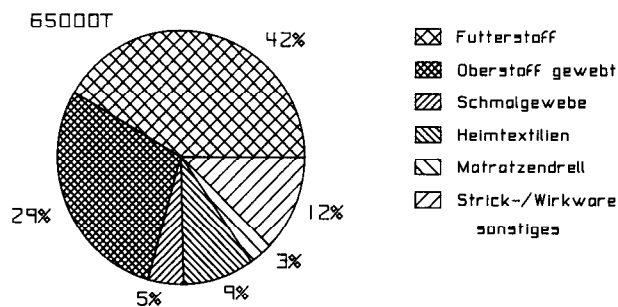


Abb. 3: Viskose Filamentgarne für textilen Einsatz; Verbrauch Westeuropa nach Einsatzgebieten 1988

Ausschlaggebend für diese anhaltende Erfolgsbilanz ist das ausgeglichene Verhältnis von Anforderungen des jeweiligen Einsatzgebietes zur Leistungsfähigkeit der Viskose-Filamentgarne im entsprechenden Bereich.

### Anforderungen und Leistung von Viskose Filamentgarnen

Anforderungen und Leistungen in eine höchstmögliche Übereinstimmung zu bringen, ist der erste Schritt zur artikelgerechten Textilgestaltung auf hohem Qualitätsniveau. Diese Denkweise wird bei technischen Einsatzgebieten schon seit Jahren

erfolgreich praktiziert und führt, auch auf textile Einsatzgebiete angewendet, zu gezielten Artikelkonstruktionen, die den hohen Qualitätsansprüchen des europäischen Marktes gerecht werden.

Bekleidungstextilien müssen heute eine Fülle unterschiedlicher Anforderungen erfüllen. Dabei reicht das Spektrum von reinen Anforderungen an das Gebrauchs- und Pflegeverhalten über das Trageverhalten bis zu Spezialfunktionen. Hinzu kommt als ebenso wichtiger Faktor die Mode. Optik, Griff und Fall von modisch aktuellen Stoffen müssen den qualitativ hochgesteckten und breitgefächerten Erwartungen des Modemarktes entsprechen. Deshalb verlangen Textilien von heute immer mehr maßgeschneiderten Garnen, Konstruktionen und Ausrüstungen. Der Idealzustand ist erreicht, wenn sich die Konsumentenforderungen und die Leistung des jeweiligen Artikels die Waage halten (Abb. 4).

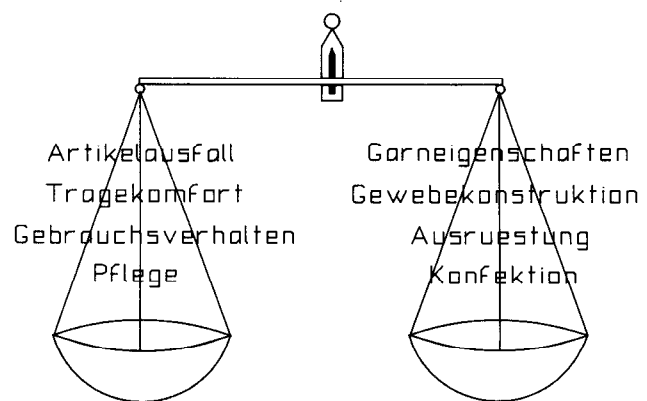


Abb. 4: Konsumentenforderungen/Artikeleigenschaften im Wechselspiel zur Artikelkonstruktion

Die in der linken Waagschale enthaltenen Konsumentenforderungen können durch ein optimales Zusammenspiel aller an der rechten Waagschale beteiligten Kräfte herbeigeführt werden. Dieses Zusammenspiel funktioniert nur dann, wenn die Verarbeitungseigenschaften des Garnes optimal auf die Weiterverarbeitung in Weberei und Ausrüstung abgestimmt sind und die Stoffeigenschaften den Verarbeitungswünschen der Konfektion so weit wie möglich entsprechen.

### Anforderungen an die Garn- und Verarbeitungseigenschaften

Die wesentlichen Garneigenschaften, die von einem Viskose-Filamentgarn für den Einsatz in gewebter DOB und in Futterstoffen erwartet werden, sind in Abbildung 5 zusammengefaßt. Sie haben sich im jahrzehntelangen Umgang mit Garnen von der Verarbeitung bis hin zum Gebrauchsverhalten im Fertigartikel als die wichtigsten Garnkriterien herausgestellt.

Die Viskose-Filamentgarne erfüllen die Forderungen an die Garneigenschaften optimal.

Sie werden in einer breiten Feinheitpalette mit guter Gleichmäßigkeit hergestellt. Die Mattierungsmöglichkeiten reichen von glänzend bis tiefmatt bei hohen Anforderungen an den Weißgrad. Die Querschnittsform ist zwar im Gegensatz zu den synthetischen Chemiefasern nicht variierbar, der für die Viskose-Filamentgarne typische gezähnelte Querschnitt trägt jedoch zu dem bevorzugten „Viskose-Glanz“ entscheidend bei.

Die relativ niedrige Naßfestigkeit der Viskose-Faser ist für die wichtigsten Anforderungen an das Gebrauchs- und Pflegeverhalten ausreichend. Bezogen auf die Verarbeitung gibt es hier Einschränkungen beim Weben auf Wasserdüsen-Webmaschinen. Damit ist bereits der Übergang zum ebenfalls sehr wesent-



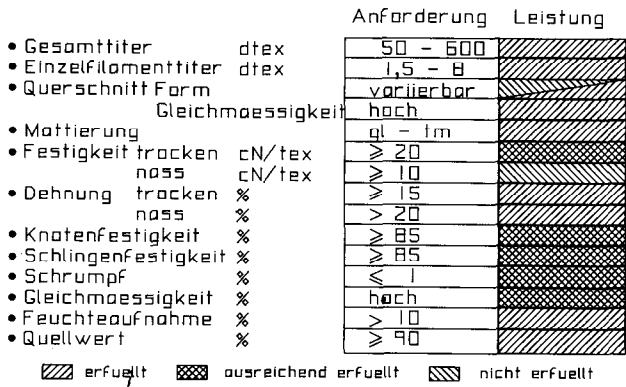


Abb. 5: Gameigenschaften - Anforderungen/Leistung; Viskose-Filamentgarne

lichen Qualitätskriterium, dem Verarbeitungsverhalten, gemacht.

**Anforderungen an das Verarbeitungsverhalten in Weberei und Veredlung**

Betrachtet man diesen Komplex, so ergibt sich bezüglich der Anforderungen an das Verarbeitungsverhalten einerseits und bei Betrachtung der Leistung von Viskose-Filamentgarnen andererseits das in Abbildung 6 dargestellte Profil.

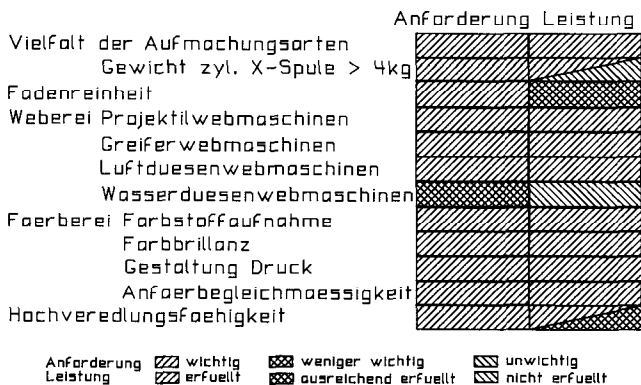


Abb. 6: Verarbeitungsverhalten - Anforderungen/Leistung; Viskose-Filamentgarne

Einer konstanten Steigerung der Verarbeitungsqualität auf das hohe Niveau der synthetischen Filamentgarne sind bei den Viskose-Filamentgarnen verfahrensbedingt Grenzen gesetzt. Die Forschungsbemühungen haben sich deshalb in der Vergangenheit auf zwei Hauptthemen konzentriert bzw. konzentrieren müssen: auf Anstrengungen, den Herstellungsprozeß von Viskose-Filamentgarnen sicher zu steuern, um weitere Qualitätsverbesserungen und Qualitätskonstanz zu erreichen und somit die Weiterverarbeitung der Viskose-Filamentgarne zu optimieren. In diese Betrachtungsweise müssen auch Weiterentwicklungen, wie z.B. feine Garn- bzw. Einzelfilamenttiter, einbezogen werden, was eine zusätzliche Herausforderung an Produktion und Qualität bedeutet.

Das zweite Thema sind die Verbesserungen der Produktionsbedingungen im Hinblick auf den Umweltschutz. Hier ist es gelungen, verfahrenstechnische Lösungen zu schaffen und umzusetzen. Damit fließt ein erheblicher Teil der Investitionen in

Umweltschutzmaßnahmen, nämlich Kosten, die sich im Preis des Produktes niederschlagen müssen. Über diesen Themenkomplex wurde im Rahmen dieser Vortragsveranstaltung in mehreren Vorträgen berichtet.

Sowohl die Umweltproblematik als auch die immer noch angewandten relativ zeit- und arbeitsintensiven konventionellen Herstellungsverfahren haben immer wieder die Forscher angeregt, nach alternativen Verfahren zu suchen. Aber sowohl Lösungsmittelverfahren ohne die Probleme der Umweltbelastung als auch effizientere Verfahrensweisen im herkömmlichen Prozeß haben bisher noch nicht zum Durchbruch geführt. Die so alte, oft als überaltet bewertete Viskose, bietet noch beachtliche Forschungsaufgaben.

Bei der kritischen Betrachtung der Umweltproblematik und der verfahrenstechnischen Weiterentwicklung des Prozesses darf man auch nicht außer Acht lassen, daß die Basis der Viskose-Faser, die Cellulose, ein ständig nachwachsender Rohstoff ist, was für die Zukunft dieses Produktes eine entscheidende Rolle spielen wird.

Doch nun zurück zur Verarbeitbarkeit der Viskose-Filamentgarne. Die Bemühungen werden sich auch in Zukunft stark auf eine weitere Steigerung der Produktivität in der Weiterverarbeitung richten.

Die Anforderungen moderner Verarbeitungsverfahren in der Weberei an die Fadenreinheit und Gleichmäßigkeit der Garne sind in den letzten Jahren erheblich gestiegen, und sie werden dabei nicht zuletzt von der hohen Leistungsfähigkeit der synthetischen Chemiefasern geprägt, was im übrigen auch für die Vielfalt der Aufmachungsarten und für die Spulenpaketgewichte gilt.

Die Viskose-Filamentgarne werden heute in verarbeitungsfreundlicher Aufmachung angeboten. Für die Kette kommen in Frage:

- Zettelbäume,
- Webketten,
- Cones oder zylindrische Kreuzspulen zur kundeneigenen Kettherstellung.

Das Schußmaterial wird auf zylindrischen Kreuzspulen oder Cones geliefert - letzteres allerdings mit abnehmender Tendenz. Höhere Spulenpaketgewichte von mehr als 4-6 kg werden für die erhöhten Anforderungen moderner Verarbeitungstechnologien teilweise erreicht. Dieser Umstellungsprozeß auf größere Aufmachungseinheiten ist noch nicht abgeschlossen, so daß diese Anforderung zur Zeit nicht in vollem Umfang erfüllt werden kann.

Die Fadenreinheit ist bei allen textilen Garnen ein äußerst wichtiges Kriterium für eine störungsfreie Verarbeitung. Dieses gilt in der Weberei sowohl für Kett- als auch für die Schußverarbeitung. Die Viskose-Filamentgarne sind in ihrer Verarbeitbarkeit eher einem Naturprodukt als den sehr gleichmäßigen synthetischen Chemiefasern ähnlich. Es gibt nämlich bei der Viskose gelegentlich prozeßbedingte Schwankungen der Gleichmäßigkeit, die nur schwer beherrscht werden können.

Durch geeignetes Schlichten wird die Kettverarbeitung wesentlich positiv beeinflusst. Aber auch für die Schußverarbeitung wurden sogenannte schußfreundliche Garntypen bezüglich Aufmachung und Drehung entwickelt, insbesondere für Luftdüsenwebmaschinen.

Die Verarbeitbarkeit von Viskose-Filamentgarnen auf modernen Webmaschinen ist also voll gewährleistet. Hier haben sich unsere permanenten Bemühungen gemeinsam mit unseren Marktpartnern, den Webern, und dem Textilmaschinenbau ausgezahlt.

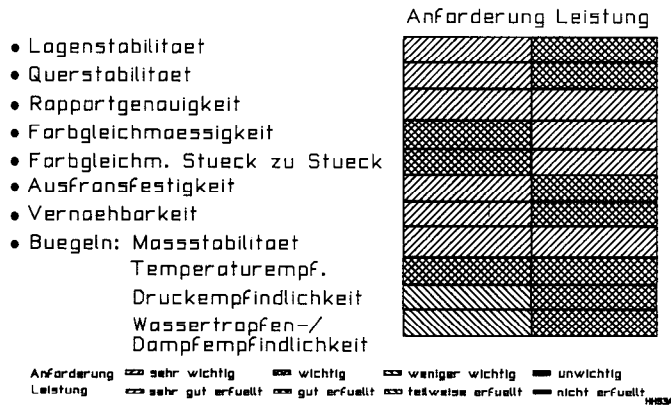
Die färberischen Eigenschaften der Viskose bieten vielfältige Möglichkeiten, einmal durch die der Viskose eigene Brillanz und zum anderen durch die einsetzbaren Druckverfahren. Die Wiederbelebung alter Qualitäten, insbesondere von Krepp-Artikeln, wird durch die modische Rückbesinnung auf den Ätzdruck gefördert. Darüber hinaus kommt die Möglichkeit, Viskose mit leichtätzbaren Reaktivfarbstoffen nach einem Klotz-Kaltverweil-

verfahren zu färben, dem Bestreben weitgehend entgegen, wirtschaftliche energiesparende Veredlungsmethoden anzuwenden. Die hohen Anforderungen an die Farbstoffaufnahme und die Anfärbgleichmäßigkeit werden von den Viskose-Filamentgarnen voll erfüllt.

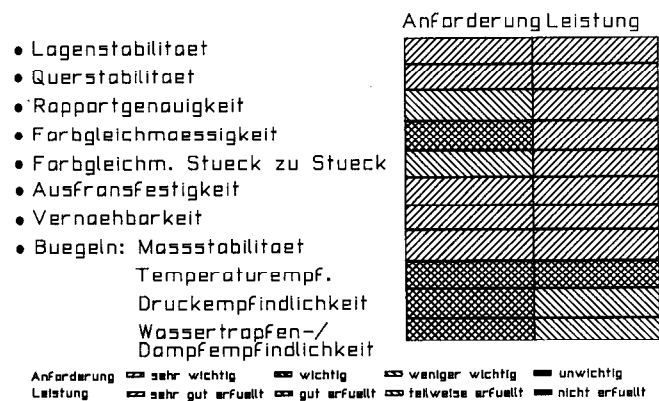
Im Zeitalter der synthetischen Chemiefasern können Gewebe aus Viskose-Filamentgarnen nicht ohne eine Pflegeleicht-Ausrüstung auskommen, die ihnen die von synthetischen Materialien gewohnten Eigenschaften gibt, wie niedriger Waschschrumpf und hohe Knittererholung. Deshalb müssen die Viskose-Filamentgarne ausreichend hochveredlungsfähig sein, eine Forderung, die grundsätzlich erfüllt wird, allerdings gibt es Garntypen, die noch keine idealen Voraussetzungen bieten. Die meisten Veredler beherrschen diesen Prozeß exzellent, aber - das sollten Konfektion, Handel und Verbraucher wissen - das Knitterverhalten eines Artikels aus synthetischen Chemiefasern kann man doch nicht erreichen.

**Anforderungen der Konfektion**

Die Konfektion stellt ihre eigenen Anforderungen an die Eigenschaften von Viskose-Stoffen für die seidige DOB bzw. für den Einsatz als Futterstoff. Hier spielen Kriterien wie Lagenstabilität, Querstabilität, Rapportgenauigkeit und Farbgleichmäßigkeit sowie das Verarbeitungsverhalten in Näherei und Bügelei eine entscheidende Rolle. In den Abbildungen 7 und 8 wird versucht, diese Anforderungen für DOB und für Futterstoffe festzulegen und zu bewerten.



**Abb. 7: Konfektion gewebte DOB - Anforderungen/Leistung; Viskose-Filamentgarne**



**Abb. 8: Konfektion Futterstoff - Anforderungen/Leistung; Viskose-Filamentgarne**

Den Anforderungen sind die Leistungsmöglichkeiten von Stoffen mit Viskose-Filamentgarnen gegenübergestellt. Die Leistung von Viskose-Filamentgarnen wird dabei durch die Konstruktion, die Musterung und Ausrüstung des Stoffes stark beeinflusst. Deshalb ergibt sich auch für DOB- und Futterstoffe ein unterschiedliches Leistungsprofil der Viskose-Filamentgarne. Bei den DOB-Stoffen reicht das Spektrum der Artikel von sehr leichten Chiffons über Crêpe Georgette, Crêpe de Chine bis zu relativ schweren Crêpons und Crêpe Marocains. Daß sich diese Gewebetypen, unabhängig vom eingesetzten Faserstoff, sehr unterschiedlich bezüglich Längen- und Querstabilität verhalten, liegt auf der Hand.

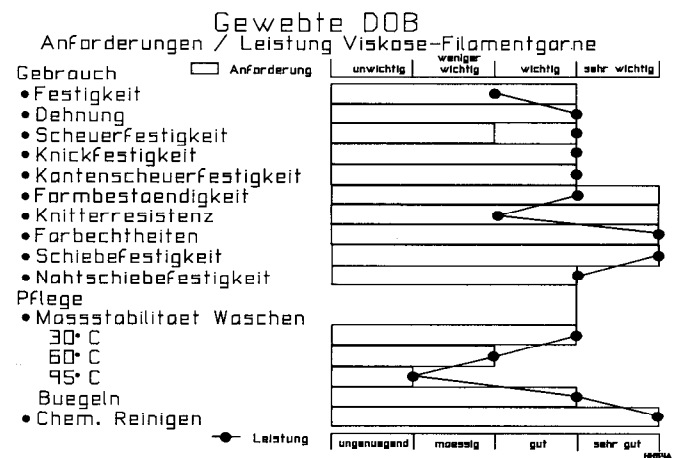
In der DOB spielt die Rapportgenauigkeit natürlich eine wesentliche Rolle, zumal hier der Druck für die Musterung dominierend ist, so daß eher die Qualität des Druckes als die Qualität des Rohstoffes für die Leistung bezüglich des Verarbeitungsverhaltens in der Konfektion ausschlaggebend ist. Der herausragende Einfluß von Konstruktion und Ausrüstung gegenüber den Rohstoffeigenschaften zeigt sich auch bei den anderen Anforderungen, wie Vernähbarkeit und Bügelverhalten.

Bei den Futterstoffen liegen die Schwerpunkte der Anforderungen eher auf der Stabilität beim Legen und Bügeln. Bei den für Futterstoffe üblichen Gewebekonstruktionen und Ausrüstungsmaßnahmen werden diese Eigenschaften hervorragend erfüllt.

Faßt man diesen Themenkomplex zusammen, so ergibt sich, daß entsprechend konstruierte Stoffqualitäten aus und mit Viskose-Filamentgarnen die Anforderungen der Konfektion an das Verarbeitungsverhalten durchaus zu erfüllen vermögen. Zugeständnisse an leichte seidenähnliche Gewebetypen müssen gemacht werden, man sollte aber berücksichtigen, daß diese bei dem Naturprodukt Seide auch gemacht und akzeptiert werden.

**Anforderungen/Leistung - seidige DOB**

Der Begriff seidige DOB umfaßt Kleid, Bluse, Rock. In den Abbildungen 9 und 10 sind die Anforderungen für Kleid, Bluse, Rock mit ihren wichtigsten Kriterien aufgeführt. Bei allen drei Einsatzmöglichkeiten stehen die Gebrauchseigenschaften, wie Formbeständigkeit, Farbbeständigkeit, Knitterresistenz und die Tragekomfort-bedingten Eigenschaften, wie Feuchteaufnahme und Hautsympathie, im Vordergrund. Ganz entscheidende Kriterien sind auch die ästhetischen Eigenschaften, wie Optik, Griff und Fall sowie deren Gestaltungsmöglichkeiten. Einen gewissen Stellenwert haben auch die Pflegeeigenschaften. In diesem Punkt gibt es wesentliche Unterschiede zwischen Kleid/Rock und Bluse. Bei Bluse hat die Waschbarkeit eine wesentlich höhere Bedeutung.



**Abb. 9: Anforderungen seidige DOB/Leistung; Viskose-Filamentgarne**

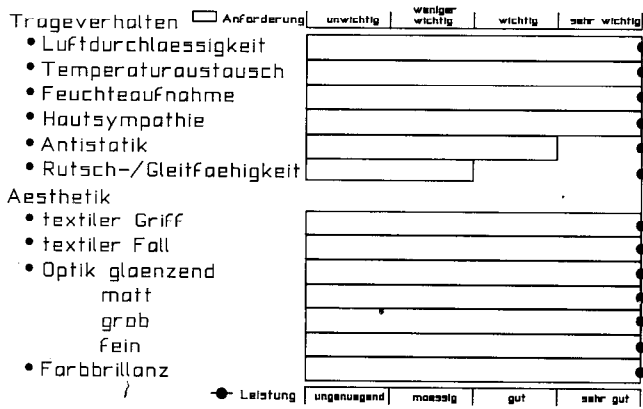


Abb. 10: Anforderungen seidige DOB/Leistung; Viskose-Filamentgarne

Die „Leistungskurve“ macht deutlich, inwieweit Stoffe aus und mit Viskose-Filamentgarn den Anforderungen entsprechen.

Die Anforderungen an Optik, Griff und Fall werden von den Viskose-Filamentgarnen hervorragend erfüllt. Das gleiche gilt für den Tragekomfort. Bei den Gebrauchseigenschaften, wie Festigkeit, Formstabilität und Knitterresistenz, können die von den Synthesefasern geprägten sehr hohen Erwartungen von der Viskose-Faser naturgemäß nicht in dieser Höhe erreicht werden. Sie bewegen sich jedoch immer im Bereich gut bis befriedigend. Hier muß berücksichtigt werden, daß der konstruktionsbedingte Spielraum in der Weberei und eine richtige Ausrüstung, sprich Hochveredlung, die Leistungsgrenzen deutlich nach oben „verschiebbar“ machen.

**Anforderungen/Leistung - Futterstoffe**

Die Anforderungskriterien für Futterstoffe orientieren sich im wesentlichen an denen der DOB, die Gewichtungen sind jedoch hier ganz anders. Kriterien, wie Antistatik, Deckkraft, Rutsch- und Gleiteigenschaften sowie Feuchtaufnahme und Hautsympathie, stehen im Vordergrund. Hier bieten die Viskose-Filamentgarne ein hervorragendes Leistungsprofil (Abb. 11 u. 12).

Ansatzpunkte für weitere Verbesserungen ermöglichen nur noch die sogenannten Filamentmischgarne, denn glatte Garne haben eine hervorragende Gleitfähigkeit. Eine Kombination der Viskose-Filamente mit synthetischen Filamenten, z.B. aus Polyester oder Polyamid, würde die Festigkeit, die Formstabilität und gegebenenfalls die Waschbarkeit verbessern, ohne die positiven typischen Viskose-Faser-Eigenschaften zu beeinträchtigen.

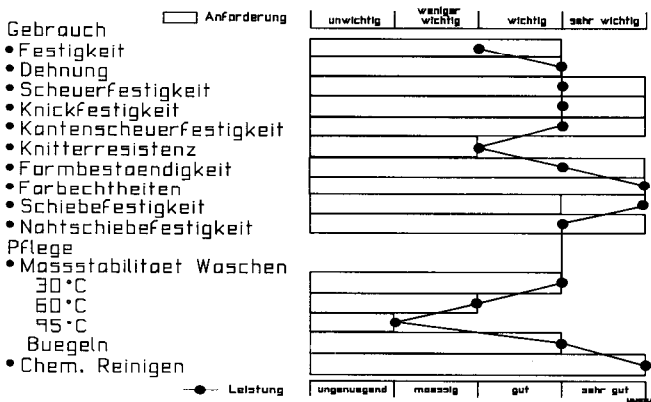


Abb. 11: Futterstoff-Anforderungen/Leistung; Viskose-Filamentgarne

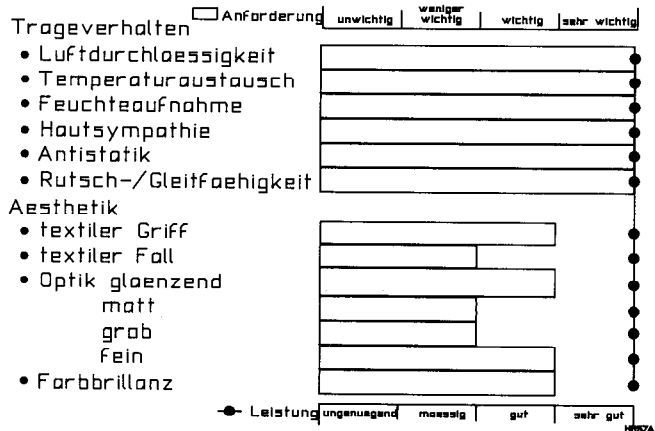


Abb. 12: Futterstoff-Anforderungen/Leistung; Viskose-Filamentgarne

Dieser Weg wird im Bereich Futterstoffe bereits seit Jahren auf Basis Viskose/ Polyamid oder Viskose/Polyester erfolgreich beschritten. Die Vorzüge ließen sich jedoch gleichermaßen für die seidige DOB nutzbar machen. Hier muß jedoch immer wieder die Kostenfrage gestellt werden. Mischungen sind im Spinnfaserssektor gang und gäbe, die Möglichkeiten der Systemmischung werden bei der Konstruktion der Gewebe weitgehend ausgenutzt, was später noch beschrieben wird. Bei Heterogarnen wird immer die Kostenfrage aufgeworfen, weil man bei einem Filamentmischgarn von akzeptabler Feinheit zwei feinere Filamentgarne, die zweifellos höhere Herstellungskosten verursachen, zu einem Filamentgarn kombinieren muß. Ist das vielleicht einer der Gründe, warum die Heterogarne in der DOB nicht so sehr erfolgreich sind? Oder sind die derzeitigen bekannten modischen Gestaltungsmöglichkeiten mit Viskose-Filamentgarnen in Kombination mit anderen Garnen so vielfältig, daß der Kreativitätsspielraum für die Artikelgestalter ausreichend ist? Sie sind zweifellos sehr vielfältig und bauen auf einem jahrzehntealten Erfahrungsschatz der Viskose-Faser-Produzenten, Weber und Ausrüster auf.

**Modische Gestaltungsmöglichkeiten mit Viskose-Filamentgarnen**

Betrachtet man die diskutierten Anforderungsprofile von DOB und Futterstoff, so spielt die Ästhetik eine ganz entscheidende Rolle. Der Verbraucher wünscht die typische Optik mit Glanz und Farbbrillanz, den Griff und Fall von Webwaren aus Viskose. Hier gibt es ein fast unerschöpfliches Terrain für Kreativität in der Stoffentwicklung. Die Viskose-Filamentgarne bieten von „Natur“ aus ein vielfältiges Gestaltungsspektrum. Die Feinheit ist in weiten Grenzen einstellbar. Sie reicht von 50 bis 600 dtex. Sicher könnte man im Hinblick auf eine weitere Verfeinerung des Einzelfilamenttiters noch einiges tun, um die Artikel noch weicher zu machen. Aber welche Konsequenzen hat eine Einzelfilamenttiter-Verfeinerung? Die verfahrenstechnischen Risiken in der Produktion von Viskose-Filamentgarnen werden mit Sicherheit höher, denn man müßte an einer seit Jahrzehnten erfolgreich praktizierten Technologie Veränderungen vornehmen.

Der Handlungsspielraum für ganz neue, ganz andere Verfahrensschritte ist, wie bereits beschrieben, beim Viskose-Prozeß begrenzt. Es müssen Spinndüsen und Spinnbedingungen verändert werden, was mit Sicherheit erhebliche Kosten verursacht. Hinzu kommt, daß bei feineren Titern und feineren Einzelfilamenten die Produktivität in der Herstellung wesentlich beeinträchtigt wird, was sich nicht unerheblich auf die Kosten auswirkt. Man muß sich also in diesem Fall fragen, ob sich der Aufwand für eine Titerverfeinerung überhaupt lohnt. Man muß den möglichen Effekt und die Risiken deutlich gegeneinander

abwägen und sollte von Fall zu Fall auch einmal prüfen, ob vielleicht die konsequente Nutzung von Konstruktion und Ausrüstungsmöglichkeiten wesentlich weiterreichende Chancen bieten.

Der von unserem Hause initiierte *Viscose Circle of Quality* als Gemeinschaftsaktion von Faserherstellern, Webern, Veredlern und Konfektionären soll den Qualitätsgedanken durch eine gezielte Marketing-Aktion stützen, welche über den Handel bis zum Verbraucher wirkt. Vom Garn bis zum fertigen Stoff sind von den Partnern des *Viscose Circle of Quality* Qualitätsnormen festgelegt worden. Durch die Überprüfung und Kennzeichnung der Stoffqualität wird Handel und Verbrauchern die Möglichkeit geboten, Viskose-Artikel zu differenzieren, was nach dem Textilkennzeichnungsgesetz (TKG) nicht im gewünschten Umfang möglich ist. Im Rahmen der Qualitätsprüfungen an den Stoffen der am *Viscose Circle of Quality* beteiligten Partner haben wir das im hoch- und mittelwertigen Bereich hohe Qualitätsniveau bestätigt bekommen. Gleichzeitig kann man an den eingesandten Mustern die enorme Vielfalt der Gestaltung mit Viskose-Filamentgarnen erkennen, denn das Vorhandensein von Enka Viscose-Filamentgarnen in der Kette ist eine der Voraussetzungen für die Freigabe von Mustern im *Viscose Circle of Quality*.

Die wichtigsten Gewebetypen aus und mit Viskose-Filamentgarnen in der Kette sind in Abbildung 13 zu Gruppen zusammengefaßt. Die Gestaltungsmöglichkeiten sind innerhalb dieses Bereiches ungewöhnlich zahlreich.

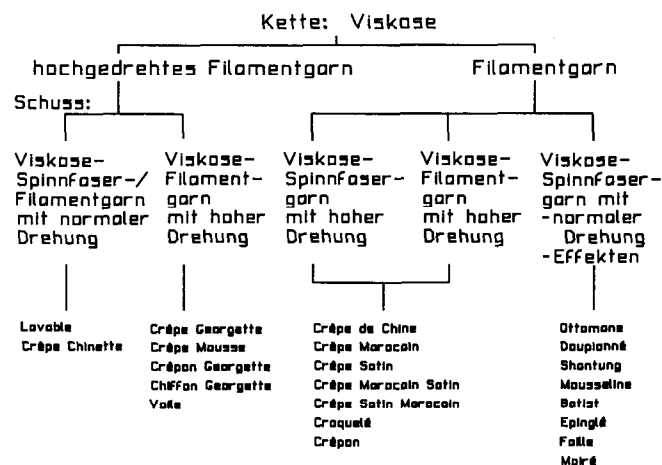


Abb. 13: DOB-Gewebetypen mit Viskose-Filamentgarnen

Die Vielfältigkeit der Musterung in diesem Bereich wird ergänzt durch die farbliche Gestaltungsbreite des Drucks. Im Bereich der Uni's bringen Faconn's, Jacquards, Kettstreifen und langflottierende Bindungen den speziellen Glanz und die Brillanz der Viskose-Filamentgarne ganz besonders stark zum Ausdruck.

Eindeutiger Favorit in der Mode mit Viskose-Filamentgarnen ist nach wie vor der Crêpe Marocain in hochmodischen Druckdessins sowohl mit hochgedrehten Filamentgarnen als auch überwiegend mit hochgedrehten Viskose-Spinnfasergarnen im Schuß. Ergänzt wird diese Richtung von Crêpe Satin Marocain und dem „umgekehrten“ Crêpe Marocain Satin. Hier spielen die Jacquards, sei es als Uni oder bedruckt, eine wichtige Rolle. Der weitere „modische Renner“ sind die Crêpons; konstruiert auf der Basis einer normal gedrehten Viskose-Filament-Kette, macht man sich im Schuß das Kreppen der in einer Richtung gedrehten Viskose-Spinnfasergarne zu Nutze. Mit hochgedrehten Viskose-Filamentgarnen in Kette und Schuß entstehen, je nach Feinheit der Garne, Chiffon Georgette, Crêpe Georgette oder Mooskrepp. Abgerundet wird das selbstverständlich nicht ganz vollständige Bild durch spezielle Schuß-Effektgarne oder bindungstechnisch gemusterte schwerere Qualitäten. Auch im mehr „funktional“ orientierten Futterstoff hat die Mode Einzug gehalten. Begonnen hat dieser Trend in dem Moment, als sich der Futterstoff mehr zum modischen Gestaltungselement im Bekleidungsstück entwickelte. Buntgewebte Streifendessins, Mattglanz-Streifen, kleine Schaft-Musterungen bis hin zu Jacquards bestimmen das Bild; Changeants und Druckstoffe ergänzen es.

### Schluß

„Viskose-Filamentgarne - leistungsfähig in Funktion und Mode“, dieses Statement wurde im Verlauf des Referates mit Leben gefüllt. Von den Garneigenschaften im Hinblick auf Verarbeitung in der Textilindustrie und Konfektion bis hin zu den Konsumenten-bezogenen Arteikeigenschaften schaffen die Viskose-Filamentgarne hervorragende Voraussetzungen für ein ausgezeichnetes Qualitätsniveau.

Die in Verbindung mit diesen idealen Eigenschaften gegebenen Gestaltungsmöglichkeiten bieten den Modeschöpfern und Designern ein breites Betätigungsfeld.

So dürften Viskose-Filamentgarne aus heutiger Sicht mit ihrer großen Vergangenheit und erfolgreichen Gegenwart eine gute Zukunft haben.



## Erfahrungen mit dem Einsatz von feintitrigen Viskose- und Modalfasern

(Experiences with Fine Denier Viscose and Modal Fibres)

Dr. D. Mach, Lenzing AG, Lenzing, Austria

Der nun schon mehrere Saisonen andauernde Erfolg der "viskosen" Mode stützt sich auf wichtige technologische Entwicklungen. Die in den industrialisierten Ländern wie Westeuropa hergestellten Bekleidungstextilien werden immer leichter. Dies führt zum Einsatz von immer feineren Garnen und in der Folge davon auch zu immer feineren Fasern. Letzteres trifft speziell für die Rotorspinnerei zu, die heute bereits die Herstellung von Garnen bis Nm 80 ermöglicht.

Bei den Spinnfasern haben in Westeuropa die Viskosefaserhersteller als erste massiv auf diese Entwicklung reagiert und entsprechend feinere Fasern auf den Markt gebracht. In der Viskose-Kurzstapelspinnerei hat sich in den letzten zwei Jahren, viel früher als erwartet, der feinere Titer 1,3 dtex als Standardtype durchgesetzt. Mit abnehmendem Fasertiter wird die spezifische Faserfestigkeit immer wichtiger. Mit fortschreitender Garnnummernverfeinerung werden die qualitativ hochwertigeren Modalfasern weitere Marktanteile dazugewinnen. Hochwertige feine Baumwollen, die diesen Anforderungen entsprechen, stehen nur in begrenztem Umfang zur Verfügung.

In dem Vortrag wird über wichtige Erfahrungen berichtet, die zwischenzeitlich beim Einsatz von Viskose- und Modalfeintitern in den verschiedenen Stufen der Verarbeitung bis zum Endprodukt gesammelt wurden.

The apparent success of viscose fashion, lasting now for several seasons, is firmly supported by advances in technology. The clothing textiles produced in the industrialized countries, like for example Western Europe, are becoming lighter and lighter. Thus, finer yarns and consequently finer fibres are being used in these materials. Rotor spinning plays an important part here since with this process it is possible to produce yarns up to Nm 80.

In the spinning fibre area, viscose fibre producers have been the first to react to these developments producing appropriately finer fibres for the market. In the area of viscose short staple spinning, the finer titre, 1,3 dtex, has become the standard over the last couple of years, much earlier than anticipated. The smaller the fibre titre is, the more important individual fibre strengths become. The finer yarn counts become, the more important high-quality Modal fibres will become in terms of market shares. High-quality fine cottons, which satisfy these requirements, are only available in limited supplies.

This talk will report on experience gained with the above mentioned fibres. Information has been gleaned from experiences employing viscose and Modal fine titres at various production and processing stages right up to the end product.

### 1) Einleitung

Im Jahre 1986 hatte ich Gelegenheit, an der gleichen Stelle einen Vortrag unter dem Titel "Der Erfolg der Viskose- und Modalfasern aus anwendungstechnischer Sicht" zu halten<sup>1</sup>. Die Glanzwelle in der Bekleidung, dominiert von den Viskosefilamenten mit entsprechend positiven Auswirkungen auf den Absatz der Viskose- und Modalfasern, war gerade zu Ende gegangen. Viel früher als erwartet, setzte sich ab Mitte 1987 eine Mode durch, die den Einsatz der Viskose- und Modalfasern nicht nur begünstigte, sondern zu einer echten Renaissance dieser Fasern in der Bekleidung führte. Die Viskose-Mode - weiche, fließende Stoffe mit edlem Luster und hervorragenden Trageeigenschaften (Abb. 1) - hält sich nun schon mehrere Saisonen. *Dieser Erfolg beruht nicht allein auf dem modischen Potential dieser Fasern, dessen Attraktivität wiederentdeckt wurde, sondern stützt sich auch auf wichtige technologische Entwicklungen.*

Die in Westeuropa wie in allen industrialisierten Ländern hergestellten Bekleidungstextilien werden immer leichter, wofür immer feinere Garne benötigt werden. Dieser Trend wurde in den letzten zwei bis drei Jahren modisch stark beschleunigt.



Abb. 1: Viskose Mode

In der Rotorspinnertechnologie, für die sich die Viskose- und Modalfasern hervorragend eignen<sup>2,3</sup>, wurden große Fortschritte erzielt. Um ihr Potential voll nutzen zu können - die Ausspinnngrenze liegt heute bereits bei Nm 80 -, sind entsprechend feine Fasern erforderlich<sup>4,5</sup>.

Die mit diesen Entwicklungen verbundene Verlagerung zu feineren Garnen und feineren Fasern betrifft alle Fasern, *die Naturfasern genauso wie die Synthetiks.*

*Bei den Spinnfasern haben in Westeuropa die Viskosefaserhersteller als erste massiv auf diese Anforderungen reagiert.*

Wir haben uns in den letzten Jahren sehr intensiv mit den Viskose- und Modalfeintitern beschäftigt und nehmen die Gelegenheit wahr, Zwischenbilanz über die bisher gesammelten Erfahrungen zu ziehen.

Die folgenden Ausführungen können sich dabei auf zahlreiche Publikationen stützen. Eine detailliertere Beschreibung der optimalen Verarbeitungsbedingungen für Viskose- und Modalfeintiter haben wir kürzlich fertiggestellt<sup>6</sup>.

### 2) 1,3 dtex Viskosefasern

Die Eigenschaften der Viskosefasern wurden in den siebziger Jahren stark verbessert. Damit wurden die Voraussetzungen für die erfolgreiche Entwicklung einer 1,3 dtex Viskosefaser geschaffen.

Es ist auch ohne große Beweisführung einleuchtend, daß mit der Reduktion des Fasertiters die spezifische Faserfestigkeit immer wichtiger wird.

*Die Vorteile der feineren Titer, im Vergleich zu 1,7 dtex, können nur dann voll genutzt werden, wenn die Fasern eine bestimmte Mindestfestigkeit aufweisen.*

Der Großteil der heute weltweit angebotenen Viskosefasern hat nach wie vor ein Festigkeitsniveau von 21 cN/tex. Dies ist, zusammen mit den höheren Anforderungen, die der feinere Titer an die Faserproduktion stellt, der Grund, warum bisher 1,3 dtex Viskosefasern nur von wenigen Produzenten angeboten wird.

Die Viskose-Kurzstapelspinner haben die Vorteile des feineren Titers in Form von:

- höherer Spinnstabilität,
- gleichmäßigeren Garnen,
- weniger Garnfehlern,
- höheren Garnfestigkeiten,
- höheren Ausspinnngrenzen bzw. feineren Garnen

sowohl in der Ring- als auch vor allem in der Rotorspinnerei rasch erkannt, wie die komplementäre Absatzentwicklung der 1,7 und 1,3 dtex Viskose-Baumwolltypen unseres Hauses in

Westeuropa in den Jahren 1984 - 1989 beispielhaft demonstriert (Abb. 2).

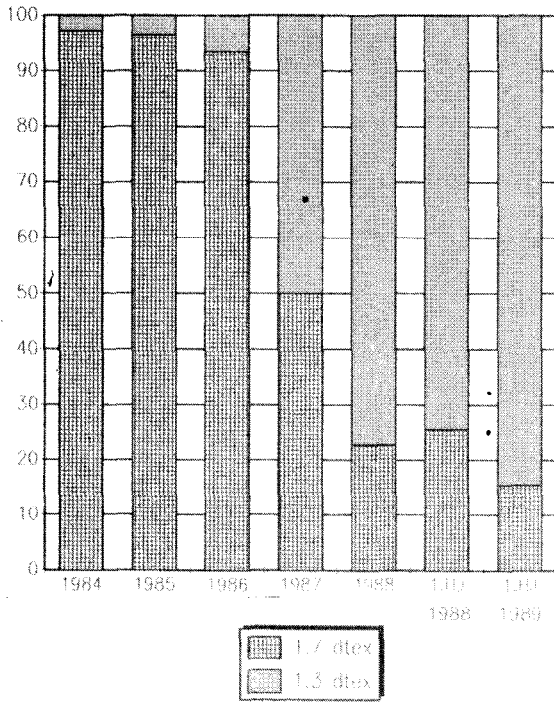


Abb. 2: Entwicklung der Relation 1,3 dtex zu 1,7 dtex Basis: Lieferungen Lenzing Viskosefaser - Westeuropa

Viel früher als erwartet und mit einer erstaunlichen Rasanz hat hier der feinere Titer 1,3 dtex den jahrzehntelang gültigen Standard 1,7 dtex abgelöst. Dieser durchschlagende Erfolg war jedoch nur möglich, weil es in intensiver Zusammenarbeit mit den Spinnereibetrieben und dem Textilmaschinenbau gelang, Faserigenschaften und Verarbeitungsbedingungen so optimal aufeinander abzustimmen, daß 1,3 dtex Viskosefasern heute universell in der Ring- und Rotorspinnerei im gesamten Nummernbereich eingesetzt werden können.

Die Vorteile des feinen Titers werden dabei, je nach Zielsetzung, schwerpunktmäßig unterschiedlich ausgenützt.

Stellvertretend für die vielen Vergleichsuntersuchungen, die im Rahmen der Titerumstellungen durchgeführt wurden, seien hier die Durchschnittsergebnisse der routinemäßigen Kontrollausspinnungen in unserem eigenen Technikum im Jahre 1988 auszugswise wiedergegeben (Abb. 3).

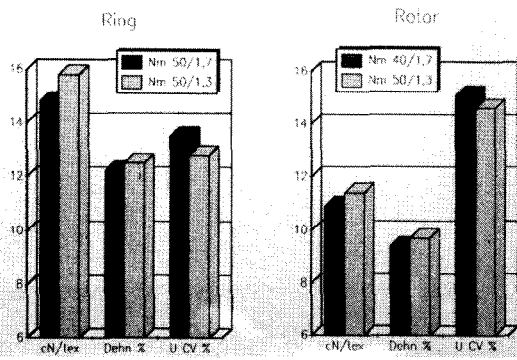


Abb. 3: Durchschnittswerte der routinemäßigen Kontrollausspinnungen im Jahre 1988

Sie demonstrieren die Verbesserungen, die durch den feineren Titer in bezug auf Festigkeit, Dehnung und Uster CV % bei Ring- und Rotorgarnen vergleichbarer Nummer (Nm 40/50) zu erzielen sind.

Seit dem verstärkten Einsatz von 1,3 dtex Viskosefasern gibt es unterschiedliche Meinungen über die optimale Schnittlänge in der Rotorspinnerei. Diese Frage wurde von uns kürzlich systematisch untersucht, wobei sich einmal mehr bestätigte, daß bei den derzeit eingesetzten Spinnmitteln in der Rotorspinnerei Stapellängen von 40 mm die besten Ergebnisse bringen.

Lenzing Viscose ZS 1,3 dtex/32 und 40 mm wurde in 100 % sowie 50/50 gemischt auf einem Autocoro unter gleichen Bedingungen zu Nm 40, 50 und 60 versponnen (Autocoro Spinnmaschine, Rotor T33/100.000 U/min).

Die Fadenbrüche/1000 Rotorstunden zeigt die Abbildung 4, die Garnfestigkeiten und Dehnungen werden in den Abbildungen 5 und 6 gezeigt und Uster CV in Abbildung 7. Die gleiche Reihung ergibt sich bei den Imperfektionen. Die Untersuchung hat gleichzeitig demonstriert, daß die Torque Stop-Röhrchen weder bessere Spinn- noch bessere Garndaten liefern. Die Garndrehung kann damit allerdings um 10 % reduziert werden.

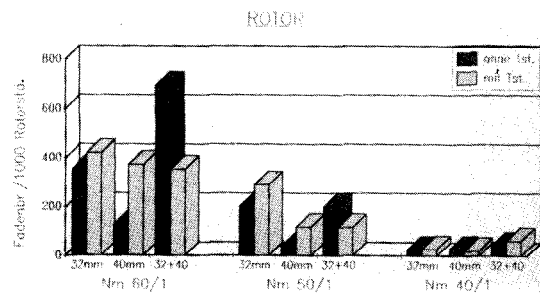


Abb. 4: Fadenbrüche Nm 60, 50 und 40/1 aus 1,3/32 und 40 mm sowie 32 + 40 mm

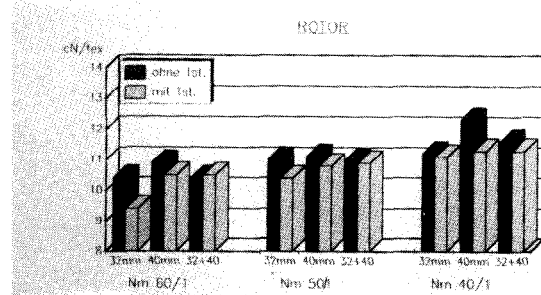


Abb. 5: Garnfestigkeit Nm 60, 50 und 40/1 aus 1,3/32 und 40 mm sowie 32 + 40 mm

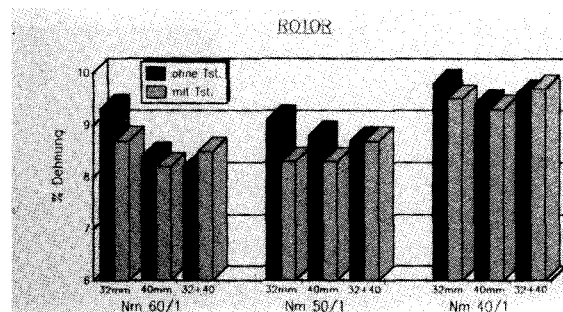


Abb. 6: Garndehnung Nm 60, 50 und 40/1 aus 1,3/32 und 40 mm sowie 32 + 40 mm

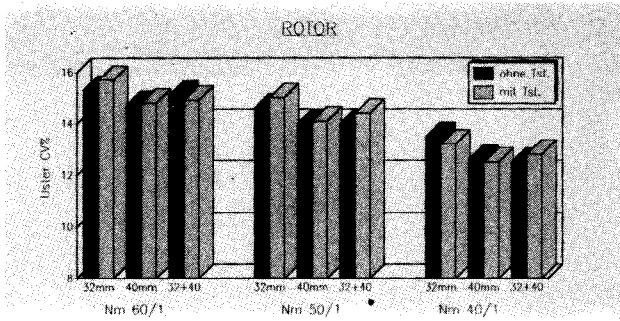


Abb. 7: Uster CV % von Nm 60, 50 und 40/1 aus 1,3/32 und 40 mm sowie 32 + 40 mm

Die Verbesserung der Garneigenschaften durch den feineren Titer 1,3 dtex hat nicht nur positiven Einfluß auf die Verarbeitungseigenschaften und das optische Warenbild (Pfister<sup>7</sup>), sondern auch auf die mechanisch-technologischen Gewebeeigenschaften. Aus einem Vergleich von Geweben gleicher Konstruktion (Nm 50 Kette und Schuß), der sowohl unter Labor- als auch unter Praxisbedingungen durchgeführt wurde, sind beispielhaft die Höchstzugkraft (Abb. 8) und die Durchreißkraft (Abb. 9) der laugierten und hochveredelten Gewebe wiedergegeben. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß in der Accelerator-scheuerung und im Knittererholungswinkel kein Unterschied nachzuweisen war. Als Referenz wurde Baumwolle der Sorte A mit geprüft<sup>8</sup>.

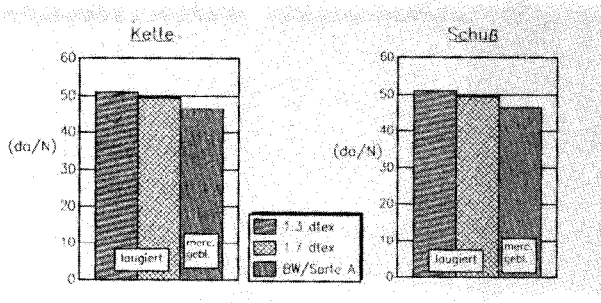


Abb. 8: Höchstzugkraft: 100 % Viskose, ausgerüstet; Einfluß Titer, Vorbehandlung

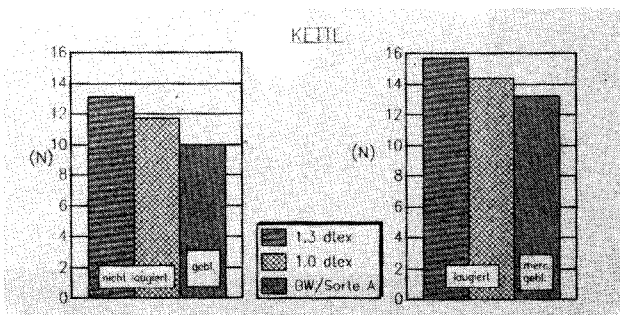


Abb. 9: Durchreißkraft: 100 % Viskose, ausgerüstet; Einfluß Titer, Vorbehandlung

3) 1,3 und 1,0 dtex Modalfasern

Bisher war es möglich, die Leistungssteigerungen sowie den Großteil der Garnnummernverfeinerung in der Ring- und vor allem auch in der Rotorspinnerei mit 1,3 dtex Viskosefasern abzu-

decken. Das hat dazu beigetragen, daß bei Modalfasern die Verlagerung von 1,7 zu 1,3 dtex nicht so stürmisch verläuft.

Nach unseren bisherigen Erfahrungen dürfte eine 1,0 dtex Viskosefaser im Gegensatz zu einer 1,0 dtex Modalfaser bereits zu schwach sein, um auf breiterer Basis eingesetzt werden zu können.

Wie eine Gegenüberstellung der Fadenbruchkräfte und des Arbeitsvermögens von Lenzing Viscose und Lenzing Modal in 1,7, 1,3 und 1,0 dtex in Tabelle 1 demonstriert, entsprechen sich in etwa jeweils 1,7 dtex Viskose- und 1,3 dtex Modalfasern bzw. 1,3 dtex Viskose- und 1,0 dtex Modalfasern in diesen textiltechnologischen Daten. Wie bekannt ist, sind die Modalfasern den Viskosefasern auch in der Naßfestigkeit, der Dimensions- und Maßstabilität (Naßmodul), der alkalischen Beständigkeit und dem Quellverhalten (Hydroplastizität) deutlich überlegen, was bei den ständig leichter werdenden Textilien immer stärker zum Tragen kommen wird<sup>9</sup>.

Wir haben uns daher schon sehr früh mit der Entwicklung einer 1,0 dtex Modalfaser beschäftigt und sie bereits im Jahre 1987 bei einem gemeinsam mit der Firma Schlafhorst durchgeführten Kundentag der Öffentlichkeit vorgestellt<sup>10</sup>.

In der Zwischenzeit konnten in weiteren Großversuchen mit Kunden zusätzliche Erfahrungen gesammelt werden, die die Richtigkeit dieses Konzeptes bestätigen. Nach aufwendigen Verfahrensoptimierungen auf einer Versuchsanlage unserer Forschung geht diese Faser in diesen Wochen in die Großproduktion.

Die 1,0 dtex Modalfaser ermöglicht es, das Potential der neuesten Generation der Rotormaschinen voll auszufahren. In der Ringspinnerei erweitert sie den Nummernbereich auf Nm 160 (alle Angaben für 100 % Ausspinnung).

1,0 dtex entspricht 2,5 Mikronaire! Baumwolle in dieser Feinheit ist praktisch nicht mehr verfügbar.

Mit 1,0 dtex Lenzing Modal lassen sich in 100 % und in Mischungen mit Naturfasern oder Synthetiks sehr feine, elegante, besonders weiche und fließende Stoffe mit einer eigenen edlen Optik herstellen. Die Herstellung „hochgedrehter“ Rotorgarne ist eine weitere attraktive Möglichkeit, diese Faser im modischen Bereich einzusetzen.

Die mit 1,0 dtex Lenzing Modal zu erzielenden Verbesserungen und der weiche Griff sind für den gesamten Nummernbereich (Ring- und Rotorspinnerei) interessant.

Wir empfehlen jedoch mit 1,0 dtex Lenzing Modal im Ring- und Rotorbereich nicht gröber als Nm 50 zu gehen.

Die hohe Zahl Fasern pro Querschnitt mit ihrer hohen spezifischen Oberfläche führt zu immer höheren Verzugskräften.

Der Einsatz von 1,0 dtex Modalfasern in Mischungen mit Polyesterfasern veranlaßte uns zu überprüfen, ob bei dem verstärkten Einsatz von feineren Titern mit einer Änderung des Pillingverhaltens zu rechnen ist.

Ringgarne in Nm 50 aus 70/30 Lenzing Modal 1,0 bzw. 1,3 dtex/1,3 dtex Diolen 12 verschiedener Drehungsvarianten (alphametrisch = 100, 110 und 120) wurden auf einer Rundstrickmaschine, Teilung 28E, zu Singleknitware verarbeitet, die nach zwei verschiedenen Varianten gefärbt und in vier Varianten ausgerüstet wurde. Die Abbildung 10 faßt die wichtigsten Ergebnisse des ICI-Pillingtests zusammen.

Im gefärbten, unausgerüsteten Zustand verhält sich die Mischung mit 1,3 dtex Modalfasern etwas besser. Nach einer leichten Harzausrüstung mit entsprechenden Weichmacherzusätzen egalisieren sich diese Unterschiede auf einem guten Niveau ohne wesentliche Beeinträchtigung des Griffs. Ausgehend vom Standardniveau, brachte die Erhöhung der Garndrehung um 10 bzw. 20 % keine Verbesserung des Pillingverhaltens.

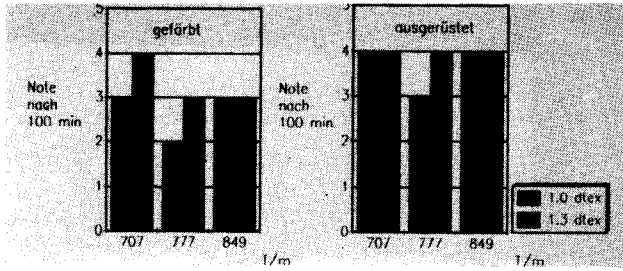


Abb. 10: ICI-Pillingtest

**4) 1,3 und 1,0 dtex Modalfasern in Mischung mit Baumwolle**

Lenzing Modal wird bisher in Westeuropa zu einem überwiegen- den Anteil in der Masche, in der klassischen Mischung 50/50 mit Baumwolle eingesetzt, wo der Schwer- punkt des Nummern- bereichs noch um Nm 50 liegt. Wir sehen darin den Haupt- grund, warum 1,7 dtex bei Modalfasern nach wie vor der domi- nierende Titer ist.

Die folgenden Untersuchungen demonstrieren überzeugend, daß der Einsatz von Modalfasern in Mischung mit Baumwolle nicht nur für den feinen, sondern auch den mittleren Nummern- bereich um Nm 50 Vorteile bringt, und zwar unabhängig von der Baumwollqualität.

Zunächst wurde untersucht, wie sich die 1,0 dtex Lenzing Modal im Vergleich zu 1,7 dtex in Mischung mit zwei deutlich unter- schiedlichen Baumwollqualitäten auswirkt<sup>11</sup>.

Verwendet wurden zwei Baumwollsorten, Sorte A (superkardiert) und Sorte B (siehe Tab. 2). Sie wurden jeweils in 50/50 mit 1,7 und 1,0 dtex Lenzing Modal (siehe Tab. 3) an der Strecke ge- mischt und zu Ringgarnen Nm 50 und 80 (alphametrisch = 100) sowie zu Rotorgarnen Nm 40 und 60 (alphametrisch = 115) ohne weitere Drehungsoptimierung gesponnen.

Die Abbildungen 11 und 12 zeigen die Garnfestigkeiten und -dehnungen, die Abbildung 13 zeigt die Uster CV % und die Abbildungen 14, 15 und 16 zeigen die Dünn- und Dickstellen sowie Noppen.

*Die Titerreduktion bei Modalfasern hat einen größeren Einfluß auf die Garnqualität als der Unterschied der Baumwollqualitäten! Die besten Ergebnisse brachte, wie zu erwarten war, 1,0 dtex Lenzing Modal mit der hochwertigen Baumwollqualität, Sorte A.*

Mit 1,0 dtex Lenzing Modal konnte auch die gröbere Baumwolle, Sorte B, auf dem Autocoro zu Nm 60 ausgesponnen werden. Mit 1,7 dtex Modal war dies wegen des hohen Fadenbruchni- veaus nicht mehr möglich.

Im Rahmen der Umstellung auf den feineren Titer wurde immer wieder die Frage nach dem Farbstoffmehrerbrauch gestellt.

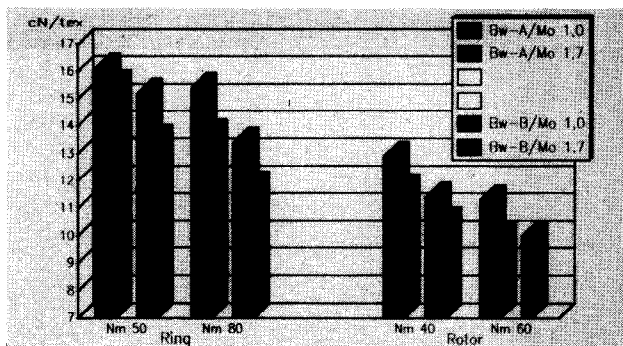


Abb. 11: Garnfestigkeiten

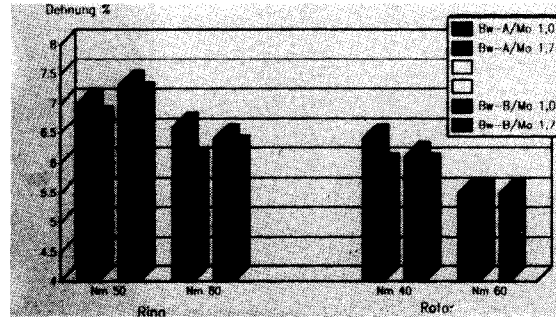


Abb. 12: Garndehnungen

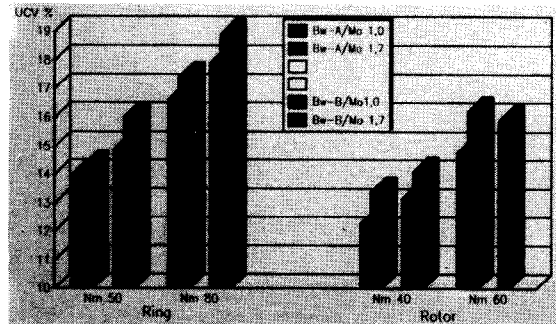


Abb. 13: Uster CV %

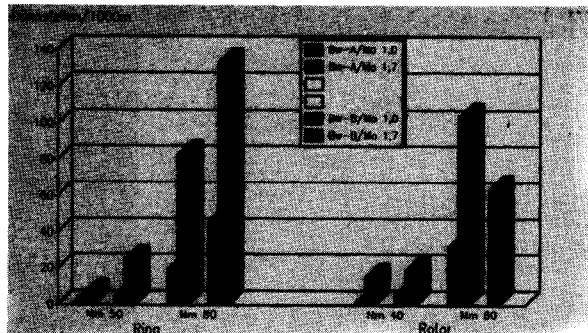


Abb. 14: Dünnstellen/1000 m

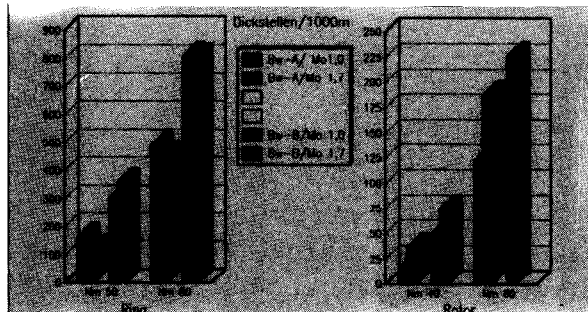


Abb. 15: Dickstellen/1000 m

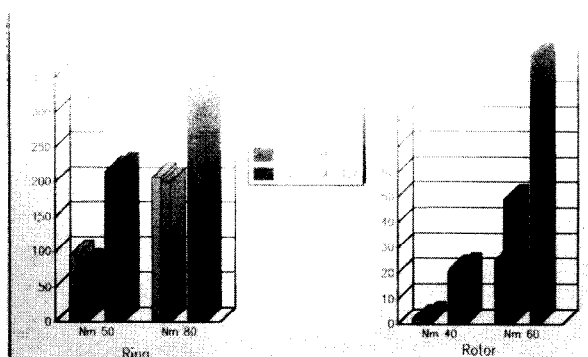


Abb. 16: Noppen/1000 m



Physikalisch bedingt, nimmt der Farbstoffverbrauch für die gleiche Farbtiefe mit zunehmender Faserfeinheit zu. Das gilt für alle Fasermaterialien, Naturfasern wie Chemiefasern.

Das Anfärbeverhalten von 1,7 dtex Lenzing Modal wurde ursprünglich auf das durchschnittliche Anfärbeverhalten der Baumwolle abgestimmt.

In Laborausfärbungen im Ausziehverfahren mit Reaktivfarbstoffen wurde untersucht, wie sich die Titerreduktion bei Lenzing Modal auf den Farbstoffmehrerbedarf auswirkt. Als Referenz wurde die hochwertige Baumwolle, Sorte A, mitgeprüft. Es wurden zwei Versuchsserien mit unterschiedlichem Farbstoffangebot, 0,5 und 2 %, durchgeführt, wobei bei den Farbstoffen mit geringerer Fixierausbeute die doppelte Einsatzmenge genommen wurde.

Die Abbildungen 17 und 18 zeigen, daß der Farbstoffmehrerbedarf farbstoffabhängig ist, sich bei 1,3 dtex im Schnitt von 1,7 dtex nur wenig unterscheidet, bei 1,0 dtex jedoch deutlich zunimmt und sich der Baumwolle, ausgenommen Phthalocyanin-farbstoffe, angleicht. Die Farbstoffaufnahme-geschwindigkeit und der Grad der Baderschöpfung ändern sich vergleichsweise nur wenig<sup>12</sup>.

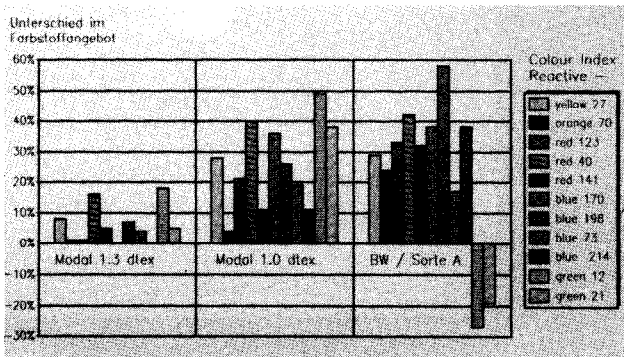


Abb. 17: Farbstoffangebot für gleiche Farbtiefe; Bezug: 1,7 dtex Modal mit Angebot 0,5 (Grün: 1,0 %)

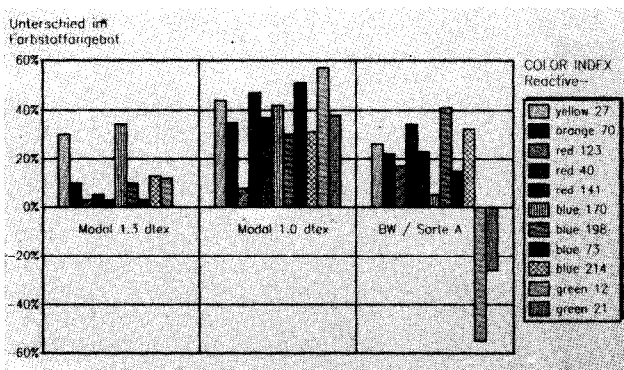


Abb. 18: Farbstoffangebot für gleiche Farbtiefe; Bezug: 1,7 dtex Modal mit Angebot 2,0 (Grün: 4,0 %)

Gleichzeitig wurde untersucht, ob der höhere Farbstoffgehalt bei den feineren Titern einen Einfluß auf die Farbechtheiten hat, was nicht der Fall ist. Die Abbildung 19 zeigt die Lichtechtheiten, die Abbildung 20 die Reibechtheiten und die Abbildung 21 die Wasserechtheiten. Die Modalfasern liegen sehr gut, nur vereinzelt waren Abweichungen mit dem Fasertiter festzustellen, die Echtheiten der Baumwolle wurden jedoch in allen Fällen erreicht.

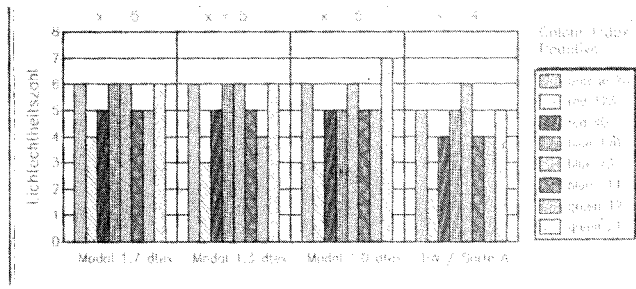


Abb. 19: Lichtechtheit nach DIN 54004

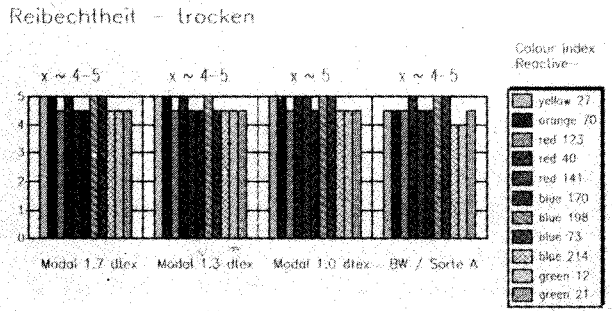


Abb. 20: Reibechtheit (trocken) nach DIN 54021

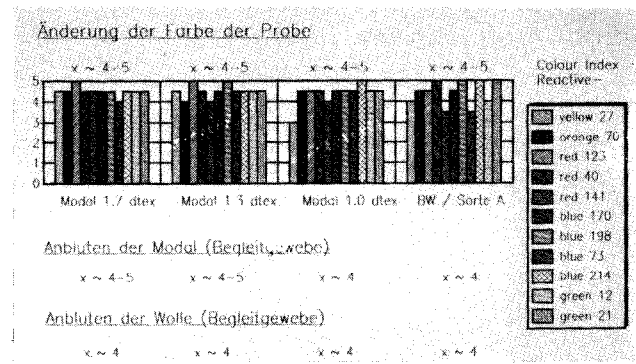


Abb. 21: Wasserechtheit (Änderung der Farbe der Probe); schwere Beanspruchung nach DIN 54006

Für optimale Ton-in-Ton-Färbungen bringen daher die feineren Titer generell günstigere Voraussetzungen, da die Fasern bei gleichem Mischungsanteil auch feiner verteilt vorliegen und damit für das Auge schlechter auflösbar sind.

Bereits auf der ICT 87 in Dornbirn berichteten wir, daß mit 1,0 dtex Modal in Mischung 50 : 50 mit Baumwolle der Griff von Rotorartikeln an ringgesponnene Artikel aus reiner Baumwolle angenähert werden kann. Diese Griffverbesserung bleibt auch nach der Merzerisierung erhalten<sup>13</sup>.

**Zusammenfassung**

Die Mode hat in den letzten Jahren zu einer echten Renaissance der Viskosefasern in der Bekleidung geführt. Dabei wurde das sehr attraktive modische Potential dieser Fasern wieder entdeckt. Man spricht heute bereits vielfach von einer eigenen Moderrichtung, nämlich der „viskosen Mode“.

Im ersten Teil dieses Vortrages wurde der anwendungstechnische Hintergrund aufgezeichnet, der einen wesentlichen Anteil an dem jüngsten Erfolg dieser Fasern hat und auch in Teilen der Textilindustrie leider noch viel zu wenig bekannt ist.

Mit der Entwicklung der 1,3 dtex-Faser haben die Viskosefasern einen neuen Stellenwert erreicht. Sie konkurrieren heute mit feinen, hochwertigen Baumwollqualitäten, die nur in begrenztem Umfang zur Verfügung stehen und entsprechend teuer sind. Wie im Vortrag gezeigt wurde, bringt der Einsatz des feineren Titors in praktisch allen Verarbeitungsstufen bis zum Endprodukt Vorteile, die von den Spinnereien und der nächsten Verarbeitungsstufe rasch erkannt wurden. Es hat dazu geführt, daß bei den Viskosefasern innerhalb von zwei Jahren der Titer 1,3 dtex den jahrzehntealten Standardtiter 1,7 dtex in der Kurzstapelspinnerei abgelöst hat. Dies war nur durch eine beispielhafte Zusammenarbeit der Viskosefaserproduzenten, des Textilmaschinenbaus und der Spinnereibetriebe möglich. Hier wurde echte Pionierarbeit geleistet.

Mit den weiteren Leistungssteigerungen in der Ring- und Rotorspinnerei, der weiteren Verlagerung zu feineren Garnen und dem wahrscheinlichen Einsatz des Luftspinnens als besonders rationelles Feingarnherstellungsverfahren, auch in Westeuropa, wird die spezifische Faserfestigkeit immer wichtiger werden<sup>14,15</sup>. Mit den weiter steigenden Anforderungen werden die wesentlich leistungsfähigeren Modalfasern weitere Marktanteile gewinnen. Sie stehen nicht nur in 1,3 dtex, sondern auch in 1,0 dtex zur Verfügung, wie im 2. Teil des Vortrages ausgeführt wurde. In einem abschließenden Kapitel wurde demonstriert, daß die Modalfeintiter generell Vorteile in der klassischen Mischung mit Baumwolle bringen (unabhängig von der Baumwollqualität), die bisher von der Textilindustrie noch nicht richtig genutzt worden sind.

Zusammenfassend meinen wir mit Recht feststellen zu können, daß die industriell hergestellten cellulosischen Fasern mit der Entwicklung der Feintiter einmal mehr ihre Anpassungsfähigkeit an neue Anforderungen unter Beweis gestellt haben. Wir sind überzeugt, daß sie auch zukünftig eine größere Rolle in der Bekleidung spielen werden als unverzichtbare modische Variante, als optimale Mischungspartner für Naturfasern und Synthetiks und in zunehmenden Maße auch als Ergänzung der nur begrenzt verfügbaren feinen und hochwertigen Baumwollqualitäten generell.

#### Literatur

- 1) Mach, D., Kampl, R., Kossina, A.; Chemiefasern Text. Ind., 37/89, H 4 (1987)
- 2) Kampl, R., Leitner, J.; Lenzinger Ber. **60**, 74-79 (1986)
- 3) Wezol, D.; Textile Month. 8, 21-22 (1988)
- 4) Derichs, J.: „Steigerung von Produktivität und Qualität in der Ring- und Rotorspinnerei“. Internationaler Kongreß Textiltechnik, 29.-30. 8. 1986, Leipzig, Schlafhorst Dokumentation Nr. 19
- 5) Deussen, H., Neuhaus, L.: „Why Does the Need for Finer, Stronger and Cleaner Cotton Fibres Require a Change in the Cotton Grading and Marketing System?“, Schlafhorst Dokumentation Nr. 21, Jänner 1988
- 6) Greim, A. (Lenzing AG): „Die Verarbeitung von Viskose- und Modalfasern nach dem Ring- und Rotorspinnverfahren mit Schwerpunkt Feintiter“. Vortrag Textilfachschule München, April 1989
- 7) Pfister, H., Weissenberger, G., Frick, E.: „Aspekte des Schußeintrages von Viskose- und Modalfasergarnen auf Luftdüsenwebmaschinen“, 28. ICT Dornbirn 1989
- 8) Schaumann, W.; Chemiefasern Text. Ind., 39/91, H 5 (1989)
- 9) Schaumann, W. (Lenzing AG): „Eigenschaften von Modalfasern und ihr Verhalten in der Veredlung“, 14. IFATCC Kongress, Juni 1987
- 10) Kundentag Lenzing AG/Schlafhorst, Seewalchen am Attersee, 25. 6. 1987: „Das Rotorspinnen - feine Titer, feine Garne,

hohe Drehzahlen“: Derichs, J. (Schlafhorst); Lenzinger Ber. 64, 54-57 (1988) Kampl, R. (Lenzing AG); Lenzinger Ber. 64, 58-60 (1988) Fabian, K.-L. (Dierig); Lenzinger Ber. 64, 61-63 (1988)

- 11) Greim, A., Leichtfried, H. (Lenzing AG): „Der Einfluß von feinen Modalfasern und entsprechenden Baumwollqualitäten auf die Garneigenschaften bei Ring- und Rotorverspinnung“ (Publikation in Vorbereitung)
- 12) Schaumann, W., Piribauer, G.: „Der Einfluß des Fasertiters auf das Anfärbeverhalten von Lenzing Modal“ Textilveredlung 25, 174-178 (1990) 5
- 13) Kossina, A., Neudorfer, G.; Lenzinger Ber. **64**, 45-50 (1988)
- 14) Tamas, H. (Rieter AG): „Herstellung von feinen Streckenbändern aus Polyester- und Viskose- bzw. Modalfasernmaterial und Ausspinnung auf der Luftspinnmaschine“. 1. Int. Rohstoff-Konferenz des Textiltechn. Vereins, Budapest, 13.-15. Mai 1987
- 15) Kampl, R., Leitner, J. (Lenzing AG): „Einsatz von Viskose- und Modalfasern bei nicht konventionellen Spinnverfahren“. OE-Kolloquium, Eningen, 13. - 14. 10. 1988

#### Diskussion

**Geleji:** Könnten Sie in ein paar Worten erläutern, wo die hauptsächlichsten Unterschiede bei der Verarbeitung von 1,0 dtex bzw. 1,3 dtex Fasern gegenüber 1,7 dtex Fasern liegen?

**Mach:** Die Unterschiede bestehen vor allem im Vorwerk. Sie müssen entsprechend feine Garnituren einsetzen, aber da unterscheidet sich die 1,0 dtex Faser nicht mehr sehr gravierend von der 1,3 dtex Faser. Wir empfehlen auf Grund der sehr hohen Haftung dieser Fasern, bedingt durch die spezifisch hohe Oberfläche, daß man sich bevorzugt auf den Nummernbereich 50 und aufwärts konzentrieren soll, obwohl natürlich der feine Titer von der Weichheit der Garne her für den gesamten Nummernbereich interessant wäre. Wir meinen aber, daß dafür auch eine Feinheit von 1,3 dtex ausreicht.

**Zauner:** Wir haben derzeit mit der bestehenden Technologie für 1,7 dtex oder 1,3 dtex Fasern eine optimale Stapellänge von 40 mm. Wie wird sich das in der Zukunft entwickeln, wenn mit kleineren Rotoren, es sind ja heute schon 150.000 Umdrehungen beim OE-Spinnen im Gespräch, gesponnen wird?

**Mach:** Seit es diese feinen Titer und seit es auch die Rotoren mit kleinerem Durchmesser gibt, redet man schon die ganze Zeit von einer Reduktion der Stapellänge. Wie ich ausgeführt habe, sind wir der Meinung, daß die bisherigen Verhältnisse gegen eine Zurücknahme der Stapellänge sprechen. Wenn aber die Entwicklung zu noch kleineren Durchmessern und noch höheren Drehzahlen weitergeht, dann ist wahrscheinlich eine Reduktion der Stapellänge nicht auszuschließen, aber derzeit sehen wir noch keine Notwendigkeit dafür. Es spricht alles dafür, bei 40 mm zu bleiben, obwohl es Leute gibt, die nicht davon abzubringen sind, auch heutzutage, wo es gar nicht notwendig ist, 32 mm einzusetzen.

**Schumann:** Gibt es bei Ihnen Erfahrungen über die Raubarkeit Ihrer Garne? Wird das besser, wird das schlechter, wenn der Titer dünner wird? Wir haben aktuelle Probleme bei OE-Garnen, wo das Ergebnis sehr abhängig ist vom eingesetzten Rotor und Spinnverfahren. Das heißt, man bekommt überhaupt kein Rauflor oder bekommt sehr lange Fasern heraus, und das richtige Mittelmaß zu finden, ist schwer. Würde da der Einsatz verschiedener Titer etwas verändern?

**Mach:** Das ist sicher ein interessantes Thema. Spezifisch verfüge ich über keine Informationen, ich verweise Sie auf unsere Fachleute von der Entwicklung.

## Modal Blends in Knitted and Woven Fabrics - Fashion and Functional Aspects

(Modalmischungen in Gestricken und Geweben - modische und funktionelle Aspekte)

J.M. Llaudet, Hilaturas Llaudet, S.A. Barcelona, Spanien

Presentation of the experiences we had using of Lenzing Modal fibre and blending it with other fibres, in the cotton spinning system and with open end yarns - from the point of view of fashion and functional aspects.

### 1. Lenzing Modal/Polyester 50/50

50 % MD, Lenzing Modal, 1,2 dtex, 38 mm  
50 % PE, Polyester Trevira 140, 1,6 dtex, 38 mm  
Properties and final uses in knits and wovens.

### 2. Lenzing Modal 100 %

100 % MD, Lenzing Modal, 1,3 dtex, 38 mm  
In the last 4 years there has been a boom in man-made cellulose fibres due to increased demand for very fine yarn counts. The properties and final uses in knits and wovens.

### 3. Lenzing Modal/Combed Cotton 50/50

50 % MD, Lenzing Modal, 1,3 dtex, 38 mm  
50 % CO, American cotton Acala California 1 1/8", combed.  
Blending Modal and cotton provides an alternative to using 100 % cotton fibres.

Properties and final uses in knits and wovens.

### 4. Lenzing Modal/Cotton 50/50 - Open-End (Schlafhorst Autocoro)

50 % MD, Lenzing Modal, 1,0 dtex, 32 mm  
50 % CO, American cotton Acala California 1 1/8", carded.  
The application of blending Modal/cotton in open-end system yarns made with Schlafhorst Autocoro.

Properties and final uses in knits and wovens.

### 5. Lenzing Modal/Combed Wool 70/30

70 % MD, Lenzing Modal, 1,3 dtex, 38 mm  
30 % WO, combed wool, Australia 20 micras, 40 mm  
A new development for fine counts. Prospects of application in knits and wovens.

Präsentation der Erfahrungen, die wir im Gebrauch von Lenzing Modal-Faser und deren Mischungen mit anderen Fasern im Baumwollspinnsystem und bei OE-Garnen hatten, betrachtet aus dem Gesichtspunkt der Mode und der funktionellen Aspekte.

### 1. Lenzing Modal/Polyester 50/50

50 % MD, Lenzing Modal, 1,2 dtex, 38 mm  
50 % PE, Polyester Trevira 140, 1,6 dtex, 38 mm  
Eigenschaften und Anwendungen in Gestricken und Geweben.

### 2. Lenzing Modal 100 %

100 % MD, Lenzing Modal, 1,3 dtex, 38 mm  
Der Trend geht dahin, daß man sehr feintirige Garne spinnst siehe der Boom künstlicher Cellulosefasern in den letzten vier Jahren.  
Eigenschaften und Anwendungen in Gestricken und Geweben.

### 3. Lenzing Modal/gekämmte Baumwolle 50/50

50 % MD, Lenzing Modal, 1,3 dtex, 38 mm  
50 % CO, amerikanische BW Acala California 1 1/8", gekämmt  
Die Mischung Modal/Baumwolle bildet eine Alternative zur Reinverarbeitung von 100 % Baumwolle.  
Eigenschaften und Anwendung in Gestricken und Geweben.

### 4. Lenzing Modal/Baumwolle 50/50 - Open-end (Schlafhorst Autocoro)

50 % MD, Lenzing Modal, 1,0 dtex, 32 mm  
50 % CO, amerikanische BW Acala California 1 1/8" kardierte  
Die Anwendung von Modal/Baumwoll-Mischungen in OE-Garnsystemen, hergestellt mit Schlafhorst Autocoro.  
Eigenschaften und Anwendung in Gestricken und Geweben.

### 5. Lenzing Modal/gekämmte Wolle 70/30

70 % MD, Lenzing Modal, 1,3 dtex, 38 mm  
30 % WO, gekämmte Wolle, Australia 20 micras, 40 mm  
Eine neue Entwicklung für feine Garne.  
Aussichten auf Anwendung in Gestricken und Geweben.

With the Modal fibre, the textile industry is being favoured with a new generation of cellulosic fibres, these being used in a wide application field either in the knitted goods sector as in the woven fabrics sector with the best performance conditions due to their excellent properties; so for example, their purity, high strength, either in wet as in dry, their fineness (1.3 dtex and 1.0 dtex), their highly bright colours and also, to their silky lustre and soft and pleasant touch.

Modal is a high quality regenerated pure cellulose fibre for which conception and development the cotton fibre was used as prototype.

The HWM Modal fibre is nowadays the industrially manufactured fibre most similar to the cotton fibre, which it even surpasses in some specific properties.

Compared with the viscose fibre (rayon staple), the Modal fibre has a higher strength either when conditioned as in wet, a higher wet elasticity module, a more less remaining water retention (it dries faster), a smaller fibre swelling and a higher resistance towards alkalinity.

The Modal fibre excellent properties have made it possible for it to be considered by the BISFA (Bureau International pour la Standardisation de la Rayonne et des Fibres Synthétiques) as a particular, independent fibre family and therefore being able to figure with such qualification on the composition labels.

In many applications the HWM Modal fibre is an excellent match for the natural as well as for the synthetic fibres. The Modal fibre is not meant to substitute the synthetic fibres but on the contrary, we rather give importance to the specific advantages of the blend components.

The 100 % spun Modal fibre is a serious alternative to the conventional 100 % viscose yarn; then being obvious its better properties.

Moreover, the blends of Modal fibre with synthetic fibres specially with polyester, allow the obtention of spun yarns whose characteristics and aspect are very interesting.

The combination of Modal fibre with cotton, this being maybe the most experimented blend, allows the spinning of highly pure, regular, brightly coloured, silky lusted and soft and pleasant to touch yarns.

The Modal fibre can also be blended with wool, silk, linen, etc. but always with the idea of taking into consideration the components' specific advantages.

All these things considered, we can record that the Modal fibre and specially its finest titer fibres (1.0 dtex and 1.3 dtex) allows either for its characteristics as for its excellent behaviour, the spinning of fine to highly fine fibre titers for the manufacturing of high quality knitted goods and woven fabrics with excellent physiological properties as well as fashionable. These are spun with Modal 100 % or blended with natural vegetable, animal and synthetic fibres.

Our experience is based upon the manufacturing of 1.3 dtex Modal fibre yarns and lately on the 1.0 dtex, 38 mm, fibre. These yarns have been manufactured with the ring spinning, cotton spinning or 3 cylinder system and with open-end spinning rotors with Schlafhorst Autocoro machinery and comprise the following qualities and blends, chronologically listed in terms of their utilization in the manufacturing process:

1. 50 % Lenzing Modal, 1,3 dtex, 38 mm; bright  
50 % PES, Trevira type 140, 1,6 dtex, 38 mm; bright
2. 100 % Lenzing Modal, 1,3 dtex, 38 mm; bright
3. 50 % CO, American cotton, Acala California 1 1/8"; super-combed  
50 % Lenzing Modal, 1,3 dtex, 38 mm; bright
4. 50 % CO, American cotton, Acala California 1 1/8"; carded  
50 % Lenzing Modal, 1,3 dtex, 38 mm; bright
5. 25 WO, Australia wool, combed (40 mm stapled) of 20 micron  
75 % Lenzing Modal, 1,3 dtex, 38 mm; bright  
(This last blend being at an experimental stage)

## 1. 50 % MD, Lenzing Modal - 50 % PES, Trevira 140 Polyester

In the year 1981 our company seriously thought about the possibility of manufacturing yarn with a blend of artificial cellulosic fibres and polyester with the ring spinning (cotton spinning) system, mainly for the tubular knit goods' industry and for the manufacturing of ladies lingerie and ladies outdoorwear. In our country this sector was being highly promoted and was vigorously growing.

This idea was being mainly supported by the possibility of obtaining yarns with a fibre blend that allowed the obtention of articles of soft and pleasant touch, dimensionally stable and with great drape and strength. Those yarns should be strong and very regular so as to obtain the maximum efficiency and quality.

After a series of tests it was considered that the blend of Modal fibre of 1.3 dtex, 38 mm, with the pre-stabilized polyester fibre Trevira, type 140, of 1.6 dtex, 38 mm, at the proportion of 50/50, fulfilled the wanted requirements including that of transpirability.

The titer range covers from Nm 40/1 to Nm 80/1 and they are available in grey and in colour (dyeing on cross-wound bobbin). The application field in the tubular knit goods' sector covers from gauge 18/20 to gauge 28/32 in single and double knitting head and Jacquards.

The manufactured fabrics are mainly used for underwear, casual wear, and Ladies' outdoorwear articles (blouses and dresses). These yarns can be used alone or combined with texturized PES or PA or with elastomer yarns (Lycra) for elastic articles (swimsuits, aerobic, etc.) and also with viscose continuous filaments (Rayon).

Later on, the application possibilities extended to the woven fabrics either for the dyeing in roll as for the use of pre-dyed yarns in cross-wound bobbin. The single yarns are basically used for the manufacture of shirt fabrics (sometimes combined with 100 % cotton warps) while the double-end twisted yarns are used for outdoorwear clothing for ladies and gentlemen (sometimes combined with other materials' warps).

## 2. 100 % Lenzing Modal

Used to the behaviour and characteristics of Modal fibre, and in view of the excellent results obtained with the MD/PES blend and of the increasing demand of 100 % viscose yarns, in the year 1984 we decided to start manufacturing 100 % Modal yarns with 1.3 dtex, 38 mm bright fibre.

Our aim was to obtain a thread similar to that of 100 % viscose but improving, if possible, its strength parameters in dry and in wet state, its behaviour in the spinning, dyeing and finishing processes and most of all, its behaviour in the wearing and care-taking of the articles.

We also intended to spin extremely fine grades (up to Nm 100/1), very regular, free from imperfections and knots, yarns to be employed in the high quality and in the fashion sectors. Those threads would be mainly used in the woven fabrics sector for the silk, cotton, wool and linen clothing production. It was thought to be very important that the titer range be as wide as possible: Nm 40/1, 40/1 crepe (high torsion), 50/1, 50/2, 60/1, 60/2, 70/1, 70/2, 100/1, 100/2.

Even though we started with a price higher than that already existing in the market for the 100 % viscose fabrics, we entered the market with a new alternative which was, in some sectors, even hoped for, as the 100 % viscose fabrics are not always unquestionably accepted. Furthermore, our quality level and range of types was superior to that of 100 % viscose available in our country.

The fashion trend was pointing towards a likeness for soft, ductile fabrics with slit and drape. It was the start of the viscose "boom".

Our first experience was carried out in the silk sector. We substituted the Nm 60/1 viscose weft of fabrics woven with

Rayon (continuous filament viscose) warp for a Nm 60/1 Modal weft. The results were definitive. The better properties and quality of 100 % Modal thread not only improved the performance of the manufacturing process but they also showed an excellent behaviour in the following dyeing and finishing processes. These experiences were later on carried out with 100 % Modal yarn dyed out on cross-wound bobbins and to be used as weft in viscose Rayon warp Jacquard fabrics. The 100 % Modal yarns was even sometimes dyed with alkaline dyeing fast dyes suited for discharge printing for its subsequent re-dyeing and printing.

Those starting experiences encouraged us to widen the application field of 100 % Modal yarns.

The results showed a total acceptance of those yarns in the majority of the woven fabrics manufacturing sectors.

So the silk sector which normally works only with artificial or synthetic continuous filament warps, adopted Modal as a weft component. Rayon, rayon crepe, polyester, polyamide, etc. warps are now used with 100 % Modal wefts. The cotton sector for shirts and sports-wear clothing uses 100 % Modal wefts with 100 % cotton warps, at the rate of for examples PES/CO 50/50 and linen/cotton 50/50. The wool sector uses it in combination with 100 % wool yarns in Jacquard fabrics thus obtaining dull/bright effects and yarns of various structures.

Even the woollens sector uses it twisted for 100 % Modal articles and creates interesting novelties with previously dyed yarns. The 100 % Modal yarns are also used with 100 % combed wool for contrast and sheen effects. In the same way it is used by the linen fabrics' manufacturers. The presence of 100 % Modal yarns allows the obtention of fancy effects and confers linen a higher drape and ductility.

The 100 % Modal yarns, specially the twisted ones, are used in the home sector. One of the most surprising and interesting results is the combination of 100 % Modal threads with 100 % cotton threads for the manufacturing of Jacquard fabrics for towels. The effect of dull-bright Jacquards and light differences in the colour shade confer towels a showy and highly creative look.

Also, although at a lower scale, articles of high quality and interest are obtained in the tubular knit goods' sector. So, for example, in fine gauges with 100 % Modal yarns or combined with Lycra for ladies' underwear, linen and corset articles; plateds with polyamide or polyester monofilament; and also the short terry clothes with Modal loop and text. PES or PA base fabric of bright fashion look.

100 % Modal threads do also behave wonderfully in the ground articles which are nowadays so much asked for. The fineness and softness of Modal fibre allows to achieve effects difficult to be surpassed.

And as a last resort, the 100 % Modal threads are an excellent match to the PES and PA continuous microfilaments.

## 3. 50 % MD, Lenzing Modal/50 % CO, Acala California (American cotton, combed)

As stated above the HWM type Modal fibre is by now the industrially produced fibre most similar to cotton to which it even surpasses in some specific properties.

The blending proportion 50/50 is without doubt the one that best matches both fibres' properties.

The aim is then to obtain yarns that allow the manufacture of woven fabrics and knitted goods as a valid alternative to the 100 % cotton fabrics and even improving some of its characteristic features, as are:

- higher regularity and purity,
- more ductile, soft and pleasant touch,
- brighter colours,
- sheen,
- lesser "Hardening" and ageing of the cloth, i.e., better performance conditions and longer lasting.



The blend of Modal (1.3 or 1.0 dtex) with cotton allows the obtention of fine and super fine yarns without need to use extremely high cotton qualities.

Using an American type Acala California 1 1/8" cotton and 1.0 or 1.3 dtex Modal fibre, the titer range comprises: Nm 50/1, 63/1, 70/1 and 88/1.

Those yarns are available in grey and dyed (cross-wound bobbins).

The using fields of Modal/cotton yarns are nearly the same than those for 100 % cotton yarns either for woven fabrics or for knitted goods and home textiles. \*

The likeness for softer to touch materials, for articles with more drape and fluidness, for sheen and more intense colours, etc. make the Modal/cotton fibres consumption grow day by day.

In the woven fabrics sectors, those yarns are mainly used for shirts fabrics, sports-wear and as printing bases for blouses and dresses. When twisted, they are used for ladies and gentlemen outdoor clothing (jackets, trousers, etc.). In the home fabrics they are used for terry cloth for towels and home garments (bathrobes).

The range of knitwear articles is very large. It covers from the underwear knitted goods, linen, pyjamas, children garments, casual wear and bath, to blouses' and dresses' fabrics.

The possibility of using Modal/cotton yarns in grey and dyed and as perfect base cloth for printing, opens them an extremely wide range of uses.

#### **4. 50 % MD, Lenzing Modal/50 % CO, Acala California (cotton 1 1/8", carded; open-end yarns, rotor spun on Schlafhorst Autocoro machines)**

The quick development of rotor spinning (open-end) system and the possibility of using Modal fibre 1.0 or 1.3 dtex, has enabled the obtention of spun yarns of up to date unknown characteristics and quality.

Our company, eager to make use of the open end spinning system has chosen the 50/50 Modal/cotton blend for obtaining high quality rotor yarns.

The fibres' blend is composed of 50 % CO, Acala California, American type cotton 1 1/8", carded. The titer range is: Nm 40/1, 50/1 and 63/1. The yarns are available in grey, waxed grey and cross-wound bobbin dyed state.

The introduction of that kind of yarn in the high quality articles' sectors either in knitwear as in woven fabrics, has had to overcome a number of difficulties and distrust. Up to a short time ago, the prestige and behaviour of open-end yarns was not obviously linked to good quality articles. Pitifully and except

for certain cases the open end yarn in our country has been synonymous of cheap yarns of limited uses and quality, being at the same time of a lower quality and worse behaviour than those obtained through the conventional ring spinning process.

By means of appropriate and modern machinery and the using of 1.3 or 1.0 Modal fibre we are obtaining yarns of a quality standard far superior to the so far known. Its regularity, strength and softness make of rotor spun Modal/cotton yarns a product with enormous future prospects and which can be used without any problem either in the woven fabrics sector as in that of tubular knit goods.

#### **5. 75 % MD, Lenzing Modal/25 % WO, combed wool (Australia type of 20 micron, and 40 mm staple length)**

This yarn quality is yet at an experimental stage. The spinning is meant to be carried out with the cotton spinning or 3 cylinder system, blending:

- 75 % MD, Lenzing Modal, 1.3 dtex, 38 mm BR,
- 25 % combed wool stapled at 40 mm, Australia type, 20 micron.

The titer range is meant to be: Nm 50/1, 50/2, 60/1, 60/2, 70/1, 70/2.

The application sectors will be either the woven fabrics (shirts, woolsens) as the knitted goods' (outwear for ladies and gentlemen).

With this blend we intend to obtain soft, warm and extremely comfortable fabrics either for articles to be worn directly in contact with the skin as for outwear articles with a neat, lustrous look.

This was my brief report on a practical experience in the manufacture of yarns with Modal fibre and its blends, its use in the knitted goods' and woven's sector and the pondering of its functional and fashionable aspects.

#### **Diskussion**

**Mach:** Ich möchte eine Anmerkung dazu machen: Wir haben uns bei Labor- oder Technikumsversuchen den Einfluß des Modalfeintiters speziell in Mischung mit unterschiedlichen Baumwollqualitäten angeschaut und es freut uns ganz besonders, daß wir hier die Bestätigung durch die Praxis, bei einem Großversuch, vorgefunden haben.

## OE-Hochleistungsspinnen mit cellulosischen Chemiefasern (OE-High Speed Spinning with Cellulosic Man-Made Fibres)

Prof. Dr.-Ing. L. Coll-Tortosa, Dipl.-Ing. F. Galván-Díaz, Institut für Textilforschung in Terrassa (Polytechnische Universität Kataloniens), Terrassa, Spanien

In diesem Referat soll die Problematik der Verarbeitung der cellulosischen Chemiefasern bei hohen Rotorgeschwindigkeiten behandelt werden. Als Fasermaterial fanden Viskose- und Modalfasern Verwendung, welche einerseits rein und andererseits mit kardierter und gekämmter Baumwollwolle vermischt wurden. Für die Untersuchung des Spinnverhaltens und des Garncharakters beim Hochleistungsspinnen von feinen OE-Garnen wurden feintitrierte Modal-Fasern bis auf 1,1 dtex eingesetzt. Besondere Aufmerksamkeit galt der Untersuchung des tribologischen Verhaltens des Garnes beim Durchgang durch den Abzugstrichter. Um die physikalischen und technologischen Grenzen dieses Spinnverfahrens, besonders bei hohen Rotordrehzahlen und im Bereich der Feingarnherzeugung, herauszufinden, wurde die möglicherweise im Bereich des Abzugstrichters stattfindende Faserschädigung in Abhängigkeit von dem Rotordurchmesser, der Rotordrehzahl und der Gestaltung des Abzugstrichters bestimmt.

This lecture deals with the problematic of the processing of the cellulosic man-made fibres with the OE-high speed rotor spinning. Tests were made with modal and viscose fibers, which were processed separately and blended with carded and combed cotton. To study the spinning behaviour, especially in fine yarn production, experiments were carried out with count fibers of until 1,1 dtex. It was paid special attention to the tribology behaviour of the yarn during its pass through the nozzle-end. The possible damage of the fiber during its pass through the nozzle-end was evaluated to deduce the physical and technological limits of this spinning system, especially in the case of high speed rotor and fine yarns production. This study was made taking into consideration the rotor configuration and rotor speed and also the nozzle-end constitution.

### 1. Problematik und Aufgabenstellung

Es ist im allgemeinen bekannt, daß Chemiefasern bestimmte Beschränkungen bezüglich des OE-Hochleistungsspinnens aufweisen, was besonders für Rotorgeschwindigkeiten über 80 000 1/min gilt. In dieser Arbeit soll diese Problematik speziell für die Verwendung von cellulosischen Chemiefasern untersucht werden.

Schwerpunkt dieser Behandlung soll die Studie der auftretenden tribologischen Fadenkräfte im Abzugstrichter der OE-Spinnereinheit sein. Dazu sollen auch die u.U. entstehenden Faserscheuerungen beachtet werden.

Hierzu wurden die mechanischen Vorgänge im Abzugstrichter sowohl theoretisch als auch experimentell erfaßt. Auch wurden Einflüsse dieser Mechanismen auf den Bildungsvorgang des Fasergarnes in der Rotorsammelrinne, auf den strukturellen Garnaufbau sowie auf die physikalischen Eigenschaften der hergestellten Garne in Betracht gezogen.

### 2. Versuchsbedingungen

#### 2.1. Versuchsmaschine

Die Versuche wurden mit einer Versuchs-OE-Rotorspinnmaschine Autocoro durchgeführt. Die Mustergarne wurden unter den in Tabelle 1 angegebenen Spinnbedingungen hergestellt.

#### 2.2. Fasermaterialien

Es wurden cellulosische Fasern vom Typ Modal 38 mm/1,3 dtex und Modal 38 mm/1,0 dtex benutzt. Der Fasertyp von 1,3 dtex wurde mit kardierter Baumwolle Acala 1 1/8' im Verhältnis 50/50 gemischt.

Table 1

#### SPINNING CONDITIONS

##### AUTOCORO MACHINE

##### MATERIAL:

Cotton (50%) - Modal (50%)

Modal (100%) - 1.3 dtex

Modal (100%) - 1.0 dtex

##### DRAWING SLIVER COUNT

Tt [ktex] ..... 4.0

##### DISGREGATION:

Combing roller speed [1/min]..... 7.500

Combing roller ..... 0B20DN

##### SPINNING CAMERA:

Rotor speed 1000 [1/min]..... 60 - 70 - 80

Rotor diameter [mm] :

Rotor type 40-T04 ..... 40

Twist metric coefficient ..... 100 - 110 - 120

Yarn count [tex] ..... 20

### 3. Physikalische Untersuchungen

#### 3.1. Untersuchung des Spinnprozesses

Während des Spinnens wurde sowohl die Fadenzugkraft am Ausgang des Abzugstrichter als auch das Reibungsmoment des Garnes beim Abzugstrichter ermittelt. Für die Ermittlung des auf den Abzugstrichter wirkenden Reibungsmomentes wurde ein Meßverfahren verwendet, das schon bei früheren Arbeiten mit Erfolg eingesetzt worden ist<sup>1,2,3</sup>. Dieses Meßverfahren funktioniert nach dem Prinzip, den Abzugstrichter auf Kugellager zu montieren und die Rückhaltekraft mittels eines Fadenzugkraftaufnehmers zu messen. Das vom Faden erteilte Reibungsmoment ergibt sich aus dem Produkt der ermittelten Rückhaltekraft und dem Radius der auf der Achse des Abzugstrichters eingesetzten Scheibe.

#### 3.2. Faserlänge

Zur Bestimmung der auf dem Abzugstrichter eintretenden Faserkürzungen wurde die Faserlänge sowohl an den aus dem Rotor entnommenen Faserring als auch im Garn ermittelt. Das verwendete Meßverfahren bestand aus Einzelfasermessungen mit einem Probenumfang von 400 Fasern.

#### 3.3. Garneigenschaften

Die hergestellten Garne wurden auf ihren strukturellen Garnaufbau und ihre physikalischen Eigenschaften untersucht. Der strukturelle Garnaufbau wurde mikroskopisch untersucht. Darüber hinaus wurde auch die relative Garndrehungsdifferenz der Garne bezüglich der von der OE-Rotorspinnmaschine erteilten Garndrehung ermittelt.

Für die Untersuchung der Garneigenschaften bestimmte man die Massenungleichmäßigkeit und die Garnhaarigkeit am Uster-Tester III und die dynamometrischen Garnwerte am automatischen Festigkeitsmeßgerät Instron.

### 4. Versuchsergebnisse

#### 4.1. Allgemeine theoretische Zusammenhänge

Die während der Garnbildung entstandenen Faserkräfte und die Art, wie die Fasern sich einbinden, hängen hauptsächlich von den Fadenkräften ab, die am Abzugstrichter und an der Rotor-

sammelrille wirken. In der Abbildung 1 wird der Verlauf des Garnes vom Einbindepunkt in der Rotorsammelrille bis zum Ausgang des Abzugstrichters schematisch dargestellt.

Sobald die Garnoberfläche mit dem Abzugstrichter Kontakt nimmt, entstehen Reibungskräfte, die in eine Längs- ( $\Delta N \cdot \mu_D \cdot \cos \gamma$ ) und eine Senkrechtrichtung ( $\Delta N \cdot \mu_D \cdot \sin \gamma$ ) zerlegt werden können. Die Längskomponente führt zu einer Verstärkung der Fadenzugkraft, während die andere Komponente für den im Abzugstrichter erteilten Falschdrahtmoment verantwortlich ist.

In der Berührungszone, wo der Faden einläuft, ergeben sich Geschwindigkeiten bis zu 10 - 20 m/s, was zusammen mit den dort wirkenden Reibungskräften zu Reibungsleistungen bis 2 W/mm führen kann. Wie noch später gezeigt wird, reicht diese Reibungsenergie völlig aus, um Faserscheuerungen zu bewirken.

Andererseits wird das erteilte Falschdrahtmoment zusammen mit dem Torsionsmoment infolge der Garndrehung von der Rotorrille ausgeglichen. Die dabei resultierende Einbindezonlänge ist das Ergebnis des sich ergebenden Gleichgewichtes zwischen den dort wirkenden Druckkräften und dem Garntorsionsmoment.

Die mathematische Lösung des auf dem Faden wirkenden Kräftesystems, wie in Abbildung 1 dargestellt, erbrachte die in Abbildung 2 angegebenen Ergebnisse.

Man stellt fest, wie das erteilte Garntorsionsmoment im Bereich des Abzugstrichter linear zunimmt. Dieses bleibt bis zum Ablösepunkt B an der Rotorrille konstant und nimmt entlang der Einbindezone bis zum Einbindepunkt A ab. Die Fadenzugkraft nimmt vom Punkt C bis B ab.

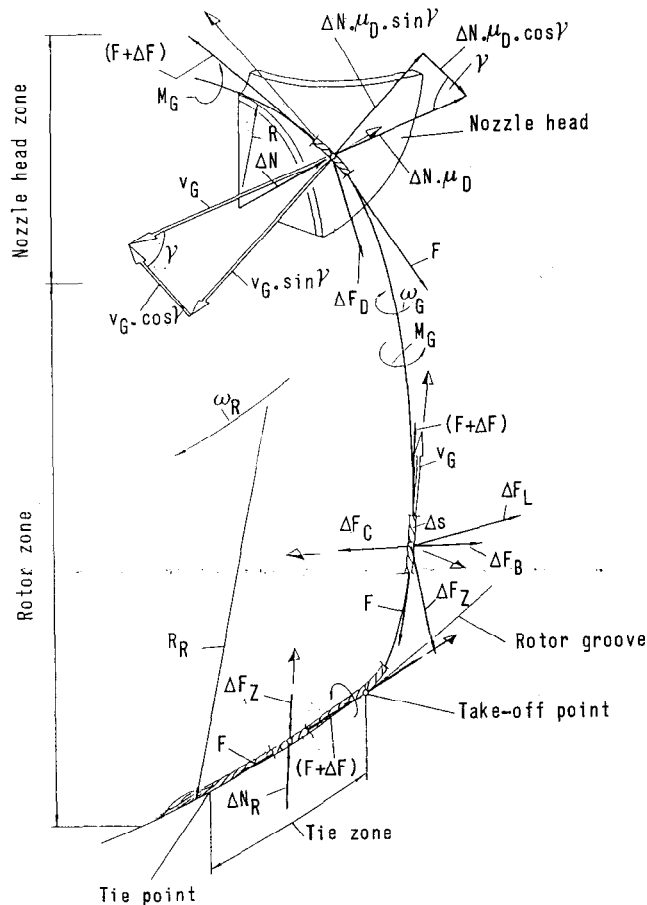


Abb. 1: Schematische Darstellung des Fadenlaufes in der OE-Rotor-spinneinheit und Darstellung der am Abzugstrichter, am umlaufenden Fadenende und an der Einbindezone wirkenden Kräfte

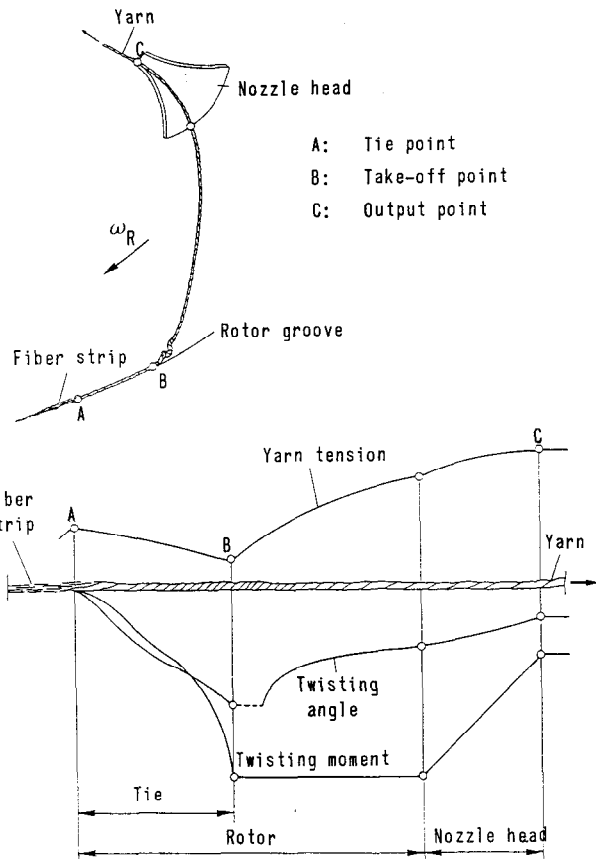


Abb. 2: Verlauf der Fadenzugkraft, des Garntorsionsmomentes und der Garndrehung vom Einbindepunkt bis zum Ausgang des Abzugstrichters

Wichtig dabei ist festzustellen, daß die Fadenzugkraft am Ablösepunkt B nicht gleich null ist, wie oft behauptet wird, sondern einen Wert aufweist, der zwar klein ist, jedoch unmittelbar von der Garnfeinheit und von der am Abzugstrichter tangential wirkenden Reibungskraft abhängt. Wenn die Fadenzugkraft am Ablösepunkt Werte zwischen 0,2-0,5 cN/tex einnimmt, können Doppeldrehungen (Korkenziehereffekt) im Nahbereich des Ablösepunktes auftreten. Beim Unterschreiten dieser Werte unter extremen Voraussetzungen, muß damit gerechnet werden, daß der Garnbildungsvorgang instabil und infolgedessen abgebrochen wird.

Infolge der im Einbindepunkt A erteilten Garndrehung tritt dort die Einzwirnung auf. Dies führt dazu, daß das gesamte Fadenstück (Punkt A bis zum Punkt B) vom Einbindepunkt her angezogen wird. Je länger die Einbindezone ist, umso größer wird die Zugkraft, unter welcher die Fasereinbindung am Einbindepunkt A erfolgt.

#### 4.2. Untersuchung des Reibungsmomentes am Abzugstrichter

In den Abbildungen 3 bis 6 werden die Untersuchungsergebnisse der am Abzugstrichter resultierenden Reibungsmomente in Abhängigkeit von der Rotorgeschwindigkeit grafisch dargestellt; es wurden jeweils Proben mit den Abzugstrichtern aus Keramik und Stahl durchgeführt. Die Kurven entsprechen den errechneten und die Punkte den experimentell ermittelten Werten.

Für die Ermittlung der theoretischen Kurven bei den Baumwollkomponenten wurde ein Reibungskoeffizient  $\mu^* = 0,2$  eingesetzt (Abb. 3) Für die Modalfaser 1,3 und 1,0 dtex (Abb. 4 u. 5) sowie für die Fasermischung 50/50 (Abb. 5) wird der Reibungskoeffizient im Verhältnis zum Reibungskoeffizienten der Baumwolle angegeben.

Die Reibungskoeffizienten wurden auch unter statischen Bedingungen im Reibungsprüfgerät ermittelt. Dabei wurde festgestellt, daß die Reibungskoeffizienten der Modalfasern maximal 1,2 von dem der Baumwollfaser betragen. Anhand der experimentellen Untersuchung des Reibungsmoments am Abzugstrichter stellte sich jedoch heraus, daß dieser Wert bis zu 1,4 für die Mischung Modal/Baumwolle 50/50 und bis 1,5 für die Modalfaser ansteigt, und zwar unabhängig um welchen Fasertyp, 1,3 oder 1,0 dtex, es sich handelt.

In Abbildung 3 werden die Ergebnisse der Reibungsmomente für die Faserkomponente Baumwolle 100 % dargestellt. Die Abbildungen 4 und 5 beziehen sich auf die Fasern Modal 1,3 und 1,0 und die Abbildung 6 auf die Fasermischung Modal/Baumwolle 50/50.

Man stellt fest, daß sich die niedrigsten Werte der Reibungsmomente bei 100 %iger Baumwolle ergeben. Im Gegensatz dazu zeigen sich die größten Werte bei Verwendung der Modalfasern. Hier ergeben sich Reibungskoeffizienten, die bis 1,4 für die Fasermischung Modal/Baumwolle und 1,5 für die Modalfaser reichen. Wir haben festgestellt, daß bei der Reibungsprüfung beim Reibungsprüfgerät dieser Wert maximal 1,2 betrug. Dies deutet darauf hin, daß besonders für die Modalfasern eine Veränderung der Reibungsverhältnisse beim OE-Rotorspinnen auftreten muß, was zu einer Faserscheuerung führen kann.

Die Folgen einer Verstärkung der Faserreibungsverhältnisse am Abzugstrichter für den Fall des Hochleistungsspinnens wurden errechnet. In Abbildung 7 werden das daraus resultierende Fadenreibungsmoment und die Reibleistung am Abzugstrichter in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl grafisch dargestellt. Dabei wurde der Rotordurchmesser an die Rotordrehzahl angepaßt.

Material: Cotton (100%)

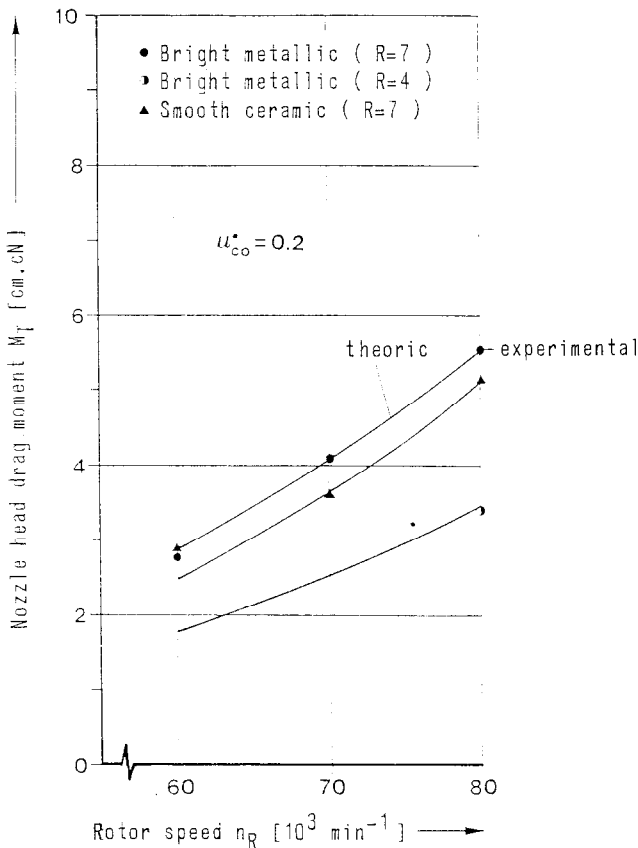


Abb. 3: Schematische Darstellung des auf dem Abzugstrichter vorhandenen Reibungsmomentes in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl und vom Typ des Abzugstrichters (Baumwollkomponente)

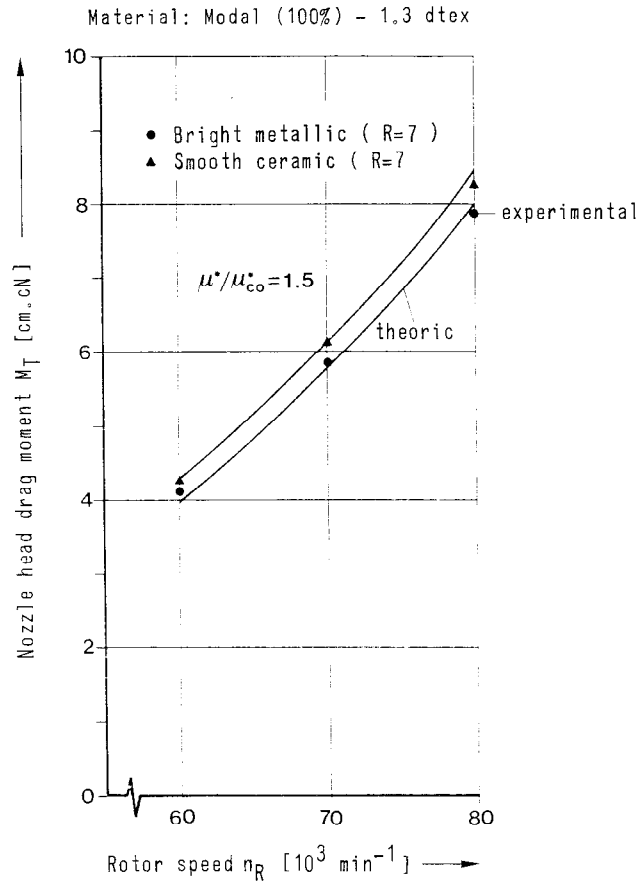


Abb. 4: Schematische Darstellung des auf dem Abzugstrichter vorhandenen Reibungsmomentes in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl und vom Typ des Abzugstrichters (Modalfaser 1,3 dtex)

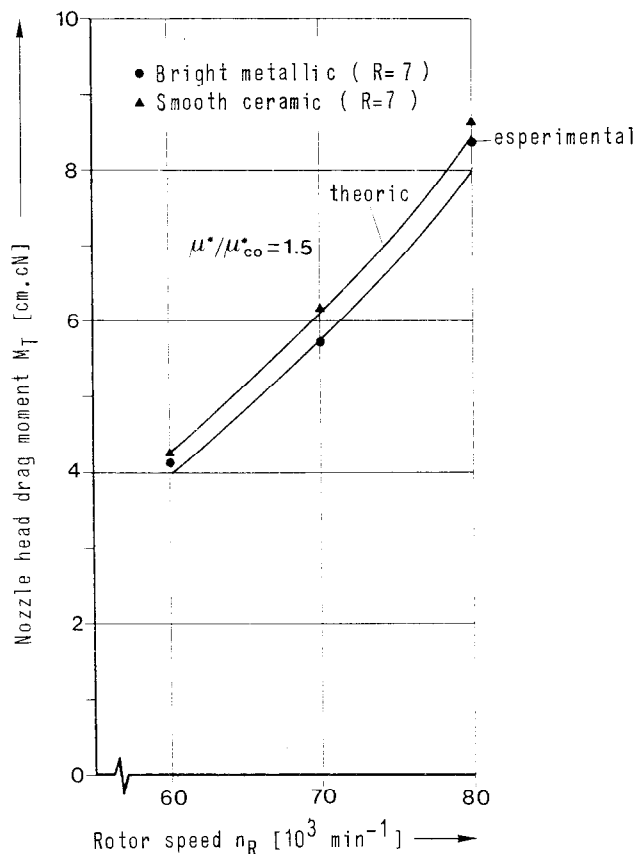


Abb. 5: Schematische Darstellung des auf dem Abzugstrichter vorhandenen Reibungsmomentes in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl und vom Typ des Abzugstrichters (Modalfaser 1,0 dtex)

damit sich eine konstante Fadenabzugskraft von 2,7 cN/tex ergibt. Die dabei resultierenden Rotordurchmesser werden in Abbildung 7 angegeben.

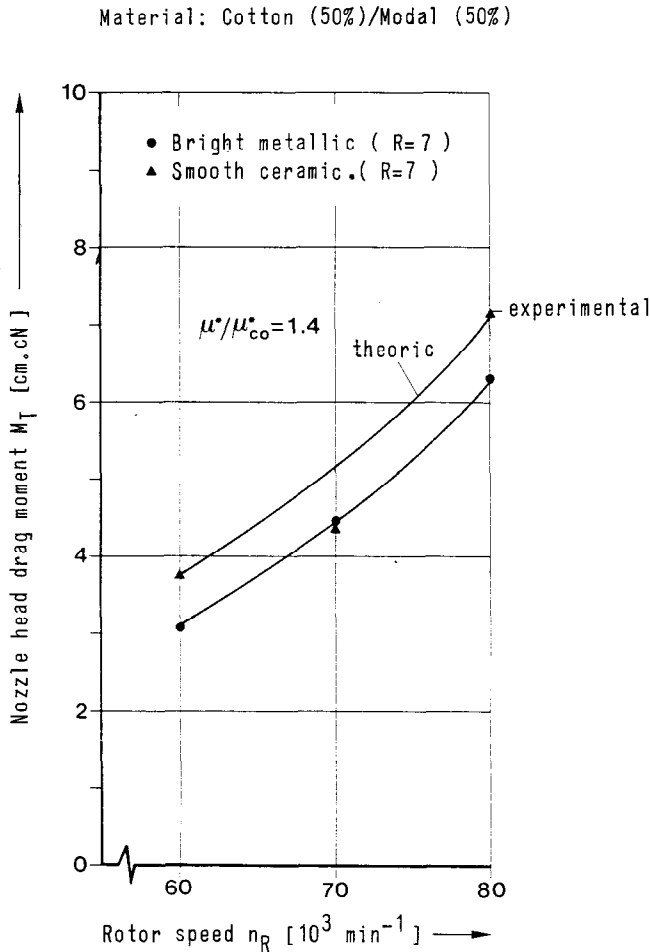


Abb. 6: Schematische Darstellung des auf dem Abzugstrichter vorhandenen Reibungsmomentes in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl und vom Typ des Abzugstrichters (Fasermischung Modal/Baumwolle 50/50)

Unter einem relativ kleinen Reibungskoeffizienten von 0,2, wie es bei reiner Baumwolle der Fall ist, bleibt das Reibungsmoment am Abzugstrichter unabhängig von der Rotordrehzahl. Sobald der Reibungskoeffizient diesen Wert überschreitet, nimmt das Reibungsmoment am Abzugstrichter mit steigender Rotordrehzahl zu.

Sehr wichtig ist auch die Erkenntnis, daß mit zunehmender Rotordrehzahl die Reibleistung am Abzugstrichter auch zunimmt (Abb. 7). Diese Reibungsenergie wird vom Faden erzeugt und kann zu einer beträchtlichen Erhöhung der lokalen Reibungskräfte an der Abzugstrichteroberfläche führen.

#### 4.2. Faserschädigung am Abzugstrichter

In Abbildung 8 werden die Meßergebnisse der am Faserring und am Garn ermittelten Faserlänge grafisch dargestellt. Im Vergleich zum Faserdiagramm des Faserrings wird eine Einkürzung der Faserlänge im Garn festgestellt.

Während das ermittelte Faserdiagramm am Faserring eine mittlere Faserlänge von 29,7 mm aufweist, verringert sich die Faserlänge beim Garn bis auf 26,9 mm für den glatten Abzugstrichter aus Keramik.

Interessanterweise verbessern sich die Reibungsverhältnisse bei Verwendung eines gekerbten Abzugstrichters, der sich im Vergleich zum glatten Abzugstrichter die mittlere Faserlänge bis auf 28 mm erhöht.

Yarn count  $Tt = 20 \text{ tex}$   
Spinning tenston  $\sigma = \text{const.} = 2.7 \text{ cN/tex}$

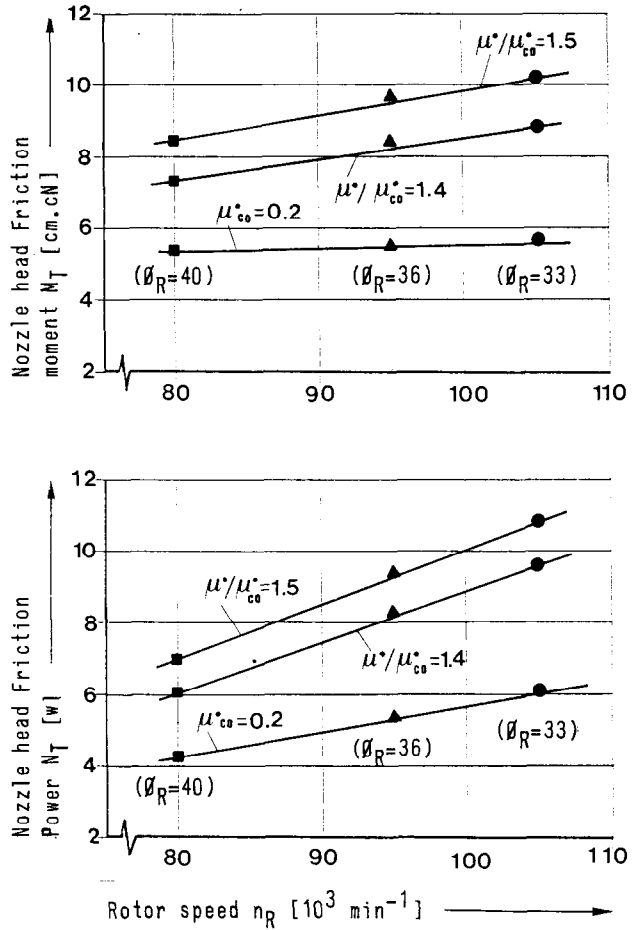


Abb. 7: Schematische Darstellung des Reibungsmomentes und der Reibungsleistung am Abzugstrichter in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl und vom Reibungskoeffizienten

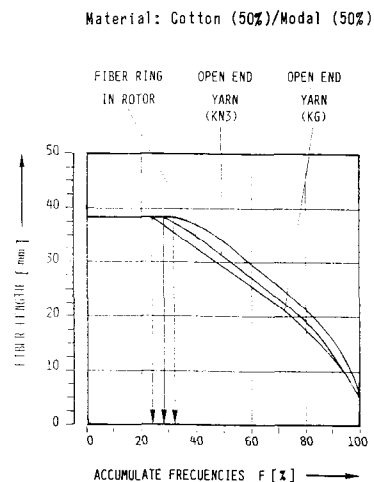


Abb. 8: Schematische Darstellung der am Faserring und am Garn ermittelten Faserlänge in Abhängigkeit vom Abzugstrichter



Die Ermittlung der Faserlänge wurde auf Mischgarne beschränkt, da die aus Modalfasern hergestellten Garne nicht genügend aufgedreht werden konnten, wobei die Gefahr bestand, daß Faserbrüche durch die Laborantin entstehen könnten.

In den Faserdiagrammen der Abbildung 8 kommt deutlich heraus, daß die Fasereinkürzung besonders bei den Chemiefaserkomponenten zustande kommt. Das Baumwollwachs stellt immer noch eine bewährte Avivage für das Hochleistungsspinnen dar, zumal hiermit die niedrigsten Werte des Reibungsmoments und der Reibungsleistung resultieren. Es scheint, daß die industriell eingesetzten chemischen Avivagen immer noch nicht ganz in der Lage sind, der starken tribologischen Beanspruchung am Abzugstrichter ohne weiteres zu widerstehen.

### 4.3. Struktureller Aufbau

Eine Verstärkung der Reibungsverhältnisse am Abzugstrichter verursacht eine deutliche Zunahme des dem Garn erteilten Torsionsmomentes, der relativen Einbindezonlänge und der Fadenzugkräfte am Einbindepunkt. Dies geht aus der Abbildung 9 deutlich hervor.

In Extremfällen kann die Zugkraft am Einbindepunkt A bis zu 30 - 40 % der Fadenabzugskraft hinter dem Abzugstrichter betragen. Die Erfahrung zeigt, daß durch eine zu stark wirkende Zugkraft am Einbindepunkt extrem dicht kompakte Garne resultieren können.

Yarn count  $T_t = 20$  tex  
Spinning tension  $\sigma = \text{const.} = 2.7$  cN/tex

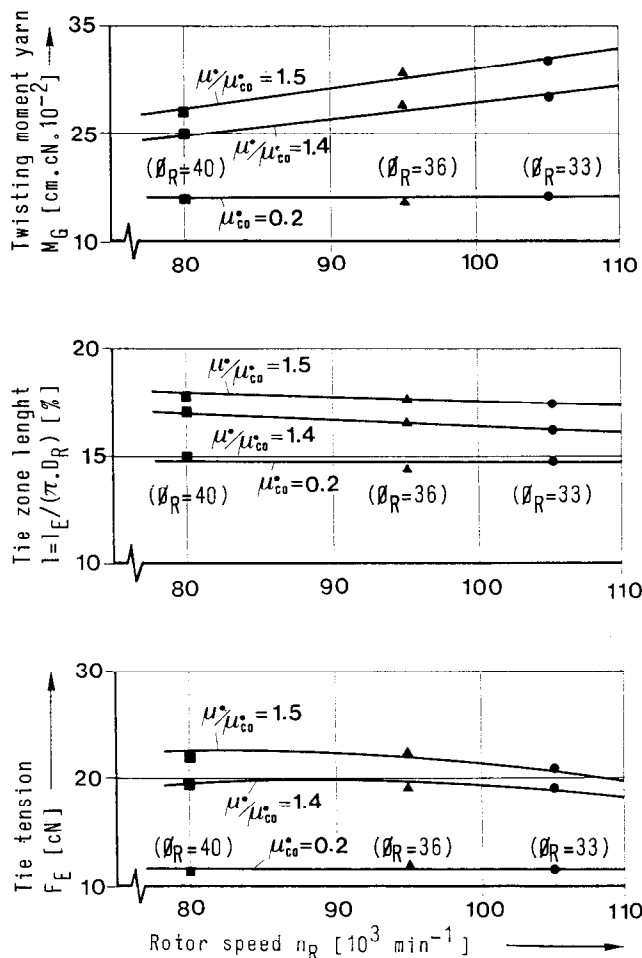


Abb. 9: Schematische Darstellung des Garn torsionsmomentes, der relativen Einbindezonlänge und der Einbindefadenzugkraft in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl und vom Reibungskoeffizienten

Durch eine relative Einbindezonlänge über 15-17 % erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, daß die aus dem Faserleitkanal der OE-Rotorspinnereinheit austretenden Fasern mit der Einbindezonlänge in Berührung kommen können und hierdurch der Anteil an Bauchwindfasern dementsprechend erhöht wird. Dies wird aus den in Abbildung 10 dargestellten Ergebnissen der relativen Garndrehungsdifferenz deutlich. Hier wird festgestellt, wie die aus Modalfasern hergestellten OE-Rotorgarne, die einen relativ starken Reibungskoeffizienten aufweisen, auch die größte Garndrehungsdifferenz ergeben. Bei den aus der Fasermischung hergestellten Garnen liegen die Werte der Garndrehungsdifferenz deutlich günstiger als bei den Garnen aus reinen Modalfasern.

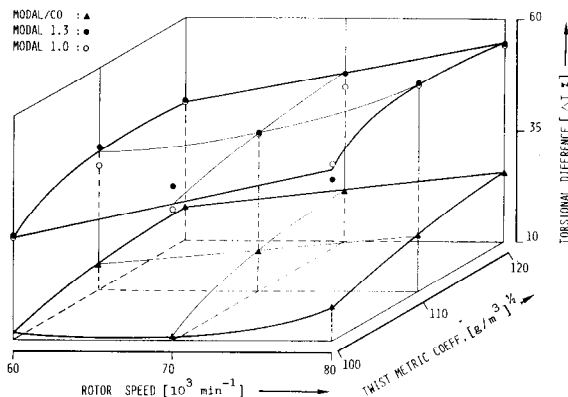


Abb. 10: Schematische Darstellung der Garndrehungsdifferenz in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl, vom Garndrehungsbeiwert und vom Fasertyp

### 4.4. Physikalische Garneigenschaften

Die Herstellung der OE-Rotorgarne wurde auf einen Rotor mit einem Rotordurchmesser von 40 mm beschränkt. Auf das Spinnen mit kleineren Rotoren (36 und 33 mm Rotordurchmesser) und höheren Rotordrehzahlen bis zu 100 000 U/min mußte jedoch verzichtet werden. Die Garne zeigten einen kernigen Griff. Sie sind für bauchige Gestricke nicht geeignet.

In den Abbildungen 11 und 12 werden die Ergebnisse der Garnungleichmäßigkeit in Abhängigkeit von der Rotorgeschwindigkeit und vom Drehungsbeiwert für den Fall der reinen Modalfasern und der Fasermischung Modal/Baumwolle grafisch dargestellt. Der Rotordurchmesser betrug 40 mm (Rotortyp T40 Autocoro). Die Uster-Ungleichmäßigkeiten der mit Modalfaser 1,0 dtex hergestellten Garne liegen deutlich niedriger als die der

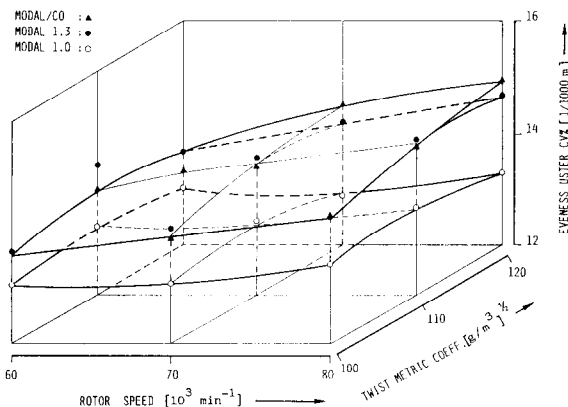


Abb. 11: Schematische Darstellung der Uster-Garnungleichmäßigkeit in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl, vom Garndrehungsbeiwert und vom Fasertyp

übrigen Mischgarne. Die Mischgarne weisen eine deutliche Zunahme der Nissen bei gleichzeitiger Erhöhung der Rotordrehzahl und des Drehungsbeiwertes auf. Die Werte der Uster-Garnhaarigkeit liegen unter denen der normalen Uster-Statistiken und zeigen ein leichtes Abnehmen des Haarigkeitsindexes mit größer werdender Rotordrehzahl (Abb. 13).

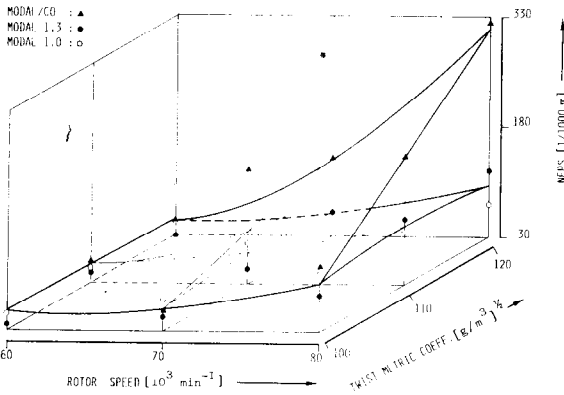


Abb. 12: Schematische Darstellung der Anzahl der Nissen in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl, vom Drehungswert und vom Fasertyp

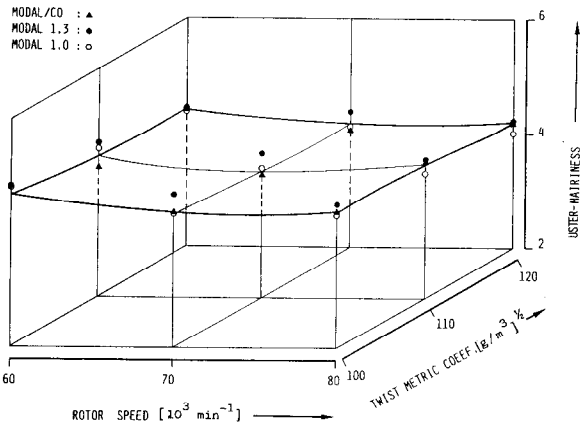


Abb. 13: Uster-Haarigkeitsbeiwert in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl, vom Drehungswert und vom Fasertyp

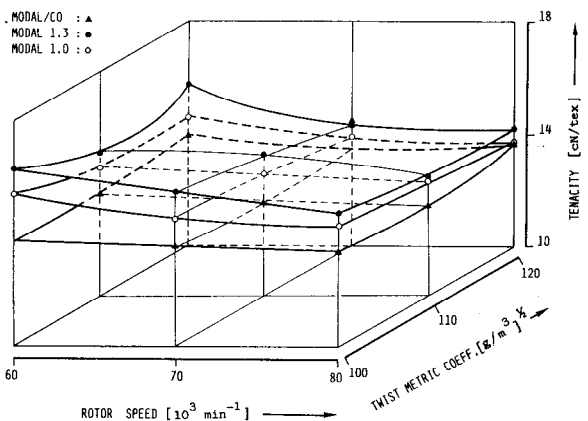


Abb. 14: Schematische Darstellung der feinheitsbezogenen Reißfestigkeit in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl, vom Drehungswert und vom Fasertyp

In den Abbildungen 14 und 15 werden die feinheitsbezogene Reißkraft und die Reißdehnung in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl, vom Drehungswert und vom Fasermaterial grafisch dargestellt. Erwartungsgemäß liegen die dynamometrischen Garnwerte bei den Mischgarnen etwas niedriger als bei den übrigen Garnen. Die höchsten Werte der Reißfestigkeit und der Reißdehnung liegen bei den Garnen aus Modalfasern mit 1,3 dtex.

5. Zusammenfassung und Schlußbetrachtung

1. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die auf dem Abzugstrichter vorhandenen tribologischen Kräfte für den Fall der reinen Baumwolle, der Modalfaser und der Fasermischung Modal/Baumwolle theoretisch und experimentell bestimmt. Darüber hinaus wurden die sich zwischen dem Abzugstrichter und der Einbindezone abspielenden Zusammenhänge und ihre Folgen auf die Garnstruktur untersucht.
2. Bei den in dieser Arbeit untersuchten cellulosischen Chemiefasern bildet sich ein relativ starker Reibungskoeffizient während des Spinnens, was zu einer Scheuerung der Fasern am Abzugstrichter führen kann. Dies konnte durch Einzelfasermessungen am Garn und durch mikroskopische Untersuchungen festgestellt werden.
3. Interessanterweise wird die Faserscheuerung am Abzugstrichter durch die Verwendung eines gekerbten Abzugstrichters verringert. In diesem Zusammenhang müssen die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten weitergehen.
4. Eine Verstärkung der Reibungsverhältnisse am Abzugstrichter verursacht zwangsläufig eine Erhöhung des erteilten Garntorsionsmomentes, was zu einer Ausweitung der Einbindezonenzlänge und demzufolge zu einer Verstärkung der Anzahl der Bauchwindefaser führt.
5. Mit den heutzutage vorhandenen Avivagetypen ist das Spinnen reiner chemischer, cellulosischer Fasern bei hohen Rotordrehzahlen über 80 000 pro/min auf bestimmte Einsatzzwecke beschränkt. Die Forschungsarbeiten sollen hinsichtlich der Entwicklung leistungsfähiger Avivagetypen fortgesetzt werden.

An dieser Stelle möchten wir uns beim Mitarbeiter Herrn José Fresno für die wertvolle Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit und Frau Montse Garcia für die Durchführung der Einzelfasermessungen und die Untersuchung der Garne herzlich bedanken.

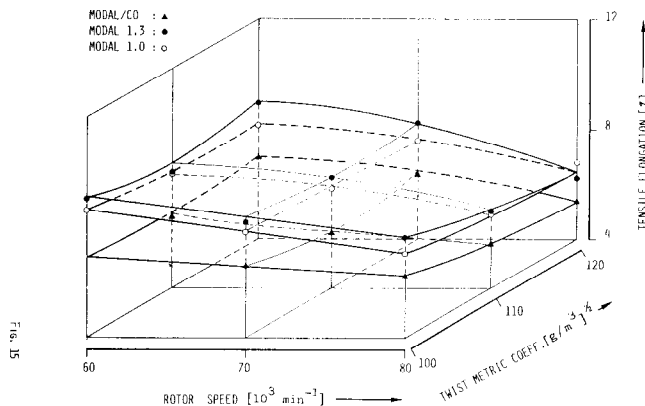


Abb. 15: Schematische Darstellung der Reißdehnung in Abhängigkeit von der Rotordrehzahl, vom Drehungswert und vom Fasertyp

**Literatur**

- 1) Lünenschloß, J., Coll-Tortosa, L., Phoa, T.T.;  
Chemiefaser/Text.Ind. 24/76, 917-923, 1013-1017 (1974)
- 2) Coll-Tortosa, L, Phoa, T.T., Roßbach, D.: Der Einfluß von Mate-

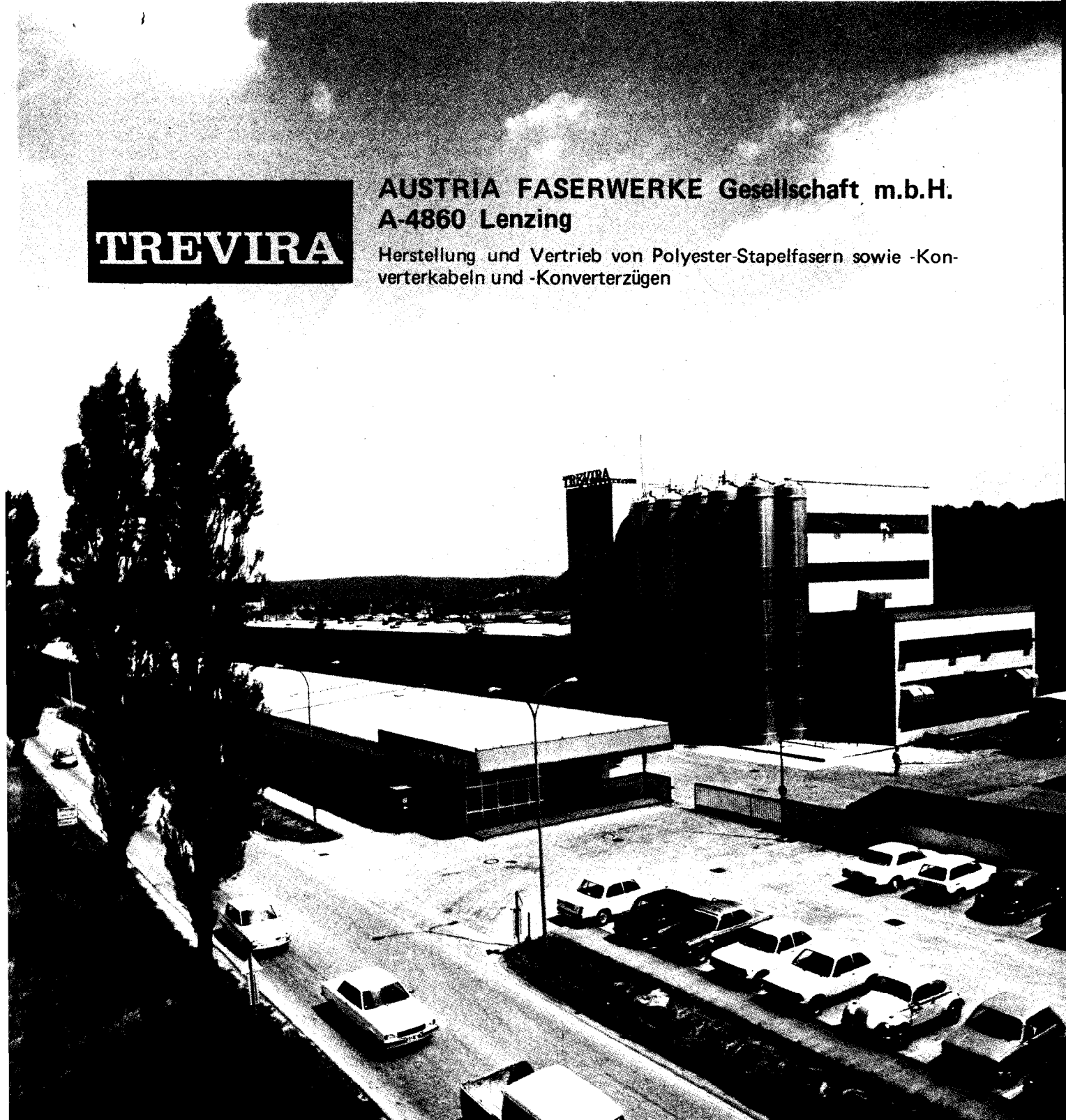
rialeigenschaften und Spinnbedingungen auf die physikalischen Eigenschaften von OE-Rotorspingaren; ITT Aachen (1979)162

- 3) Lünenschloß, J., Kampen, W., Roßbach, D.; Chemiefaser/Text. Ind. 31/83 27-32 (1981)



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

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



## Aspekte des Schußeintrages von Viskose- und Modal-Fasergarnen auf Luftdüsenwebmaschinen

(Aspects of Weft Insertion on Air-Jet-Weaving Machines of Viscose and Modal Spun Yarns)

Ing. H. Pfister, Dr.-Ing. W. Weissenberger, Ing. E. Frick, Maschinenfabrik Gebrüder Sulzer AG, Rüti, Schweiz

Viskose- und Modalfasergarne in den heute angebotenen Qualitäten und Strukturen werden vermehrt zu hochwertigen Bekleidungstextilien verarbeitet. Dies ist sowohl ein modisch als auch von seiten des Komforts begründeter Trend, der gegenwärtig vor allem in Westeuropa feststellbar ist. Die daraus resultierende Bedarfszunahme an derartigen Geweben verlangt den Einsatz rationellster Produktionsverfahren. Soweit die artikelbedingt vorgegebenen Kettichte-Verhältnisse dies erlauben, bietet sich im Hinblick auf maximale Schußeintragsleistungen heute vor allem das Luftdüsen-Webverfahren dafür an.

Unter Bezugnahme auf die wichtigsten Eigenschaftskennwerte der Viskose- und Modalfasergarne sowie deren rohstoffseitigen und spinn-technologischen Verursachungen werden maximale Leistungsgrenzen beim Schußeintrag diskutiert. Dabei werden auch Viskose- und Modalfasergarne vergleichend gegenübergestellt und deren Eigenschaftsunterschiede im Hinblick auf die Aspekte der Fadenbeanspruchung bewertet. Wirkungseinflüsse von Maschine und Garn werden aufgezeigt und Verarbeitungsaspekte angesprochen.

Anschließend wird anhand umfangreicher Praxiserfahrungen mit Sulzer-Rüti Luftdüsen-Webmaschinen deren Prädestination für diesen Einsatz nachgewiesen.

Viscose and Modal fibre yarns in the grades and structures available today are increasingly being made into high-quality clothing materials. This trend, which is currently apparent in Western Europe in particular, is based on considerations of fashion and comfort. The resulting increase in demand for this kind of fabric calls for the use of highly efficient production methods. In terms of maximum weft insertion rates, the air-jet weaving process is especially suitable for this application as long as it is compatible with the warp densities specified for the styles in question.

Maximum performance limits for weft insertion are discussed with reference to the key properties of viscose and Modal fiber yarns and their origins in terms of raw materials and spinning technology. In the process viscose and Modal fibre yarns are also compared to one another and the differences in their properties are evaluated in relation to various aspects of yarn strain. Yarn and machine influences are pointed out and processing aspects are discussed.

Finally, the suitability of Sulzer Rüti air-jet weaving machines for this application is demonstrated on the basis of extensive practical experience.

### 1. Viskose-Fasergarn-Verarbeitung in der Weberei

Während in Europa über die letzten Jahre stabile Absatzmärkte für Viskose-Filamentgarne erhalten blieben, war die Verarbeitung von Viskose-Fasergarnen, vor allem in der ersten Hälfte dieses Jahrzehnts als Folge eines erheblichen Abbaus an Produktionskapazitäten für Viskosefasern, tendenziell rückläufig.

Durch die unvorhersehbare, derzeitige Renaissance für Viskose-Fasergarnartikel auf den Textilmärkten, deren Nachfrage das Angebot zwischenzeitlich übersteigt, wird mancher Textiltechniker gezwungen sein, verschüttetes Know-how wieder auszugraben oder neues hinzuzufügen.

Die Preisbasis dieser Garne und deren im allgemeinen problemlose Verarbeitbarkeit verlangen den Einsatz des produktivsten Webverfahrens. Dies entspricht insbesondere der Forderung nach höchsten Schußeintragsleistungen. Sofern die Verhältnisse der Kettichte dies bei Fasergarneinsatz erlauben oder Filamentgarnketten zur Verarbeitung gelangen, konzen-

triert sich das Augenmerk auch vermehrt auf die Luftdüsen-Webtechnik (Abb. 1). Bekanntlich werden bereits Luftdüsen-Webmaschinen mit Schußeintragsleistungen von mehr als 1500 m/min angeboten. Es stellt sich somit die Frage, inwieweit heute ein derartiges Leistungsangebot im Bereich dieses speziellen Anwendungssektors nutzbar ist und es in Zukunft bei wiederum höheren Leistungen noch sein wird.

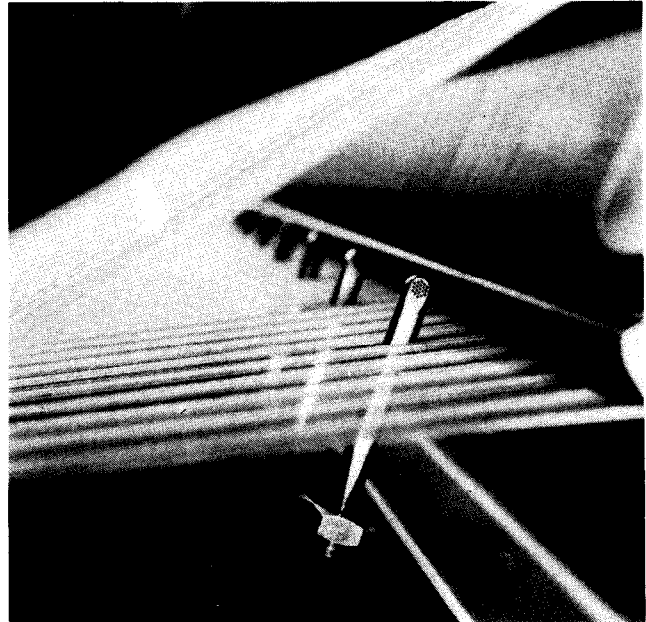


Abb. 1: Luftdüsenwebmaschine - Blick ins Webfach

### 2. OE-Rotorgarne aus Viskose- und Modalfasern im Schußeintrag auf Luftdüsen-Webmaschinen

Viskosefasern lassen sich bekanntlich auch bei Einsatz neuer, hochproduktiver Verfahren gut verspinnen. Noch wichtiger als bei Baumwolle ist allerdings, daß das entsprechende Know-how vorausgesetzt wird und die daraus abzuleitenden spinn-technologischen Bedingungen und Maßnahmen auch exakt realisiert werden.

Bereits heute wird ein Drittel der Viskosefasermenge, die in Europa zu Garnen verarbeitet wird, in OE-Rotorgarn-Struktur ausgesponnen. Ihr Anteil wird auch in Zukunft weiter steigen. Gründe dafür sind vor allem:

- der Leistungsvorteil des OE-Rotor-Spinnverfahrens gegenüber dem Ringspinnverfahren (erreicht inzwischen das Verhältnis 6 : 1) und
- die Erweiterung des Ausspinnbereiches in Richtung feinerer OE-Rotorgarne durch den vermehrten Einsatz feinerer Fasern. Zu diesem Zweck werden bereits heute Viskosefasern mit Titern von 1,3 dtex und möglicherweise zukünftig auch 1,0 dtex angeboten.

Gleiche Überlegungen gelten auch für Modalfasern, mit deren Einsatz auf die Gebrauchswertverbesserungen der Endprodukte abgezielt wird. Nicht unerwähnt sei in diesem Zusammenhang die besondere Bedeutung der Modalfaser als Mischkomponente.

Nachfolgend soll jedoch ausschließlich auf einige Aspekte des Schußeintragverhaltens von OE-Rotorgarnen unterschiedlicher Feinheit aus 100 % Viskose- oder 100 % Modalfasern Bezug genommen werden.

2.1. Einflüsse auf den Schußeintrag

Bei dem Luftdüsen-Eintragsystem mit Hauptdüse, Stafettendüsen und Profilblatt übernimmt bekanntlich die Hauptdüse die Fadenbeschleunigung. Um diese auf das Höchstmaß zu steigern, muß die auf den Luftstrom bezogene Oberflächenschubspannung (Fadenzugkraft pro Oberflächeneinheit) maximale Werte annehmen. Die Funktion der Kraftübertragung wird dabei sowohl durch aerodynamische als auch garnseitige Parameter beeinflusst.

Die für die Bedingungen eines längsseitig umströmten Zylinders gültige Relation, wie in Abbildung 2 erkennbar, ist mit hinreichender Näherung für die Berechnung der Fadenschubkraft in der Hauptdüse anwendbar. Der darin ausgewiesene Funktionsanteil der Garnparameter, wird bei vorgegebener Fadenoberfläche und -feinheit nur noch durch den Luftreibungskoeffizienten  $C_x$  bestimmt. Da  $C_x$  als reiner Garnkennwert unter den Zustandsbedingungen einer Webmaschine nicht meßbar ist, bestimmt man einen spezifischen Luftreibungskoeffizienten  $C_G$ . Dieser unterscheidet sich, ebenso wie der spezifische dynamische Druck  $P$ , von der jeweiligen Ausgangsgröße in Gleichung (1), um den die aerodynamischen Einflüsse der Hauptdüse erfassenden Faktor  $K_D$ .

(1) 
$$F_{Fd} = C_x \cdot O_{Fd} \cdot \ell_D \cdot \frac{v_L^2 \cdot \rho_L}{2}$$

ANTEIL GARN
ANTEIL HAUPTDÜSE

MIT 
$$\frac{v_L^2 \cdot \rho_L}{2} \cdot K_D = P$$

UND 
$$C_x \cdot K_D = C_G$$

(2) WIRD 
$$F_{Fd} = C_G \cdot O_{Fd} \cdot \ell_D \cdot P$$

LEGENDE

$F_{Fd}$  FADENKRAFT

$C_x$  LUFTREIBUNGS-KOEFFIZIENT (GARN)

$O_{Fd}$  FADENUMFANG

$\ell_D$  FADENLANGE IN DÜSE

$v_L$  LUFTGESCHWINDIGKEIT

$\rho_L$  DICHT E LUFT

$K_D$  FAKTOR (DÜSENABHÄNGIG)

$C_G$  SPEZIFISCHER LUFT-REIBUNGS-KOEFFIZIENT

$P$  SPEZIFISCHER DYNAMISCHER DRUCK

Abb. 2: Fadenantriebskraft beim Luftdüsen eintrag (Hauptdüse)

Unter Beachtung dieses Zusammenhanges können  $C_G$ -Werte für verschiedene Faser- und Filamentgarne bestimmt werden. Im vorliegenden Fall beschränkt sich deren Gültigkeit somit auf die Eintragsbedingungen an Sulzer-Rüti Luftdüsen-Webmaschinen.

Für OE-Rotorgarne aus Viskosefasern liegt dieser Luftwiderstandskoeffizient  $C_G$  um ca. 10 % und aus Modalfasern um ca. 5 % unter dem eines vergleichbaren OE-Rotorgarnes aus Baumwollfasern.

Diese materialbedingten Unterschiede müssen sich auch im zeitabhängigen Geschwindigkeitsverlauf ausweisen, was in Abbildung 3 bestätigt wird. Die Kurve für das Baumwollgarn weist, gleiche Einstellungen vorausgesetzt, die höchste Geschwindigkeit und die kürzeste Eintragszeit aus.

Die gegenüber dem Viskosegarn etwas höhere Geschwindigkeit des Modalfasergarnes hat ihre Ursache in dem um 10 % größeren Haarigkeitsindex, wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist.

Aus anwendungstechnischer Sicht ist dies jedoch kein gravierender Nachteil, solange diese etwas geringere Beschleunigungsfähigkeit des Garnes durch Anpassung des Hauptdüsendruckes kompensierbar ist. Für Viskosefasergarne ist dies der Fall, da nur selten, wenn überhaupt, grobe Garne ausgesponnen werden, die den vorgegebenen Druckbereich der Hauptdüse überfordern könnten.

Sieht man von Sonderfällen ab, so ist den Viskosefasergarnen im allgemeinen und speziell auch denen mit OE-Rotorgarn-

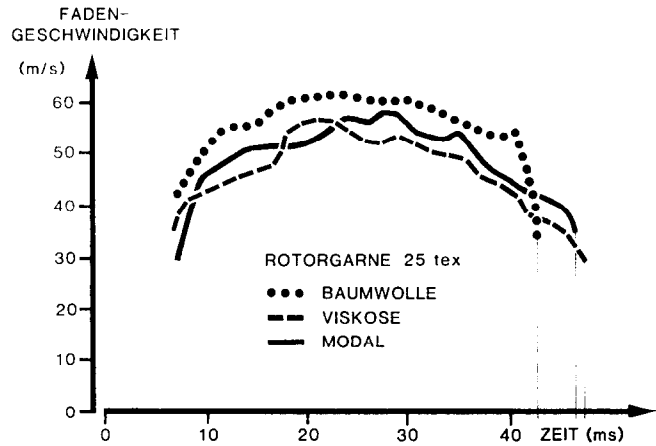


Abb. 3: Verlauf der Schußfadengeschwindigkeit

Tabelle 1: Garneigenschaften kennwerte vergleichener OE-Rotorgarne

GARNTYP	MERKMAL	$F_{max}$	$CV_{F_{max}}$	$E_{F_{max}}$	$W_{F_{max}}$	$CV_{Masse}$	HAARIG- KEIT
		(cN/tex)	(%)	(%)	(cN·cm)	(%)	cm / 1 cm
17 tex (Nm 60) 1,3 dtex	Viskose	11.9	9.2	10.4	685	15.3	3.58
	Modal	14.2	10.2	7.3	576	15.0	4.03
20 tex (Nm 50) 1,3 dtex	Viskose	12.3	9.0	10.4	865	14.3	3.74
	Modal	14.6	9.5	8.2	745	14.2	4.22
25 tex (Nm 40) 1,3 dtex	Viskose	12.2	9.6	11.1	1097	14.9	4.86
	Modal	15.2	10.2	8.3	978	12.9	5.14
25 tex (Nm 40) 1,7 dtex	Viskose	11.7	8.8	10.7	1010	15.7	4.80
	Modal	13.3	9.1	8.3	838	15.6	5.47
25 tex (Nm 40)	Bw	12.3	8.0	5.5	474	15.4	-

strukturen ein gutes Schußeintragsverhalten auf Luftdüsen-Webmaschinen zu attestieren. Es stellt sich vielmehr die Frage nach der verträglichen Garnbelastbarkeit im Rahmen heutiger Leistungsangebote mit Luftdüsen-Webmaschinen und damit nach den sich für die Zukunft möglicherweise abzeichnenden Leistungsbegrenzungen.

2.2. Aspekte der Garneigenschaften

Anhand von speziell durchgeführten Versuchen und Berechnungen wurde dieser Fragestellung nachgegangen. Zu diesem Zweck wurden unter spinntechnisch identischen Bedingungen hergestellte OE-Rotor-Schußgarne der Feinheiten 17, 20 und 25 tex aus Viskose- und Modalfasern mit unterschiedlichen Eintragsleistungen verwebt.

Die für das Eintragsverhalten und die Beanspruchbarkeit wesentlichen Garneigenschaften-Kennwerte dieser Garne sind ebenfalls in Tabelle 1 zusammengefaßt. Die Zugprüfung erfolgte mittels Uster-Tensorapid nach dem Meßprinzip CRE 5 m/min. Die Garngleichmäßigkeit ( $CV_M$ ) und Haarigkeit (H) wurden auf dem Uster-Tester 3 bestimmt.

Auf Grund der Eigenschaftskennwerte ist feststellbar, daß:

- OE-Rotorgarne aus Viskose- und Modalfasern solchen aus Baumwolle hinsichtlich aller dynamometrischen Kennwerte überlegen sind, soweit der Qualitätsstandard vergleichbar ist,



- OE-Rotorgarne aus Modalfasern gegenüber solchen aus Viskosefasern wohl eine um 15 - 20 % höhere Festigkeit, dafür aber eine in ähnlicher Größenordnung geringere Dehnung aufweisen,
- der Einsatz feinerer Fasern (1,3 dtex anstatt 1,7 dtex) außer der Erweiterung der Ausspinnngrenze, insbesondere bei größeren Garnen, auch die Garnfestigkeit erhöht und
- die Haarigkeit der Modalfasergarne in OE-Rotorgarn-Struktur um ca. 10 % über der der Viskosefasergarne liegt.

Bereits diese Kennwerte lassen für OE-Rotorgarn aus Viskose- und Modalfasern höhere Auslastbarkeiten in bezug auf die Fadenbeanspruchung während des Schußeintrages erwarten, als sie vergleichsweise für Rotorgarne aus Baumwolle verträglich sind.

2.3. Die Fadenbelastungen beim Schußeintrag

Die umfassendsten Informationen über die dynamometrische Fadenbelastung während des Schußeintrages sind der Fadenkraftmessung zu entnehmen. Den für den Eintrag auf Luftdüsen-Webmaschinen typischen Kraftverlauf erkennt man aus Abbildung 4. Bemerkenswert ist der infolge kraftschlüssiger Fadenmitnahme relativ sanfte Belastungsanstieg während der Beschleunigungsphase. Die größte Belastungsspitze tritt in der Bremsphase auf. Sie erreicht dann maximale Werte, wenn der Faden von seiner leistungsabhängig erforderlichen Geschwindigkeit zum Zeitpunkt des Bremsbeginns direkt auf Stillstand abgebremst wird. Eine derartige Vollbremsung ist für Luftdüsen-Webmaschinen zutreffend, die mit spontan schließender Stoppervorrichtung ausgerüstet sind. Der vom jeweiligen Geschwindigkeitsgefälle abhängige Kraftstoß löst eine quasilongitudinale Dehnwelle im Faden aus. Entsprechend dem Elastizitätsverhalten des Fadens stellt sich eine adäquate Fadenspannung ein, die durch deren wellenförmige Fortpflanzung infolge Energieumsetzung über die eingetragene Fadenlänge abnimmt. Am höchsten belastet werden daher die eintragsseitigen, d.h. nahe des Stoppers positionierten Fadenabschnitte.

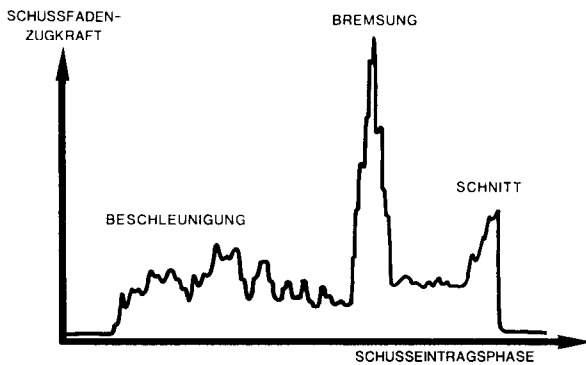


Abb. 4: Luftdüsenwebmaschine - Schußfaden-Zugkraftverlauf

Der Schußbruch als Folge einer Überbelastung erfolgt immer an der schwächsten Stelle des Garnes, wobei die Wahrscheinlichkeit für deren Vorhandensein mit zunehmender Fadenlänge wächst. Jede Schwachstelle wird dabei umso kritischer, je näher diese eintragsseitig gelagert ist.

Eine Vorstellung über die durch den Bremsvorgang auslösbaren Fadenbeanspruchungen sollen die nachfolgenden theoretischen Überlegungen vermitteln. Zu diesem Zweck sei auf die bereits anlässlich des Reutlinger Weberei Kolloquiums vorgetragenen Ausführungen verwiesen<sup>2</sup>. Berechnet man wiederum nach De Jager<sup>1</sup> den theoretischen Auslastungsgrad über das Energieäquivalent als das Verhältnis der durch den

Kraftstoß erzwungenen Dehnung zur Höchstzugkraft-Dehnung, so lassen sich im Vergleich der verschiedenen Garnarten verarbeitungstechnisch interessante Feststellungen treffen.

Zwecks verschiedener Vergleiche wurden Auslastungsquotienten für extremste Bremsbedingungen und die Annahme einer linearen Kraft-Dehnungsabhängigkeit berechnet. Als Basis wurden Leistungsbereiche von 1500 und 1850 m/min gewählt. Diese entsprechen mittleren Fadengeschwindigkeiten von ca. 60 bzw. 75 m/s.

Die Abbildung 5 zeigt in Gegenüberstellung beider Leistungsbereiche die theoretischen Auslastungsquotienten für OE-Rotorgarne der Feinheit 25 tex aus Viskose- und Modalfasern, die einerseits aus Fasern von 1,7 dtex und andererseits aus Fasern von 1,3 dtex gesponnen wurden.

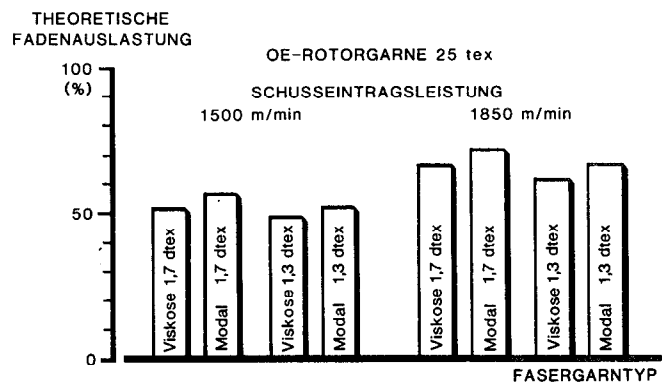


Abb. 5: Luftdüsenwebmaschine - theoretische Fadenauslastung beim Bremsvorgang

Es ist erkennbar, daß:

- der Geschwindigkeitsanstieg als Folge der Leistungserhöhung eine überproportionale Steigerung der Fadenbelastung zur Folge hat,
- die OE-Rotorgarne aus Modalfasern eine sogar höhere Auslastung als die aus Viskosefasern erfahren, deren Ursache in dem gegenüber der Höhe der Festigkeitszunahme größeren Dehnungsverlust begründet ist,
- das Arbeitsvermögen der Modalfasergarne, wie in Abbildung 1 bereits ersichtlich, niedriger als das der Viskosefasergarne ist.

Es ist außerdem ersichtlich, daß:

- durch den Austausch größerer gegen feinere Fasern eine Garnfestigkeitserhöhung und damit eine Verringerung der Auslastung erzielbar ist.

In Abbildung 6 werden OE-Rotorgarne der Feinheit 25 tex aus Viskose- und Modalfasern mit einem OE-Rotorgarn aus Baumwolle verglichen. Das Säulendiagramm zeigt die wesentlich höhere Auslastung des Baumwollgarnes gegenüber jener der Viskose- und Modalfasergarne. Die Aussage bestätigt damit die einleitend postulierten Eigenschaftsvorteile der Viskosefaser- und Modalfasergarne.

In einem weiteren Diagramm (Abb. 7) wird der Einfluß der Garnfeinheit auf den Auslastungsgrad für beide Leistungsbereiche dokumentiert. Zu diesem Zweck wurden OE-Rotorgarne aus Viskosefasern der Feinheiten 17 tex, 20 tex und 25 tex verglichen. Die Auslastung nimmt bekanntlich mit zunehmender Garndicke ab, was wiederum ausweist, daß die feineren Garne gefährdeter, d.h. eher überlastet, sind. In Übereinstimmung mit Praxiserfahrungen schlägt sich dies in einer größeren Fadenbruchhäufigkeit nieder.

Diese Aussage gilt, wie aus Abbildung 8 erkennbar ist, gleichermaßen auch für die Modalfasergarne.

Diese Abhängigkeiten sind außerdem direkt aus den Kraft-Dehnungskurven ableitbar. In Abbildung 9 sind die Kraft-Dehnungskurven (Mittelwert) der hinsichtlich Garnfeinheitsunterschiede verglichenen OE-Rotorgarne aus Viskosefasern er-

kennbar. Mit zunehmender Garndicke (tex-Feinheit) vergrößert sich die Steilheit des Anstieges, was einer Erhöhung des Elastizitätsmoduls entspricht. Damit in direkter Abhängigkeit steht auch die geringere spezifische Auslastung der größeren Garne. Die gleichen Aussagen sind der Abbildung 10 für OE-Rotorgarne aus Modalfasern zu entnehmen.

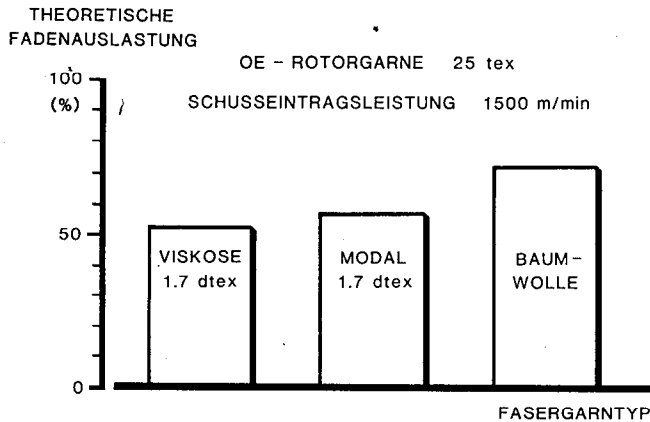


Abb. 6: Luftdüsenwebmaschine - materialabhängige Fadenauslastung beim Bremsvorgang

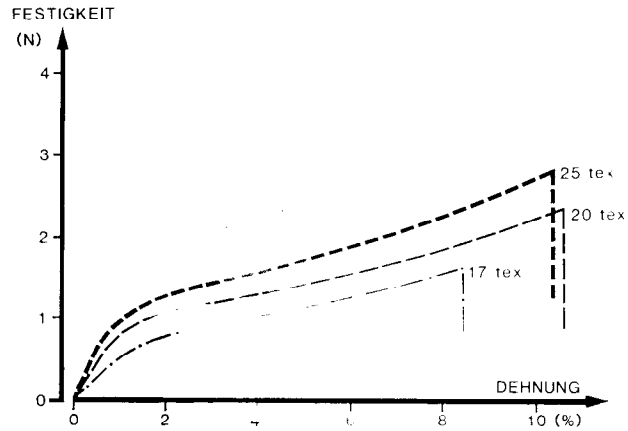


Abb. 9: Kraft-Dehnungskurven (Mittelwerte) - OE-Rotorgarn aus Viskosefasern

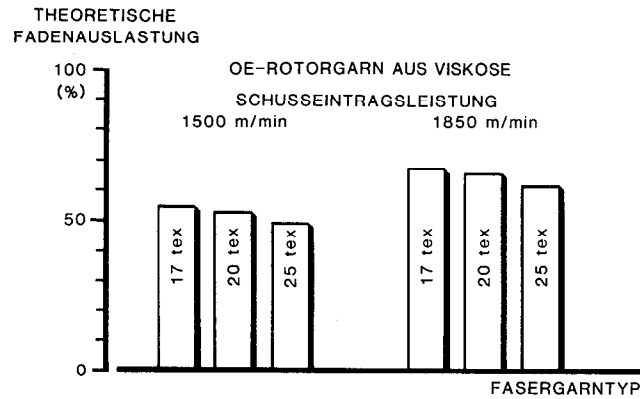


Abb. 7: Luftdüsenwebmaschine - feinheitsabhängige Fadenauslastung beim Bremsvorgang

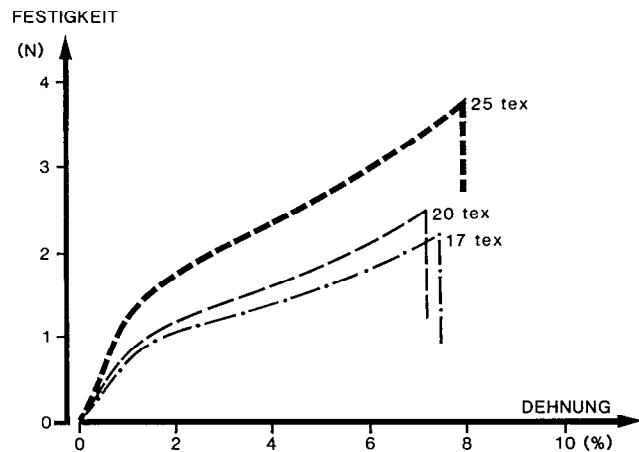


Abb. 10: Kraft-Dehnungskurven (Mittelwerte) - OE-Rotorgarn aus Modalfasern

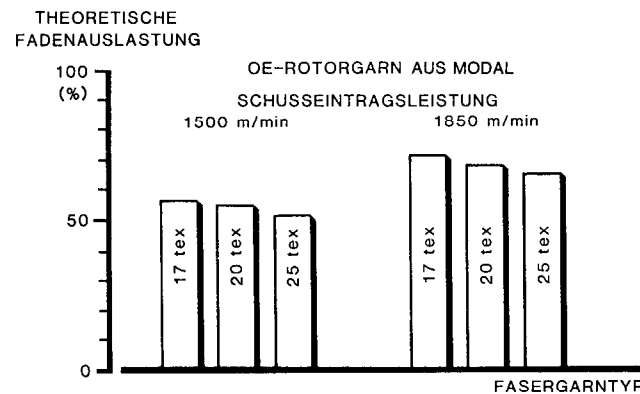


Abb. 8: Luftdüsenwebmaschine - feinheitsabhängige Fadenauslastung beim Bremsvorgang

Die Kraft-Dehnungskurven dokumentieren außerdem den materialabhängigen Unterschied vergleichbarer OE-Rotorgarne aus Viskose- und Modalfasern in eindrücklicher Weise. Das höhere Arbeitsvermögen und die als Folge bereits ausgewiesene geringere Auslastung der Viskosefasergarne gegenüber Modalfasergarnen bei Zugbeanspruchung hat darüber hinaus auch Auswirkungen auf den Schußfaden-Zugkraftverlauf. Die Abbildung 11 zeigt diese Einflüsse am Beispiel von OE-Rotorgarnen der Feinheit 17 tex. Es wird offensichtlich, daß sowohl die absolute Kraftspitze beim Bremsen als auch die Spitze beim Schneidvorgang im untersuchten Fall für das Modalfasergarn um ca. 15 % höher ist als beim vergleichbaren Viskosefasergarn.

Sieht man einmal von dem variablen Qualitätseinfluß ab und setzt ein durch Material und Struktur gegebenes Niveau der dynamometrischen Garnkennwerte voraus, so ist eine Reduzierung des Auslastungsgrades, wenn erforderlich, nur noch direkt

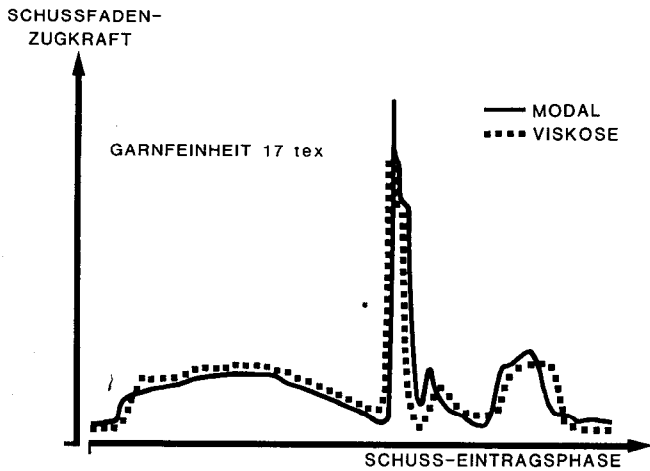


Abb. 11: Schußfaden-Zugkraftverlauf - Verlauf von OE-Rotorgarnen aus Viskose- und Modalfasern

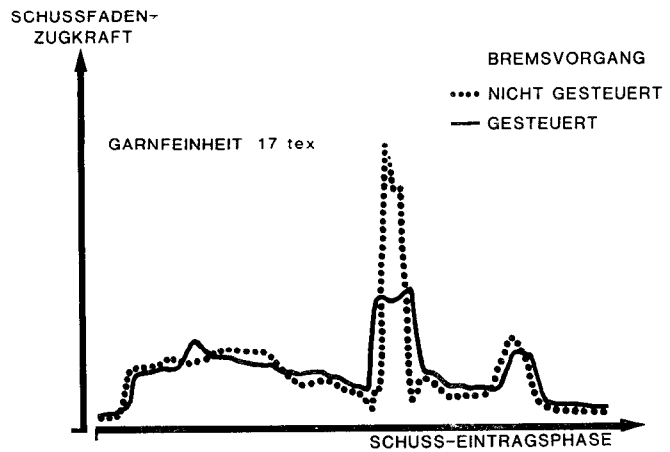


Abb. 12: Schußfaden-Zugkraftverlauf OE-Rotorgarn aus Viskosefasern

durch die maschinenseitige Beeinflussung selbst erreichbar. Notwendigerweise muß dies bei Luftdüsen-Webmaschinen über eine Beeinflussung des Bremsvorganges erfolgen. Im Rahmen von Versuchen konnte durch derartige Maßnahmen bei angenähert gleichem Stillstands-niveau die anfängliche Leistung der Versuchsmaschine von 1500 m/min auf 1850 m/min gesteigert werden. Die Wirksamkeit der durch Steuerung des Geschwindigkeitsgefälles beim Bremsvorgang gezielt reduzierten Spitzenbelastung wird anhand der verglichenen Schußfaden-Zugkraftverläufe in Abbildung 12 erkennbar. Die Messungen erfolgten mit einem OE-Rotorgarn aus Viskosefasern der Feinheit 17 tex. Identische Aussagen sind der Abbildung 13 für Modalfasergarne zu entnehmen.

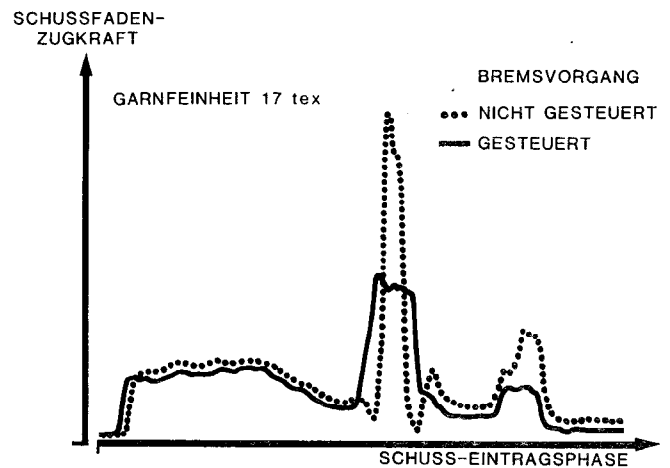


Abb. 13: Schußfaden-Zugkraftverlauf - OE-Rotorgarn aus Modalfasern

2.4. Erfahrungen aus Praxisanlagen

Seit mehr als 10 Jahren werden Viskosefasergarne sehr erfolgreich auf Sulzer-Rüti Luftdüsen-Webmaschinen verarbeitet. Dies gilt sowohl für deren Einsatz im Schuß in Verbindung mit Filamentgarnketten als auch für deren Verarbeitung in Kette und Schuß, sofern zumindest bei leinwandbindigen Gewebekonstruktionen und mittleren Garnfeinheiten eine Kettichte von 30 Fd/cm nicht wesentlich überschritten wird.

Die mehrheitlich 190 cm breiten Webmaschinen laufen mit Betriebsdrehzahlen von 650 bis 700 Touren/min. Unter diesen Bedingungen werden Webernutzeffekte erreicht, die um 95 % liegen. Derartige Webernutzeffekte sind aber nur erzielbar, wenn das Limit von insgesamt 3 Stillständen pro 10<sup>5</sup> Schuß nicht überschritten wird. Der dabei eingesetzte Anteil von OE-Rotorgarnen im Schuß ist weiterhin zunehmend. Diese praxisbezogenen Aussagen bestätigen zugleich die bereits vorangegangene Feststellung, daß Viskosefasergarne höheren Belastungen genügen können als vergleichbare Baumwollgarne.

3. Schlußfolgerungen

- OE-Rotorgarne aus Viskose- und Modalfasern sind auf den Märkten zunehmend gefragt. Damit steigt auch das Interesse dafür, diese Garne mit höchsten Eintragsleistungen auf Luftdüsenwebmaschinen zu verweben.
- Ihre Garneigenschaften ermöglichen speziell im Schußeintrag auf derartigen Webmaschinen höhere Eintragsleistungen als die der OE-Rotorgarne aus Baumwolle, vergleichbare Qualität der Garne vorausgesetzt.

- Die Stillstandshäufigkeit kann verfahrensbedingt unverträgliche Ausmaße annehmen, wenn bei Artikeln mit Fasergarnketten eine bestimmte Kettichte überschritten wird. Die Folge zu hoher Kettichten oder ungenügender Voraussetzungen seitens der Kettherstellung ist die Zunahme kettbedingter Schuß-Stillstände. Ein Ausweichen auf Projektil- (Abb. 14) oder Greiferwebsysteme (Abb. 15), mit denen auch unter derartigen Bedingungen hohe Nutzeffekte erreichbar sind, ist dann angeraten.
- Die maximale Belastung des Schußfadens erfolgt an Luftdüsen-Webmaschinen während der Bremsphase. Durch eine gezielte Beeinflussung der Bremsvorgänge sind auch in Zukunft weitere Leistungssteigerungen realisierbar.
- Bezogen auf das Widerstandsverhalten der Garne gegenüber den Belastungen beim Schußeintrag, kommt den dynamometrischen Eigenschaften größte Bedeutung zu. Garnfestigkeit und -dehnung sind dabei in ihrer Wertigkeit äquivalent.
- Durch den Verlust an Dehnung wird der für Modalfasergarne ausweisbare Vorteil der höheren Festigkeit gegenüber Viskosefasergarnen hinsichtlich deren Belastbarkeit bei Schußbeanspruchung wieder aufgezehrt.
- Die echten Vorteile des Modalfasereinsatzes für die gezielte Gebrauchswertbeeinflussung bleiben von dieser Aussage unberührt.

— Seit mehr als 10 Jahren werden auf Sulzer-Rüti Luftdüsen-Webmaschinen (Abb. 16) Viskosefasergarne verschiedener Feinheiten und Strukturen sehr erfolgreich verarbeitet. Dies sowohl bei höchsten Eintragsleistungen als auch bester Gewebequalität.

— Weitere Leistungssteigerungen werden auch in Zukunft durch verbesserte Steuerungstechnik und Automation seitens der Maschinen gegeben und industriell nutzbar sein.

Abschließend möchten wir der Firma Lenzing AG für die Bereitstellung der Garne und der Zellweger AG für die Mithilfe bei den Garnprüfungen danken.

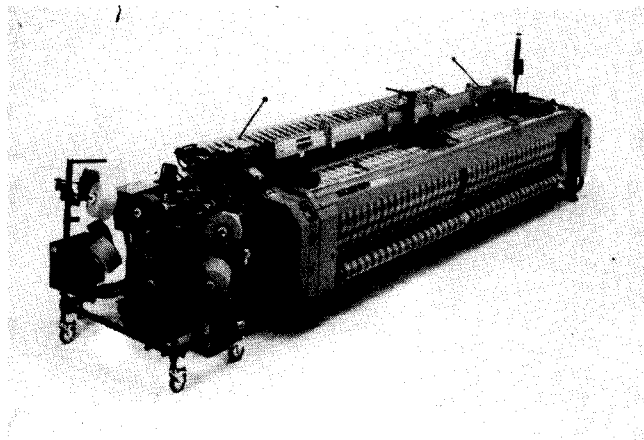


Abb. 14: Sulzer Rüti Projektilwebmaschine P 7100

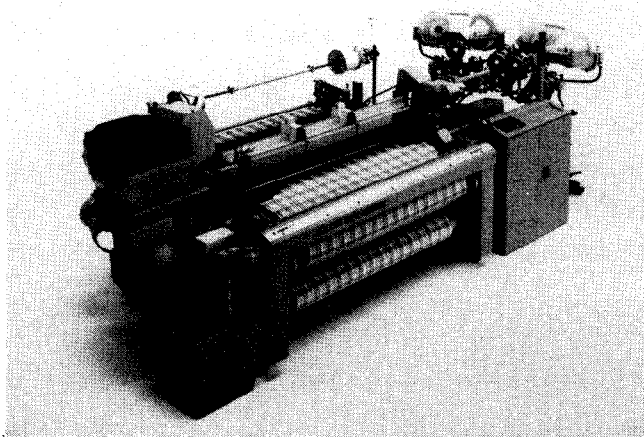


Abb. 15: Sulzer Rüti Bandgreiferwebmaschine G 6100

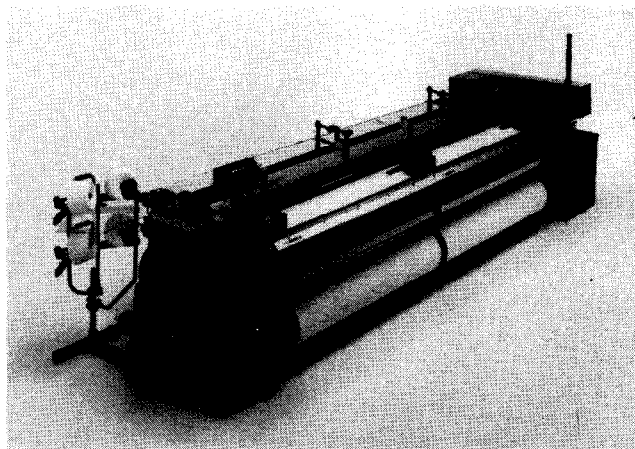


Abb. 16: Sulzer Rüti Luftdüsenwebmaschine L 5100

#### Diskussion

**Schrefl:** Herr Ing. Pfister, in welchem Bereich lag denn in etwa die Garndrehung bei diesen verwendeten Garnen?

**Pfister:** Die Garndrehung selbst, da muß ich passen, da müßte ich die Herren da unten fragen.

**Kampl:** Bei der Normalviskose alphametrisch 105 und bei Modal alphametrisch 110 bis 115. Bei Baumwolle kann ich leider keine Antwort geben, die hat die Firma Sulzer nicht von uns bekommen.

**Schrefl:** Sind die Gewebe, die nach diesem Verfahren mit diesen Materialien hergestellt wurden, für die Einsatzzwecke hinsichtlich Maßänderungsverhalten weiter untersucht worden?

**Pfister:** Nein, das haben wir nicht untersucht, wir haben lediglich Schußeintragsversuche durchgeführt, um festzustellen, wie sich die Garne bei diesen hohen Eintragsleistungen bezüglich der Stillstände und Verarbeitungsmöglichkeiten verhalten.

**Mach:** Noch einige Fragen zum besseren Verständnis: Wie groß ist dieser Haarigkeitsunterschied, den die Garne ja aufgewiesen haben? Wie weit geht dieser ein? Wie groß ist da der Anteil, bezogen auf den Unterschied der Auslastung der Garnfestigkeit?

**Pfister:** Da haben wir nichts Konkretes, der Haarigkeitsunterschied von ca. 10 % hat nur geringen Einfluß auf die Fadengeschwindigkeit beim Schußeintrag.

**Mach:** Haben Sie den Haarigkeitsunterschied bei der theoretischen Berechnung nicht berücksichtigt?

**Pfister:** Nein.

**Mach:** Der ist also nicht berücksichtigt worden, d.h., die Ergebnisse sind rein auf das Zugkraft- und Dehnungsverhalten bezogen?

**Pfister:** Richtig.

#### Literatur

- 1) De Jager, G.: Untersuchung und Simulation des Schußeintrags an Luftdüsen-Webmaschinen. Unveröffentlichte Dissertation, ETH Zürich, Inst. f. Textilmaschinenbau und Textilindustrie (Prof. H.W. Krause)
- 2) Weissenberger, W. Frick, E.; Text. Prax. Int., 4, 382-391 (1989)

## Dyeing Properties and Textile Processing of Viscose, Modal and Cellulosecarbamate-Spun Fibres

(Färberische Eigenschaften und textile Verarbeitung von Viskose, Modal und aus Cellulosecarbamate ersponnenen Fasern)

Dr. P. Nousiainen, Kemira OY Säteri, Valkeakoski, O.T. Turunen, K. Meinander, L. Mandell, J. Fors, Neste OY, Kullo, L. Pakkala, R. Taurio, Tampere University of Technology, Tampere, Finnland

Viscose, modal and cellulose carbamate spun fibres (CCA) were submitted to comparative dyeing affinity investigations with reactive, direct, sulfur, acid and vat methods. The effect of different bleaching methods on cellulose carbamate spun fibre (CCA) was studied by using unbleached tow.

The model fibres were subjected to yarn spinning processes in order to manufacture woven and knitted CCA, CCA/polyester and CCA/cotton fabrics. The effect of different textile pretreatment methods on the properties of fabrics was studied with respect to sizing, desizing, bleaching, mercerizing, causticizing and steaming processes.

CCA and CCA/cotton fabrics were dyed with different types of reactive, direct, sulfur and vat dyes. CCA/polyester fabrics were dyed with the main industrial methods, exhaustion, padpatch and thermosol.

CCA and CCA/polyester fabrics were also subjected to different aftertreatment processes. Chemicals used were DMU, DMDHEU, modified DMDHEU, silicones and phosphonopropionamide flame retardant.

Viscose, modal and CCA fibres showed a higher dyeing affinity compared with cotton, as known generally before.

Modal fibres showed in many cases the darkest shade, however, the dye uptake was highest in the case of CCA fibres. This can be seen as further evidence for the importance of core structure in dyeing of regenerated cellulose fibres.

Alone and together with cotton CCA fibres are easy and with good evenness dyeable with common dyes for cellulose fibres. Mild causticizing did not have any effect on the dye uptake but strong alkali caused a loss of strength as usual for viscose fibres.

The sizing of CCA yarns can be carried out with lower amounts of acrylate sizing agents compared with viscose. This was the result also in bleaching when using the alkaline peroxide or hypochlorite method.

Viscose fibres in earlier studies and CCA fabrics in the present study showed increased or unchanged mechanical characteristics after heating and acid-catalyzed DP-treatments with N-methylol compounds. The treatment of fabrics with modified DMDHEU produced fabrics with very low (52 - 85 ppm) contents of free formaldehyde. Silicones increased additionally the self-smoothing performance and the abrasion resistance of the fabric.

Aus Viskose, Modal und aus Cellulosecarbamate ersponnene Fasern (CCA) wurden auf Farbauffähigkeit hin untersucht, bei der Reaktiv-, Direkt-, Schwefel-, Säure- und Küpenfarbstoffe angewandt wurden. Untersuchungen von verschiedenen Bleichmethoden wurden bei CCA auf unbleichtem Kabel durchgeführt.

Die Musterfasern wurden gesponnen, um daraus Gewebe und Maschinenware in CCA, CCA/Polyester und CCA/Baumwolle zu erhalten. Die Auswirkungen verschiedener textiler Vorbehandlungen auf die Viskose- und CCA-haltigen Stoffe wurden durch Schlichten, Entschlichten, Bleichen, Mercerisieren, Laugewaschen und Dämpfen untersucht.

Die Mustergewebe wurden mit verschiedenen reaktiven, direkten Schwefel- und Küpenfarbstoffen gefärbt.

Die Stoffe aus CCA/Polyester wurden nach den herkömmlichen Industrieverfahren, wie Auszieh-, Foulard- und Thermosolverfahren, gefärbt. Die Stoffe aus CCA und CCA/Polyester wurden verschiedenen Nachbehandlungen unterzogen. Die verwendeten Chemikalien waren DMU, DMDHEU, modifiziertes DMDHEU, Silikone und ein Flammschutzmittel aus Phosphonopropionamid.

Die Fasern aus Viskose, Modal und CCA wiesen, wie schon früher, eine höhere Farbauffähigkeit als Baumwolle auf. Während die Modalfasern häufig die dunkleren Töne zeigten, war die Farbstoffaufnahme im Falle der CCA-Fasern am größten. Dies ist ein weiterer Beweis der Wichtigkeit der Kernstruktur bei der Färbung regenerierter Cellulosefasern.

Viskose-, Modal- und CCA-Fasern sind 100 %ig und in einer Mischung mit Baumwolle leicht mit herkömmlichen Farbstoffen für Cellulosefasern zu färben, wobei eine gleichmäßige Färbung erzielt wird. Eine milde Behandlung mit Lauge beeinflusste die Farbaufnahme der CCA-Fasern nicht. Dagegen verursacht eine stärkere Behandlung den erwarteten Festigkeitsverlust der Fasern.

Im Gegensatz zu Viskosegarnen können CCA-Garne mit kleineren Mengen Acrylat geschlichtet werden. Ebenfalls verlangte das Bleichen von CCA-Garnen kleinere Mengen an Alkali-Peroxid oder Hypochlorit.

Viskosefasern erwiesen bei früheren Prüfungen und CCA-Stoffe bei den jetzigen Untersuchungen gestiegene oder unveränderte mechanische Eigenschaften nach einer heißen, säurekatalysierten DP-Behandlung mit Zusammensetzungen von N-Methylol-Verbindungen. Eine Hochveredlung mit modifiziertem DMDHEU ergab sehr niedrige (52 - 85 ppm), freie Formaldehydwerte. Silikone erhöhten die Knitterechtheit und die Scheuerfestigkeit der Stoffe.

## Introduction

The methods of preparing regenerated cellulosic fibres based on cellulose xanthate and a copper-ammonium complex will be a hundred years old in the next decade<sup>1,2</sup>. During this time the production volume and technology and the quality of the fibres, particularly those produced by the viscose route, have been very substantially developed. However, because of the methods used for the dissolving and regeneration of the cellulose, the industry has remained capital and raw material intensive and has a high impact on the environment. For this reason it is important from the point of view of the viscose fibre industry's future both to develop present methods to meet present-day demands and to carry out research into the adoption of new methods. Production volumes stabilised in the 1960s and 1970s in absolute terms, but declined throughout this period in relative terms<sup>3</sup>. By the end of 1987 the production capacity in Western Europe and indeed throughout the world had aligned itself more with actual demand. At the same time demand for viscose fibres as a high-quality fashion fibre showed a sharp increase. This was due to the versatility of viscose fibres in processing and applications, combining the best characteristics of both natural and man-made fibres:

- "breathing", absorption and physiological aspects,
- good processing characteristics on modern textile and clothing machinery,
- versatility of end-product applications,
- viscose fibres are made of naturally-polymerised cellulose and therefore biodegradable.

Dissolving methods for cellulose have been a constant subject of research since 1857 when Schweizer developed his copper-ammonium method<sup>4,5</sup>. Other aqueous solution methods are nitrocellulose, xanthate and carbamate routes, the last-named having been used for the production of regenerated fibres only very recently<sup>6,7</sup>. It is characterised by the use of urea dissolved in ammonia for impregnation of the cellulose, the application of heat at a temperature above the melting point of urea to evaporate the ammonia, and the adjustment of the degree of polymerisation in the cellulose carbamate by electron radiation. After this processing the cellulose carbamate is soluble in a cold 6 - 10 percent solution of sodium hydroxide (the low temperature preventing hydrolysis), from which it can be regenerated as a fibre by wet spinning. The advantages of the carbamate route over the viscose route are as follows:

- the use of environmentally dangerous carbon disulphide is eliminated, being replaced by ammonia and urea,
- high spinning speeds may be used,
- cellulose carbamate can be stored before solution,
- the cellulose carbamate solution does not require ripening,
- cellulose carbamate manufacture may be carried out separately from the fibre production,
- different spinning baths and finishing processes may be used to produce fibres with different attributes.



A comparison of the manufacturing processes for fibres based on cellulose xanthate and cellulose carbamate is presented in figure 1.

crystallinity). Carded cotton was also used for comparison. The CCA and cotton were bleached at a temperature of 95 - 100 °C (CCA for 20 min and cotton for 40 min).

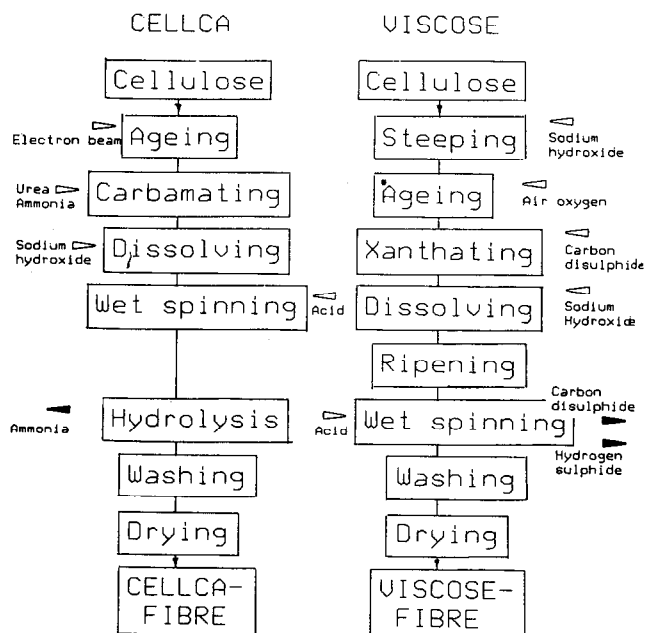


Fig. 1: Manufacturing process schemes of regenerated cellulosic fibres by applying xanthate and carbamate method

In addition to aqueous solutions a number of dissolving methods are known which use various organic solvents, the most important being DMSO-formaldehyde, N-methyl morpholine oxide and lithium chloride-N, N-dimethyl acetamide as well as other mixtures of the salts of dimethyl acetamide<sup>4,5,8,9,10</sup>. As the regeneration stage of these processes does not involve a chemical reaction, control of the spinning is more difficult in a high-speed process. Moreover, the process must involve complete recovery of the solvents used because of both environmental and economic considerations.

The purpose of this paper is to increase awareness of the characteristics of the viscose and modal fibres made by Kemira Oy Säteri, particularly with regard to their processability in dyeing and finishing, and to compare them with regenerated cellulosic fibres produced by the cellulose carbamate process on a pilot scale.

As may be concluded from the published details of the cost structures and technical fibre characteristics, the cellulose carbamate route does not at this stage of its development offer clear advantages compared with the xanthate route. It will also be necessary to know more about the processability and the product attributes in order to form an overall picture.

**Material and Methods**

**Material**

The characteristics of the viscose, modal, regenerated cellulose carbamate (CCA) and polynosic fibres used in this research are presented in table 1. The stress-strain curves of the fibres are presented in table 2. These show that the CCA fibres produced on a pilot scale exhibit some characteristics similar to those of viscose fibres (tenacity, resistance to mercerisation, degree of polymerisation, orientation) and some more like HWM fibres (wet modulus, extension at break, moisture content, degree of

Table 1: Mechanical general properties of regenerated cellulose fibres and test fibres in present study

CONDITIONS/PROPERTIES	VISCOSE	HWM	POLYNOSIC	CELLCA
RAW MATERIAL				
- Alpha-cellulose -%	87 - 95	95 - 98	95 - 98	89 - 96
- DP	1000	1000	1250	800
SPINNING DOPE				
- Cellulose -%	7 - 10	5 - 7	5 - 6	5 - 10
- NaOH -%	5 - 7	5 - 7	3 - 5	6 - 10
- Carbon disulphide -%	30 - 40	35	35 - 55	-
- Amins	-	+	-	-
- Polyglycols	-	+	-	-
SPINNING BATH				
- Sulphuric acid -%	8 - 10	2 - 10	1 - 3	6 - 14
- Sodium sulphate -%	15 - 30	15 - 25	+	15 - 25
- Zinc sulphate -%	1 - 3	10	+	0 - 1
- Temperature °C	40 - 60	25 - 45	25	25
- Spinning speed m/min	40 - 100	30 - 50	10 - 20	40 - 70
STRETCHING BATH				
- Hot dilute acid	+ -	+	+	Hot water
THE STRUCTURE OF THE FIBRE				
- DP	280 - 400	450	500	250 - 400
- Crystallinity -%	33 - 36	37 - 42	40 - 47	35 - 40
- Orientation -%	70 - 80	80 - 90	80 - 90	75 - 85
FIBRE PROPERTIES				
- Tensile strength N/tex	0.2 - 0.3	0.3 - 0.5	0.4 - 0.7	0.2 - 0.3
- Wet tensile strength %	55	70	70	65
- Wet modulus N/tex	0.5 - 1.0	1.0 - 1.2	1.2 - 1.8	1.0 - 1.5
- Elongation at break %	18	14	10	14
- Wet elongation at break %	25	18	12	14
- Shrinking %	12 - 15	5 - 7	5 - 7	10
- Moisture content %	13	11 - 12	11 - 12	11
- Mercerization	-	+	+	-
TEST FIBRES				
- Nitrogen content %	38	38	38	0.19
- Fibre length mm	1.7	1.7	1.3	36
- Fibre titre dtex	2.4	3.8	3.0	1.63
- Tensile strength cN/dtex	22.0	14.0	18.0	2.48
- Elongation at break %	0.60	2.3	2.0	13.5
- Loop strength cN/dtex				0.51

Table 2: Properties of 13-17 tex yarns manufactured from different viscose fibres, modal, and CCA

FIBRE IN RING SPINNING	TEX	NM	BREAKS / 1000 SPH	TENACITY cN/tex	EXTENSION %	EVENNESS U <sub>2</sub>	NEPS CLASS/MAT A4, B4, C3, D3
1.7 / 38-40 Br F VISCOSE	15	65	0	14.4	12.2	11.3	360 10
1.3 / 38-40 Br MS VISCOSE	13	77	0	16.7	13.0	11.1	223 12
1.7 / 38-40 Br MS VISCOSE	15	65	0	15.8	13.6	11.5	295 18
1.7 / 36-40 Br SMD MODAL	15	66	0	15.7	12.0	11.6	260 14
1.7 / 38 Br CCA	15	65	39	10.0	7.1	12.0	936 20
1.7 / 38 Br 50 Br CCA / COMB COTTON	20	50	33	14.0	6.3	11.5	820 18
FIBRE IN DE SPINNING 90000 RPM, TURN 885, ROTOR 36-T-0							
1.3 / 38-40 Br MS VISCOSE	17	58	= 20	11.6	10.6	-	40 0
1.7 / 38 Br CCA	25	40	> 3000	9.4	6.9	11.1	317 0 80000 RPM

For the woven and knitted materials to be tested, the fibres were spun on a ring-spinning frame (Rieter) as follows:

- 100 % CCA into 20 tex yarn,
- 50/50 % CCA/CO into 20 tex yarn and
- 33/67 % CCA/PES into 38 tex yarn.

The woven fabrics were produced on a Dornier rapier loom from 100 % CCA and CCA/PES with an acrylate-sized (Quicksolan CH ) warp. The warp density was 220 - 250/10 cm and weft density 200 - 210/10 cm, giving a cloth weight of 90 g/m<sup>2</sup> (CCA, plain weave) and 85 g/m<sup>2</sup> (CCA/PES, twill). The cotton/CCA

fabric was knitted on a four-feed machine (Bentley) into an interlock using doubled 20 tex yarn. The weight of the fabric was 310 g/m<sup>2</sup>.

A high nitrogen-content (2.0 %) CCA tow was produced on a pilot plant for bleaching trials. The bleaching methods studied were as follows:

- acid hydrogen peroxide (1.5 g/l H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, pH 6.5)
- alkaline hydrogen peroxide (1.5 g/l H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, pH 10.5)
- as above, with stabiliser (0.8 g/l)
- hypochlorite (1 g/l active Cl, pH 10.5)
- sodium chlorite (1 g/l, pH 3.5).

#### Fibre Dyeing

The fibres presented in table 1, except polynosic, were dyed with different types of dyestuffs, and dyebath exhaustion was followed by spectrophotometric measurement of samples from the dyebath. With each dyestuff a calibration curve was first established with known quantities in order to measure the varying quantities in the trials. This was possible in the cases of reactive, direct and vat dyes, but in the case of HT dispersion dyeing the concentration was measured only at the conclusion of the dyeing. The fibres were dyed in accordance with the manufacturers recommendations and using the following dye groups and types:

- Reactive dyes: Remazol Brilliantblau R, C.I. Reactive Blue 19, sulphatoethyl sulphone Levafix Blau E-FR, C.I. Reactive Blue 68, vinyl sulphonyl Cibacron Blau F-R, C.I. Reactive Blue 182, aminofluor triazine
- Direct dyes: Durazol Blue 8 GS, C.I. Direct Blue 86, copper phthalocyanine Solophenylblau 2BL, C.I. Direct Blue 106, diazo dye Indosol Blau SF 3RL and Indosol E-50 Pulver for fixing
- Vat dyes: Cibanon Marineblau RA, C.I. Vat Blue 4, indanthrone
- Sulphur dyes: Diresul Black RC, liquid
- Acid dyes: Lanacron Marineblau S2B, neutral dye Sandolan Echtblau P-L, dilute acid dye
- Optical bleaching Uvitex 2 B

#### Cloth Pretreatment

Both test woven fabrics were warped and sized on a Hergeth pattern warping machine using an acrylate size (Quicksolan CH<sub>3</sub>, 7 %/CCA and 4 %/CCA-PES). Desizing was carried out by washing at 60°C with 2.5 g/l of a non-ionic detergent. The fabrics were dried in a tumbler drier for 30 min at 50°C.

The woven and knitted fabrics were also given the following pretreatments:

- bleaching, 100 % CCA (alkaline H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1.5 g/l, pH 10.5),
- bleaching, 50/50 % CCA/CA (two-stage hypochlorite H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>),
- bleaching, 33/67 % CCA/PES (alkaline H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1.5 g/l, pH 10.5, or not bleached),
- cold alkali treatment (CCA and CCA/CO) for 30 min at room temperature (2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 and 500 g/l NaOH),
- hot alkali treatment at 100°C for 4.5 h (2, 5, 10, 20 and 50 g/l NaOH),
- mercerising (CCA and CCA/CO) for 30 s in 17 % NaOH,
- steaming and fixing for 2 min at 140°C,
- sterilisation for 30 min at 140°C, 300 - 400 kPa.

The length, breadth, warp and weft density and tenacity of the knitted and woven fabrics were determined in accordance with SFS (ISO) standards. The DP of the fibres was determined using the CUEN method of standard SCAN C15:62.

#### Dyeing of Fabrics

Continuous and semi-continuous methods were used in the dyeing, and the influence of cold alkali treatments, and the influence of cold fabrics was studied.

- Reactive dyes: Cibacron Scarlet G-P, pad-batch  
Cibacron Blau F-R, pad-batch  
Cibacron Violet 2RP, pad-dry
- Direct dyes: as for fibre dyeing
- Sulphur dyes: Diresul Black RC, 15 %
- Vat dyes: CCA fabric as for fibres,  
CCA/CO knitted only Caledon Blue XRN,  
exhaustion and continuous method
- Vat dyes: CCA/PES fabric (1 solution 1 stage, 1 solution 2 stages, 2 solutions 2 stages; direct dye disperse dye, reactive dye disperse dye)

#### Fabric Finishing

According to earlier research results, fabrics of viscose and modal fibres retain their mechanical characteristics better than cotton fabrics in chemical wrinkle-resistance treatment. Their wrinkle resistance is somewhat lower than that of cotton. During this research the following chemical treatments were carried out on the 100 % CCA fabric:

- wrinkle-resistance (DMU/NH<sub>4</sub>Cl, DMDHEU/NH<sub>4</sub>Cl, modified DMDHEU/NH<sub>4</sub>Cl, modified DMDHEU/MgCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O; 1.5 min at 170°C),
- water resistance (modified DMDHEU + silicon resins Perlit SI/Perlit SE-SW),
- fire resistance (Pyrovatex CP method),
- softening on 50/50 % CCA/CO (polysiloxanes, fatty acid condensates).

#### Results and Conclusions

##### Spinning, Weaving and Bleaching

To obtain a ring-spun yarn in 13 tex and upwards and a rotorspun yarn of 20 tex and upwards with sufficient strength and evenness a viscose fibre with tenacity in the range 2.8 to 3.0 cN/dtex is required<sup>3</sup>. The fibre-to-fibre friction must also be high and the spin-finish evenly applied. This will mean transfer of 60 - 65 % of the combined fibre tenacity to the yarn in the case of ring-spinning, and considerably less (40 - 50 %) in the case of rotor-spinning. In this respect CCA is not comparable with high-tenacity viscose or modal, as its maximum tenacity is 2.5 cN/dtex. This can be compensated for somewhat by CCA's good binding properties perceived in nonwoven products. In addition the elongation of CCA fibres is close to that of cotton, giving a relatively good yarn tenacity in the case of blends with cotton. The characteristics of the yarn made from the different fibres are presented in table 2.

In the sizing it was perceived that CCA warps require less acrylate size than viscose warps. The performance on the rapier loom reflected the quality of the yarns and was not related to the type of raw material.

In bleaching of the nitrogen-containing (2.0 %) CCA tow the best results were obtained with hydrogen peroxide and sodium chlorite methods. The fibre tenacity decreased in all methods, but least (15 %) in the alkaline solutions with sodium chlorite and hypochlorite and with hydrogen peroxide and stabilisers. A nearly neutral or acid hydrogen peroxide bleaching caused the greatest loss of fibre tenacity (60 %).

##### Dyeing of Fibres

Viscose, modal and CCA fibres dye excellently with reactive dyes. With many dyestuffs cotton dyes to a lighter shade with the same dye take-up than regenerated cellulosic fibres. How-

ever, the difference can be influenced by the choice of dyestuff, and is at its least when using aminofluor triazine type dyes. According to the take-up curves cotton should be noticeably lighter than modal and CCA fibre, but study of the lightness of the samples showed them to be very close. The pigment which has been released from the dyeing solution has not always reacted with the fibre, giving a lighter result (Fig. 2). This emphasises the importance of the fibre's structure (crystallinity and porosity) which by diffusion determines the speed of dyeing and can prevent excess hydrolysis of the pigment, leading to a better result. The speed of dosing of salt and alkali with a given dyestuff must be matched to the speed of hydrolysis and the microstructure of the fibre to allow even dyeing economically. The reactive dyeing and dyebath exhaustion curves are presented in figure 3.

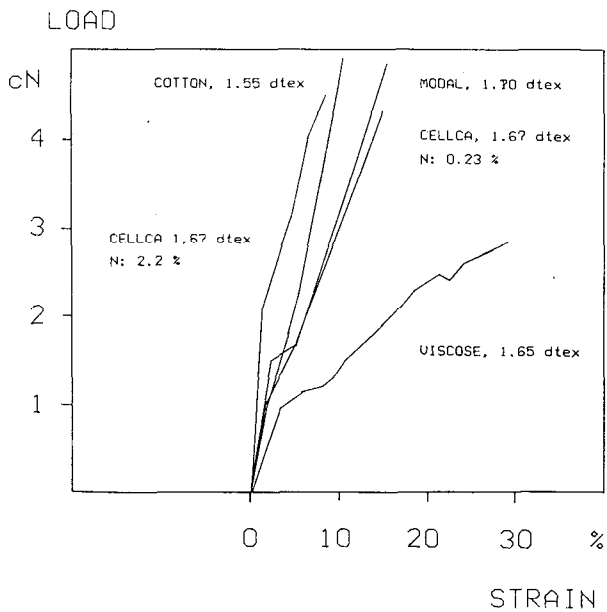


Fig. 2: Stress-strain curves of different cellulose based fibres

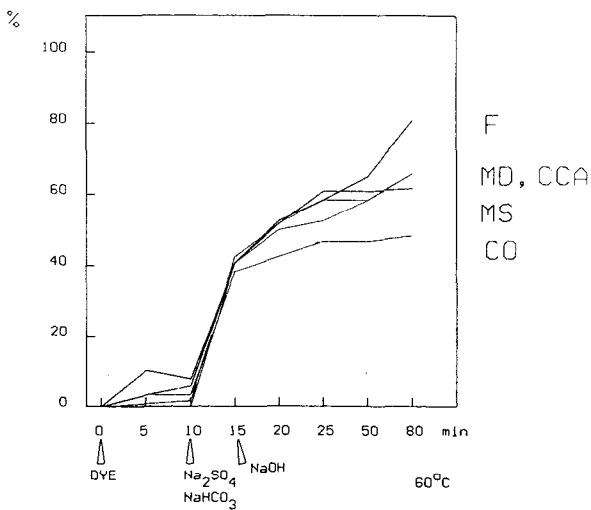


Fig. 3a: Dye exhaustion curves of viscose, modal, and CCA fibres in reactive dyeing

0,5 % Remazol Brilliant Blue R  
 50 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 1 g/l NaOH 36°BE  
 5 g/l NaHCO<sub>3</sub>  
 Liquid ratio 1:30 Linitest

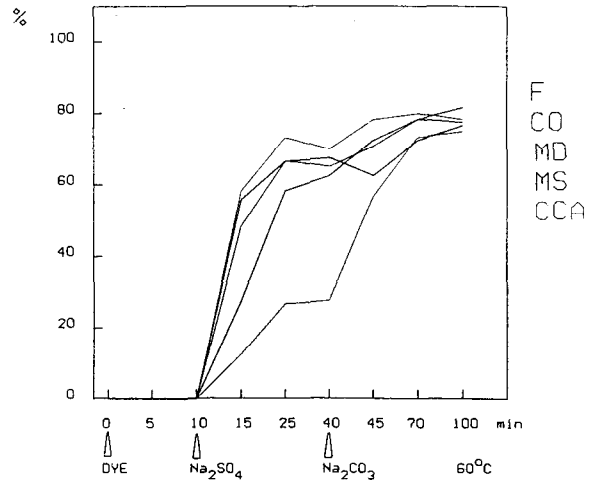


Fig. 3b: Dye exhaustion curves of viscose, modal, and CCA fibres in reactive dyeing

0,5 % Levafix Blue E-FR  
 50 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 10 g/l Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
 Liquid ratio 1:30 Marney Dyeing Machine

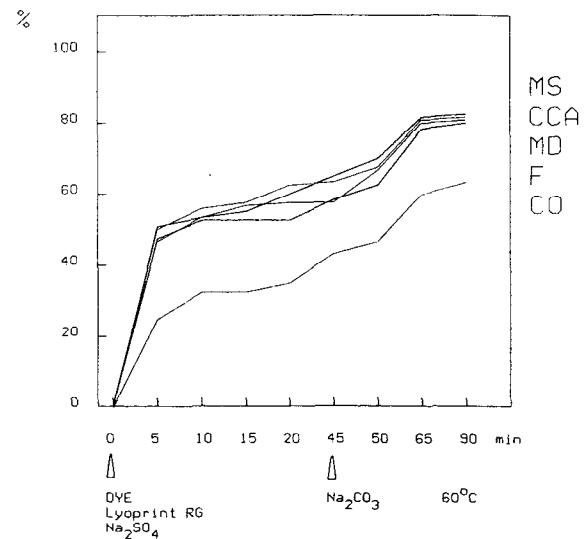


Fig. 3c: Dye exhaustion curves of viscose, modal, and CCA fibres in reactive dyeing

0,5 % Cibacron Blue F-R  
 20 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 3 g/l Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
 2 g/l Lyoprint RG  
 Liquid ratio: 1:30 Marney Dyeing Machine

All the fibres dyed excellently (ca. 90 %) with direct dyes, the most even result being obtained with the Indosol method. Direct Blue 106 gave an uneven result on the CCA fibres, in which the structural differences of the fibres were visible. Unlike the modal, CCA and cotton fibres, the viscose fibres (MS and F) dyed well before addition of salt, and they therefore dyed darker. In this case the addition of salt in CCA, modal and cotton dyeing should take place earlier and be measured. The direct dyeing and dyebath exhaustion curves are presented in figure 4.

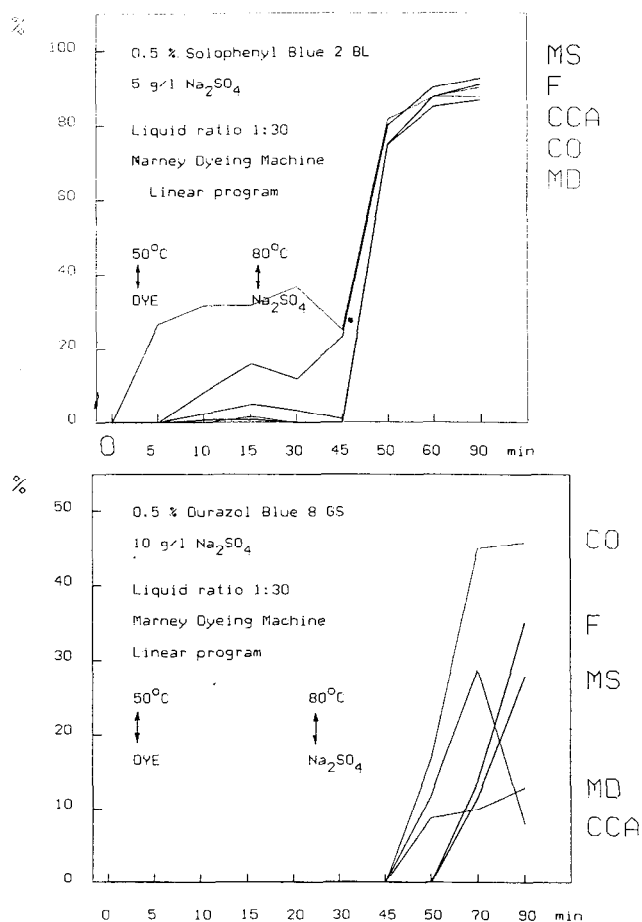


Fig. 4: Dye exhaustion curves of viscose, modal, and CCA fibres in direct dyeing

The vat dyes proved to be the most difficult from the point of view of dyeing evenness on the viscose, modal and CCA fibres. The final result was uneven whether retardants were used or not. The best results were obtained with prepigmenting methods, where the fibre was added to a dispersion of the pigment in oxidized form, the dispersion was heated and precipitating chemicals were added. In this instance the rate of dye take-up was in the order viscose F and CCA > MS and MD > CO. The uneven dye take-up results from the high fibre affinity of the pigment in a precipitated solution. Vat Blue 18 gave large differences in the semipigment dyeing between fibre dye take-ups: modal and MS dyed more rapidly and more completely, whereas regular viscose (F), CCA and cotton behaved in the same manner, remaining pale. Using the leuco-vat method the dyeing was rapid and results uneven, with little significant differences between the fibre. The vat dyeing and exhaustion curves are presented in figure 5.

The sulphur dyestuff dyed the test fibres very evenly, but instead of being black the samples remained grey. The aminonitrogen of CCA fibres cannot really be taken advantage of in acid dyeing, as the fibres remain very pale compared with wool. An optical bleaching gave shining white and soft fibres. The result was very even with all fibres both in ultraviolet light and daylight. The results of sulphur and acid dyeing and of optical bleaching are presented in figure 6.

Desizing, Bleaching and Alkali Treatment of Fabrics

The CCA fabrics in particular were noted to shrink considerably in desizing and bleaching when they were treated under no

Fig. 5: The effect of finishing treatments on the wrinkle recovery angle, rubbing fastness, formaldehyde content, and fabric weight add-on

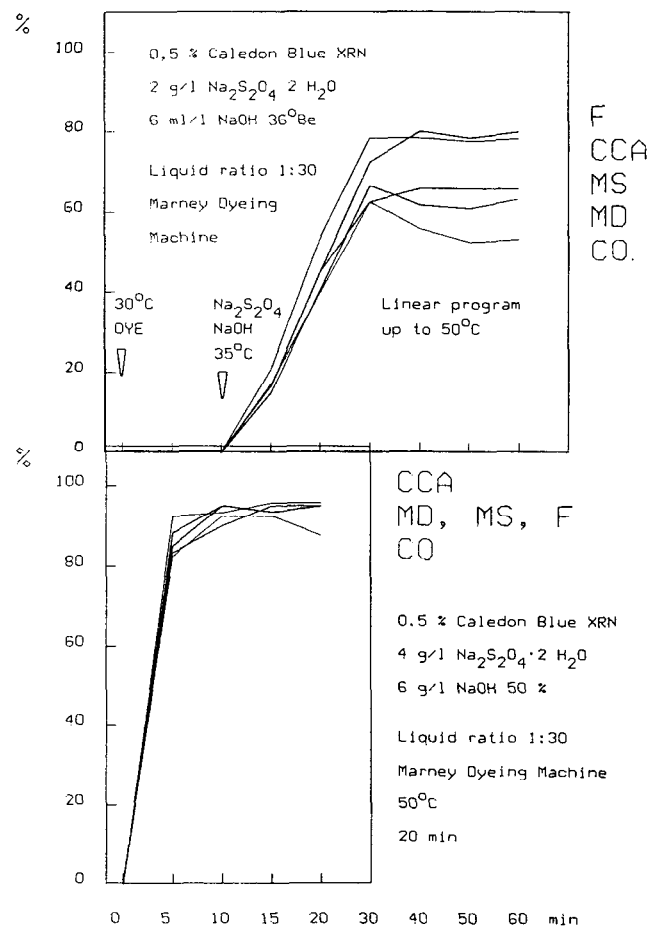


Fig. 5a: Dye exhaustion curves of viscose, modal, and CCA fibres in pre-pigment (above) and leuco vat (below) dyeing methods

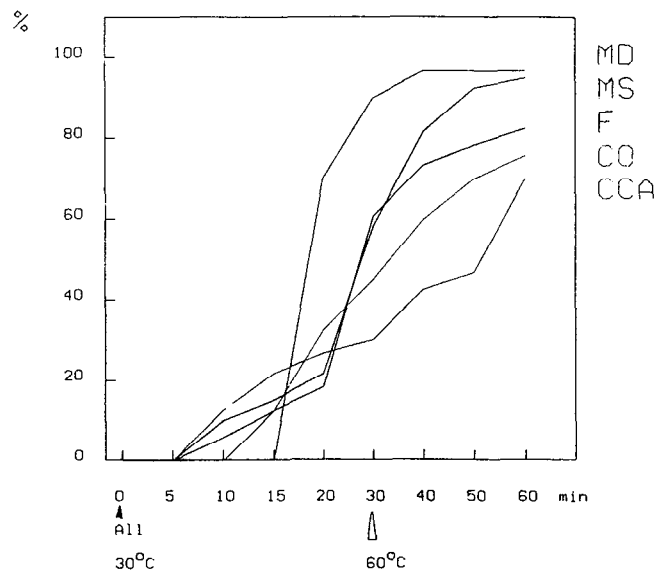


Fig. 5b: Dye exhaustion curves of viscose, modal, and CCA fibres in semi-pigment dyeing method

0.5 % Cibanon Marine Blue RA  
6 ml/l NaOH 36°Be  
1.5 g/l Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O  
Liquid ratio 1:30 Marney Dyeing Machine

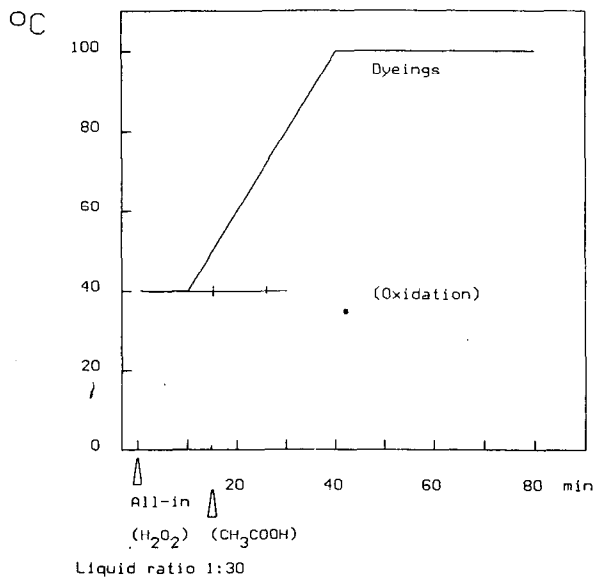


Fig. 6: Dyeing of viscose, modal, and CCA fibres with sulphur and acid dyes. Treatment with an optical brightener

Liquid ratio 1:30

<b>Sulphur dye:</b>	<b>0.5 % Diresul Black RC</b>
<b>(Linitest)</b>	<b>2 g/l Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>
	<b>3 g/l Na<sub>2</sub>S (60 %)</b>
	<b>1 g/l Erkantol AS</b>
	<b>15 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>
<b>Water rinsing</b>	
<b>Oxidation:</b>	<b>0.75 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (50%)</b>
	<b>1 g/l CH<sub>3</sub>COOH</b>
<b>Acid dyes: 1)</b>	<b>0.5 % Lanacron Marine Blue S-2B</b>
<b>(Marney)</b>	<b>1 g/l (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>
	<b>1 % Eganal GES</b>
<b>2)</b>	<b>0.5 % Sandolan Echtblau P-L</b>
	<b>0.5 ml/l CH<sub>3</sub>COOH (80 %)</b>
	<b>1 % Albegal SV</b>
<b>Optical Brightener:</b>	<b>0.5 % Uvitex 2B</b>
<b>(Marney)</b>	<b>3 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>
	<b>20°C, 30min</b>

tension. This is generally to be taken into consideration when processing viscose fabrics. A slightly acid hydrogen peroxide bleaching also caused a significant fall in the tenacity of completely regenerated CCA fabric, and should therefore be avoided.

The strength and whiteness of the fabrics did not significantly alter in cold alkali treatment with caustic soda concentrations below 30 g/l. Hot caustic had a greater effect even at concentrations of 3 to 5 g/l. Only a mild cold alkali treatment is suitable for CCA fabrics, with a concentration below 20 g/l. The effect of the alkali treatment on tensile strength, extension at break and DP value of the CCA fabric is presented in figure 7. Steaming may be employed to eliminate tension differences in viscose, modal and CCA fabrics which cause differences in outward appearance. The dye affinity can also be slightly reduced, which was noticeable with direct dyes on the CCA fabrics. In sterilisation the tensile strength of the CCA fabric did not significantly change, but its whiteness decreased.

#### Dyeing of Fabrics

The CCA and CCA/CO fabrics dyed evenly with reactive and direct dyes in the same manner as viscose and modal blends.

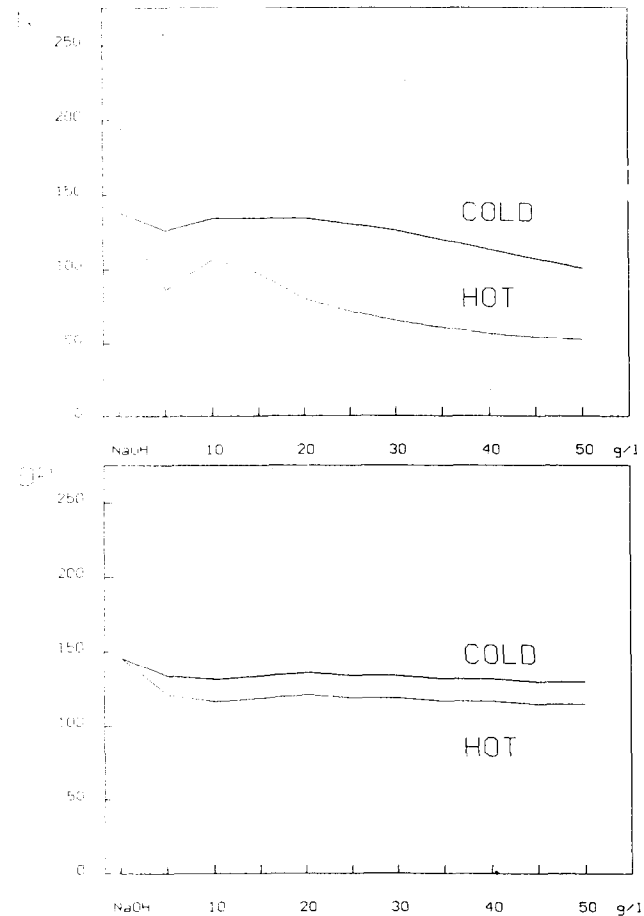


Fig. 7: The effect of cold and hot alkali treatments on the tensile strength and DP of the 100 % CCA fabric

Surprisingly it was observed that alkali treatment had no effect on the dyeability of CCA fabrics dyed in different colours with reactive dyes (Fig. 8).

Sulphur dyes dyed CCA and CCA/CO fabrics to a deep black, which is attributable to the smaller solution quantity used in padbatch dyeing.

In vat dyeing the fabrics also showed problems of evenness. Caledon Blue XRN was the better of the two dyes used, and it gave an even result on the CCA/CO knitted sample in both exhaustion and pad-batch dyeing methods.

The dyeing of CCA/PES fabrics, like that of the viscose and modal blends, was performed without problems even in combined vat and disperse dyes. The pad-batch dyeings were dark and even. In the exhaustion 1 solution 1 stage method the fabric became darker than in the 2 solution 2 phase method, despite the fact that the dyestuff quantities and solution make-up were the same. The dyeing lowers the tensile strength of the blended fabric depending on the method used. Table 3 shows that the greatest loss of strength took place with the steam precipitation in the pad-thermosol-steam method. With large solution proportions large elongation is usually retained by the fabric.

#### Fabric Finishing Treatments

Wrinkle-resistance treatments with N-methylol and silicone compounds on 100 % CCA fabrics affected both their appearance and hand and their mechanical characteristics. Measurements according to SFS standards were carried out on the fabrics in relation to their rupture load, tear strength, wrinkle recovery angle, Martindale abrasion resistance and both free



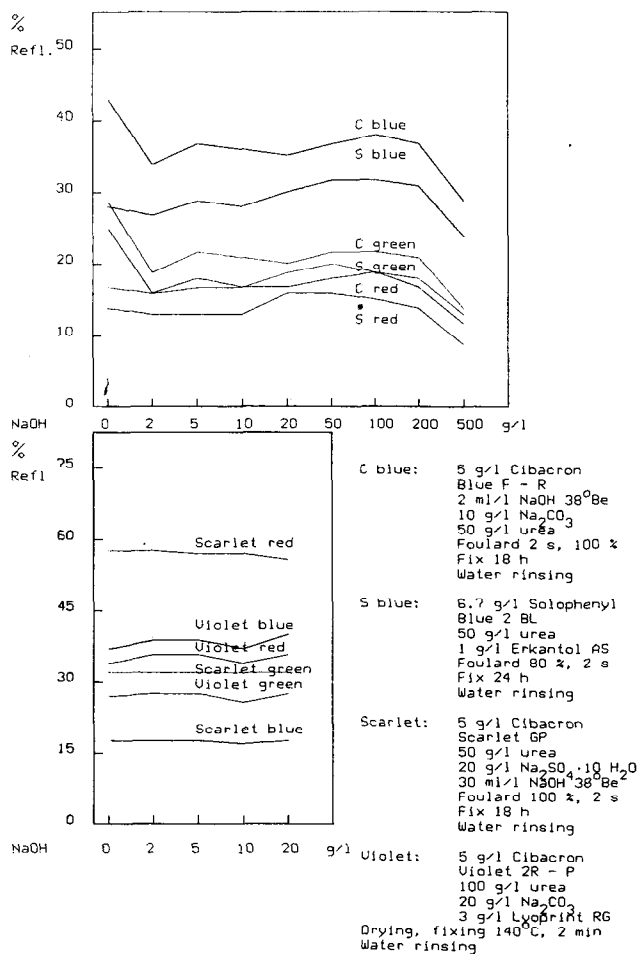


Fig. 8: The effect of alkali treatment on the three shades (red, blue, green) of different reactive pad-batch dyes

and partly hydrolysed formaldehyde immediately after treatment and after one wash cycle. Table 4 presents the results of the tensile strength and tear tests, and table 5 the results of the other tests and the weight add-on measured.

On the basis of the test results, a treatment with modified DMDHEU and silicone resins gave the CCA fabrics the best tensile strength and tear values, as well as good wrinkle recovery angles, water resistance and abrasion resistance. It was surprising to note that the same treatment is reinforced by the use of silicone resins. When comparing the changes in fabric weight add-on in an ordinary domestic wash-cycle (60°C), it is to be noted that the silicone resin causes the finishing agent to adhere more resiliently to the fabric.

The formaldehyde residues are substantially lower when using modified DMDHEU (85 - 52 ppm) than with other resins (335 - 1950 ppm) as the N-methylol group is bonded as ether and does not easily hydrolyse.

The highest wrinkle recovery angle values were obtained with a DMU treatment when ammonium chloride was used as a catalyst. On the other hand the formaldehyde content of the fabric is then very high (2000 - 500 ppm). With other resins the ammonium chloride causes yellowing and is thus not suitable as a catalyst for them.

The best abrasion resistance in CCA fabric was obtained after fire-proofing, but at the same time its tensile strength load declined by 30 %. Softening of the CCA/CO knitted fabric was most successful with 10 to 20 g/l of silicone elastomer in an exhaustion solution.

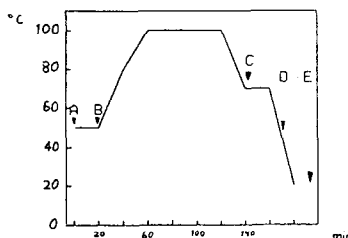
Table 3a: Tensile strengths of the CCA/PES fabric after different dyeing processes; the methods for two-fibre dyeings

DYEING	TENSILE STRENGTH N	ELONGATION AT BREAK %
Pad-thermosol	1400.0	23.8
Pad-thermosol-batch	1370.8	19.5
Pad-thermosol-steam	954.6	24.4
1-bath-1-phase	1198.2	23.4
1-bath-2-phase	1370.8	37.4
2-bath-2-phase	1330.1	36.4
Original, reference	1486.7	18.7

- PAD-THERMOSOL:** 30 g/l Terasil Brilliant Blue 3 RL  
6.5 g/l Cibacron Blue 2 RA  
13 g/l Cibacron Olive G - P  
6 g/l Lamitex L 10 (thickening agent)  
50 g/l urea  
15 g/l Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
1 g/l Erkantol AS  
Drying 1 min, fix 1 min 190<sup>o</sup>C, hot rinse, soaping
- PAD-THERMOSOL-BATCH:** 30 g/l Terasil Brilliant Blue 3 RL  
20 g/l Cibacron Olive G - P  
6 g/l Lamitex L10  
2 g/l Lyoprint RG  
50 g/l urea  
0.3 ml/l CH<sub>3</sub>COOH 80 %, pH to 6.5  
Foulard 67 %, dry 100<sup>o</sup>C, fix 1 min 190<sup>o</sup>C,  
foulard 67 % 50 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10 H<sub>2</sub>O + 30 ml/l  
NaOH 38<sup>o</sup>Be, fix 24 h, finse normal
- PAD-THERMOSOL-STEAM:** 10 g/l Teracoton Red B  
6 g/l Lamitex L 10  
pH 6 with CH<sub>3</sub>COOH  
Foulard 67 %, dry 100<sup>o</sup>C, fix 1min 190<sup>o</sup>C,  
foulard 100 % 20 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10 H<sub>2</sub>O + 40 g/l  
Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> + 60 ml/l NaOH 38<sup>o</sup>Be, fix 160<sup>o</sup>C 2 min  
Rifacung, soaping
- 1-BATH-1-PHASE:** A. 2 g/l (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
0.5 g/l Albatex PON  
2 g/l Lyoprint RG  
60 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10 H<sub>2</sub>O  
B. 0.67 % Terasil Brilliant Blue 3 RL  
0.33 % Solophenyl Orange 3 RL  
0.3 ml/l CH<sub>3</sub>COOH, pH to 6  
50 - 125<sup>o</sup>C, 140 min total  
Warm rinse

Table 3b: The methods for two-fibre (CCA/PES) dyeings

- 1-BATH-2-PHASE:** A. 1 g/l Albatex PON conc.  
0.3 ml/l CH<sub>3</sub>COOH, pH to 6  
9 % Levegal PT  
B. 0.67 % Terasil Brilliant Blue 3 RL  
C. 2 g/l Albatex OR  
0.33 % Cibacron Blue 2 RA  
D. 60 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10 H<sub>2</sub>O  
E. 10 g/l Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
A → 1min, B 10 min 60<sup>o</sup>C → 100<sup>o</sup>C 60 min  
C, D, E → 100 - 145 min 170<sup>o</sup>C  
Liquid ratio 1:20 Linifest
- 2-BATH-2-PHASE:** A. 2 g/l (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
0.5 g/l Albatex PON  
9 % Levegal PT  
B. 0.67 % Terasil Brilliant Blue 3 RL  
0.3 ml/l CH<sub>3</sub>COOH, pH to 6  
C. 3 ml/l NaOH 38<sup>o</sup>Be  
5 g/l Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>  
D. 0.33 % Cibacron Brilliant Orange RK  
5.5 ml/l NaOH 38<sup>o</sup>BE  
2 g/l Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>  
1 g/l Albatex OR  
E. 18 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10 H<sub>2</sub>O  
Liquid ratio 1:20 Linifest

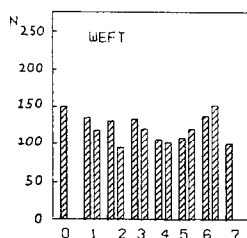
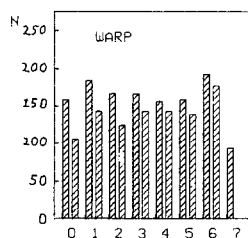


**Table 4: The effect of finishing treatments on the strength properties of 100 % CCA fabrics (100 g/l 1, 3-5, 130 g/l, 2; catalyst 1 = 3 g/l, 2 = 6 g/l, 3 = 25 g/l, 4 = 6 g/l, 5 = 20 g/l; wetting 1 g/l Tinovetin JU)**

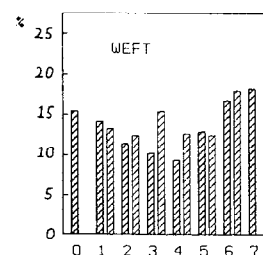
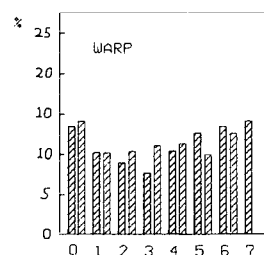
FINISH	TENSILE STR. N		ELONGATION %		TEAR STR. N	
	WARP	WEFT	WARP	WEFT	WARP	WEFT
0. REFERENCE - Washed	160 108	150	13.6 14.3	15.6	407 250	377 273
1. DMU + NH <sub>4</sub> Cl - Washed	184 144	136 119	10.4 10.4	14.2 13.4	448 578	430 435
2. DMDHEU + NH <sub>4</sub> Cl - Washed	168 125	132 97	9.0 10.5	11.6 12.7	465 406	465 395
3. MOD. DMDHEU + CONDENSOL FB - Washed	168 144	135 121	7.8 11.3	10.4 15.5	414 316	424 386
4. MOD. DMDHEU + NH <sub>4</sub> Cl - Washed	158 145	107 104	10.5 11.5	9.4 12.8	403 377	388 343
5. MOD. DMDHEU + MgCl <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O - Washed	159 141	109 121	12.8 10.2	13.0 12.7	420 489	420 365
6. MOD. DMDHEU + SILICONES - Washed	192 179	138 153	13.6 12.9	16.7 18.1	783 783	815 836
7. FLAME RETARDANT	94	101	14.3	18.3	439	393

**Table 5: The effect of finishing treatments on the wrinkle recovery angle, rubbing fastness, formaldehyde content, and fabric weight add-on**

FINISH	WRINKLE RECOVERY ANGLE (w + w)	MARTINDALE ROUNDS	FORM-ALDEHYDE PPM	FABRIC WEIGHT ADD-ON %
1. DMU + NH <sub>4</sub> Cl - Washed	302 284	500 550	1950 532	5.3 3.4
2. DMDHEU + NH <sub>4</sub> Cl - Washed	270 259	700 375	335 141	2.5 0.9
3. MOD. DMDHEU + CONDENSOL FB - Washed	218 213	1100 775	55 16	3.3 0.8
4. MOD. DMDHEU + NH <sub>4</sub> Cl - Washed	243 204	800 600	85 40	2.6 0.7
5. MOD. DMDHEU + MgCl <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O - Washed	229 206	650 538	59 11	3.7 0.8
6. MOD. DMDHEU + SILICONES - Washed	252 193	1375 1375	52 20	3.7 2.0
7. FLAME RETARDANT	169	1275	46	26.6



TENSILE STRENGTH



ELONGATION

## References

- 1) Moncrieff, R.W.; Man-Made Fibres, London 1975, Newnes-Butterworths, 1094 pp
- 2) Klare, H.; Acta Polymerica 36, 81-89 (1985) 2
- 3) Nousiainen, P.; Characteristics and Requirements in Production Technology for High-Quality Viscose and Modal Fibres in Cotton-Type Spinning; Kemira Tagung, Tampere 2.6.1988, 11 pp + app. 11 pp
- 4) Herlinger, H., et al.; Verhalten von Cellulose in nichtkonventionellen Lösungsmitteln; 23. ICT 1984, Dornbirn, Österreich
- 5) Lenz, J., Schurz, J., Wrentschur, E.; Das Papier 42, 683-689 (1988) 12
- 6) Ekman, K., Eklund, V., Fors, J., Mandell, L., Turunen, O.T., Selin, J-F.; Lenzinger Ber. 57, 38-40 (1984)
- 7) Turunen, O.T., Fors, J., Huttunen, J.I.; Lenzinger Ber. 59, 111-117 (1985)
- 8) Davis, S.; Chemiefasern Text. Ind. 39/91, 347-348 (1989)
- 9) Herlinger, H., Hirt, P.; Chemiefasern Text. Ind. 37/89, 788-792 (1987)
- 10) Pat. U.S. 4381370
- 11) Nousiainen, P.; Microstructure and Chemical Aftertreatment of Viscose, Modal and Cotton Fabrics; IFATCC Congress, Volume 1. Tampere, June 1987, pp. 212-242

## Diskussion

**Schleicher:** Can you say something about the Economy of your process comparing with the viscose process and a second question: Did I understand right that you use a little amount of Carbondisulfide in your process?

**Nousiainen:** To the first question, I did concentrate on the economy of the process, but in earlier publication it was eightyfive here in Dornbirn, Mr. Turunen from the Chemical Company Neste Oy from Finland, explained that the Economy of viscose xanthate route is very similar today, compared with the carbamate route.

**Herzog:** Wie sieht denn das aus, ist diese Faser bei Ihnen in einer Pilotanlage oder schon im Großverfahren, oder erst im Forschungsmaßstab erzeugt worden?

**Nousiainen:** We have get it out from research with many stations, from lab to pilot and to production-trials. But no actual production is going on now. Reasons are so mentioned before.

**Herzog:** Wie sieht es denn aus mit der Scheuerfestigkeit im Vergleich zu Modal und Polynosic - insbesondere die Sprödigkeit der Faser ist hier von Interesse?

**Nousiainen:** The abrasion resistance is nearer to Cotton and Modal than to Viscose, because the crystallinity is higher and the extension of fibers is more.

**Herzog:** Is it better than polynosic?

**Nousiainen:** This wasn't compared!

## Neuere Entwicklungen beim Färben von Cellulosefasern (New Developments in Dyeing of Cellulosic Fibres)

A. Schaub, Chem. HTL., Ciba-Geigy AG, Basel, Birgit Schick, Calw, Schweiz

Die Cellulose-Viskosefaser (CV) erfuhr durch die modische Entwicklung der letzten Jahre - nach einer für sie eher ruhigen Zeitspanne - wieder eine beachtliche quantitative Entwicklung. Qualitativ erfolgten bereits in den vergangenen 20 Jahren bemerkenswerte Fortschritte. Von den heute verwendeten Fasertypen stehen im Gegensatz zu den „historischen“ CV-Fasern relativ wenig Daten über ihre färberischen und drucktechnischen Eigenschaften zur Verfügung.

Die Applikationseigenschaften in der Kontinuierfärbung und im Textildruck werden maßgebend durch das Quellverhalten der Fasern geprägt. Es werden Resultate von Arbeiten mit Reaktivfarbstoffen über diesen Teilaspekt diskutiert, dabei wird auch die Frage des Harnstoffeinsatzes mit einbezogen.

Es kann gezeigt werden, daß nicht nur zwischen verschiedenen Fasertypen und deren Vorbehandlung, sondern insbesondere auch zwischen einzelnen Farbstoffen erhebliche Unterschiede bestehen. Diese können für Erfolg oder Mißerfolg des gesamten Veredlungsprozesses entscheiden.

After a rather quiet period the cellulose/viscose fibres experienced a considerable quantitative growth due to the developments in fashion in the last few years. Qualitatively, there has been already some progress in the last 20 years. In contrast to the "historic" viscose-fibres only relatively few data exist about the presently used types of fibre.

In continuous dyeing and in printing of textiles the application properties are mainly influenced by the swelling of the fibre. In this respect we will discuss our work with reactive dyes including the question of using urea.

It can be shown that there exist differences not only between different types of fibre and their pretreatment but also considerable differences between different dyes. The latter may decide about success or failure of the dyeing process.

### 1. Einleitung

Die Cellulose-Viskosefaser erfuhr durch die modische Entwicklung der letzten Jahre nach einer für sie eher ruhigen Zeitspanne eine beachtliche quantitative Entwicklung. Qualitativ erfolgten bereits in den vergangenen 20 Jahren bemerkenswerte Fortschritte, erwähnt seien nur die zahlreichen Arbeiten rund um die Hochmodul- und Polynosic-Fasern. Ferner ist davon auszugehen, daß, bedingt durch die erhebliche Nachfragesteigerung, bestehende Herstellungsverfahren aus Gründen der Qualitätssicherung und wegen ökologischer Auflagen abgeändert oder verfeinert wurden, daß ebenfalls ganze Anlagenteile ersetzt, erneuert oder sogar neu konstruiert wurden. Aus all diesen Gründen sind die färberischen und drucktechnischen Eigenschaften der heutigen aktuellen CV-Fasern nicht unbedingt denjenigen der fünfziger und sechziger Jahre gleichzusetzen.

Erweiterungen fanden aber auch die Erkenntnisse zur Veredlung von Cellulosefasern, beispielsweise in der Applikation der Reaktivfarbstoffe im Pad-Batch-Färbeverfahren oder im einstufigen Fixieren von Drucken.

Während im Pad-Batch-Verfahren die Einführung der heterobi-reaktiven Farbstoffe neue Maßstäbe setzte, führten in den einstufigen Druckverfahren Untersuchungen über die Vorgänge im Dämpfer zu nachhaltigen Verbesserungen<sup>1</sup>.

Alle diese Veränderungen auf der Faser- und Veredlungsseite lassen es sinnvoll erscheinen, einzelne Aspekte - vergleichend historische CV-Fasern versus CV-Fasern heutiger Fabrikation - zu untersuchen.

## 2. Untersuchungen zum Verhalten von CV-Faserstoffen im Textildruck nach dem einstufigen Dämpf-Fixierverfahren

Zwei Kriterien wurden untersucht:

- optische Farbausbeute (2.1.) und
- Betriebssicherheit des Dämpfvorganges (Schwankungen des Fixiereffekts) (2.2.).

### 2.1. Optische Farbausbeute

#### 2.1.1. Erste Fragestellung:

Sind die CV-Fasern heutiger Fabrikation immer noch gleich wie ehemals? (Abb. 1 u. 2)

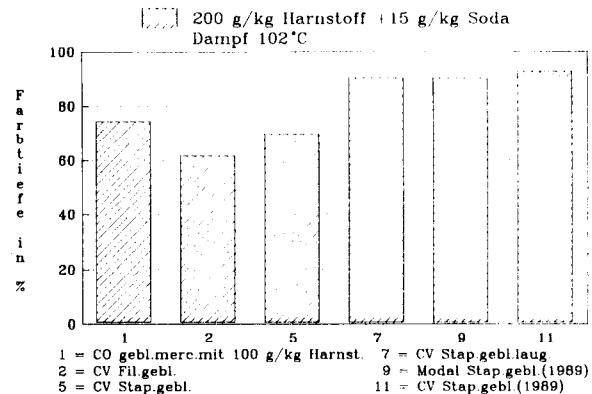


Abb. 1: C.I. Reactive Red 218

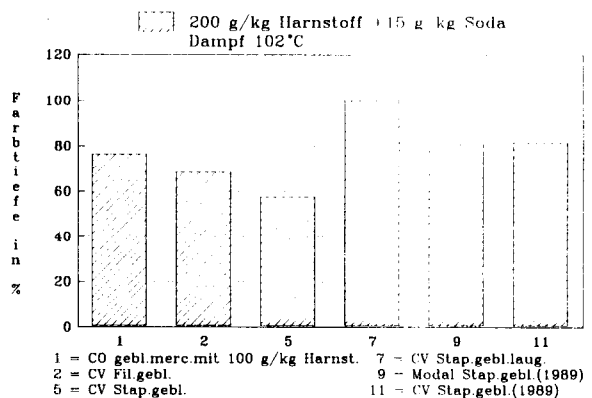


Abb. 2: C.I. Reactive Blue 49

#### 2.1.1.1. Untersuchte Fasertypen:

- CV-Filamentgewebe, gebleicht (1970)
- CV-Stapelgewebe, gebleicht (1970)
- CV-Stapelgewebe gebleicht und laugiert (1970)
- Modal-Stapelgewebe, gebleicht und laugiert (1989)
- CV-Stapelgewebe, gebleicht (1989)
- CO merz. Gewebe, als Vergleich

#### 2.1.1.2. Eingesetzte Farbstoffe:

- C.I. Reactive Red 218 (Azofarbstoff)
- C.I. Reactive Blue 49 (Anthrachinonfarbstoff)

#### 2.1.1.3. Kommentar zu den Resultaten:

CV und Modal heutiger Fabrikation erreichen bei vergleichbarer Vorbehandlung deutlich bessere Werte als die Produktionen 1970. Eine Laugierung führt, wie bekannt, nebst einer gewissen Griffbeeinflussung zu höchsten optischen Farbausbeuten (siehe 2.1.2.).

**2.1.2. Zweite Fragestellung:**

Wie beeinflussen unterschiedliche Vorbehandlungsoperationen die optische Ausbeute? (Abb. 3 u. 4)

**2.1.2.1. Untersuchte Fasertypen:**

- Modal-Stapelgewebe (1989)
- CV-Stapelgewebe (1939)

**2.1.2.2. Eingesetzte Farbstoffe:**

- Nuance Brillantgrün  
C.I. Reactive Yellow 95  
C.I. Reactive Blue 72
- Nuance Gelbbraun  
C.I. Reactive Orange 12  
C.I. Reactive Orange 35
- Nuance Grau  
Cibacron Schwarz SG  
C.I. Reactive Orange 12

**2.1.2.3. Untersuchte Vorbehandlungsstufen:**

- Kaltlagerentschlichtung, tensidisch
- Kaltlagerentschlichtung, tensidisch und Laugierung
- Kaltlagerbleiche mit niedriger H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Konzentration
- Kaltlagerbleiche mit erhöhter H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Konzentration
- Kaltlagerentschlichtung, tensidisch und Kaltlagerbleiche silikathaltig
- Kaltlagerentschlichtung, tensidisch und Kaltlagerbleiche silikathaltig und Laugierung

Detaillierte Rezepturen siehe Anhang.

**2.1.2.4. Resultate:**

Substrat: CV-Stapelgewebe (1989)

Farbstärke (Rem.-Messung)	Nuance Brillantgrün	Nuance Gelbbraun	Nuance Grau
Vorbehandlung			
A	100	100	100
B	134	133	135
C	125	129	127
D	110	119	115
E	104	104	105
F	132	140	143

Substrat: Modal-Stapelgewebe (1989)

Farbstärke (Rem.-Messung)	Nuance Brillantgrün	Nuance Gelbbraun	Nuance Grau
Vorbehandlung			
A	100	100	100
B	136	135	138
C	131	129	127
D	122	118	119
E	101	98	102
F	146	138	141

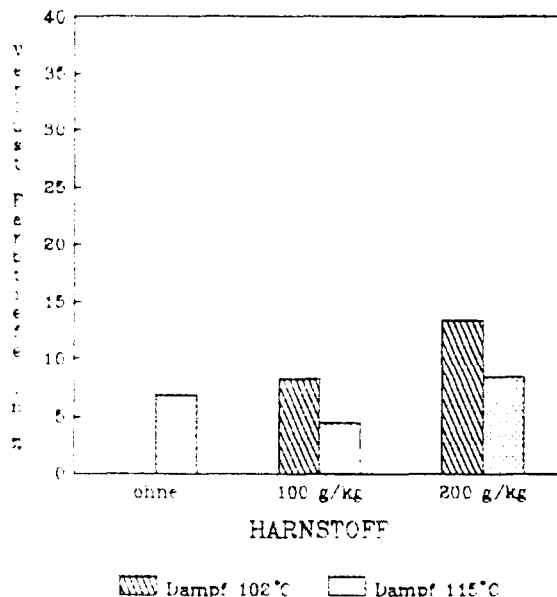
**2.1.2.5. Kommentar:**

Sowohl bei CV-Fasern wie auch bei Modal-Fasern bringt eine Laugierung, wie erwartet, eine Verbesserung der optischen Farbstoffausbeute um über 30 %. Allerdings geht mit dieser Verbesserung eine deutliche Griffversteifung einher, diese wiederum widerspricht dem heutigen Modetrend nach weichen, fließenden Qualitäten.

Die Vorbehandlung C kann eine erwünschte Lösung des Dilemmas bieten: einerseits eine Erhöhung der Farbtiefe um knapp 30 %, aber, und das ist bemerkenswert, der Griff bleibt weitgehend erhalten.

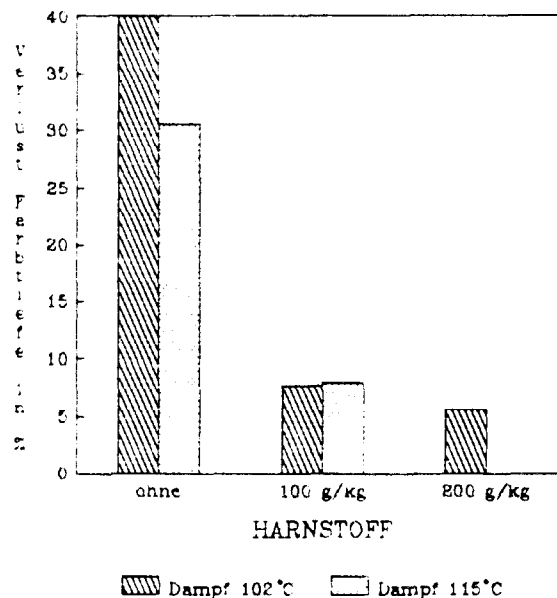
Die Varianten D bis F sollen lediglich zeigen, daß erhöhter Aufwand keineswegs auch eine Effektverbesserung bedeutet. Obwohl bei der Variante F eine nochmalige Erhöhung des Farbstoffrendements erreicht wird, steht diese doch in keinem Verhältnis zum hier getriebenen Aufwand!

CO-Satln. merc.



**Abb. 3: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Substrat: C.I. Reactive Red 218**

CV Fliegebl.



**Abb. 4: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Substrat: C.I. Reactive Red 218**

**2.2. Betriebssicherheit des Dämpfvorganges**

Die Diskussionen um die Vorgänge während des Dämpfprozesses sind so alt wie diese Fixierart selbst. Sie reichen von Gesprächen zur Wetterlage über den Morgen- und Abenddampf bis hin zu Untersuchungen mit radioaktiv markiertem Wasser. Erst die klärenden Analysen von G l a n d e r<sup>2</sup> und G e r b e r<sup>3</sup> und die in den neueren Dämpfern realisierten, sehr effektiven Steuerungs- und Dampfkonditionierungsmöglichkeiten ließen die zeitweise ins Obskure abgleitenden Streitgespräche etwas abklingen.

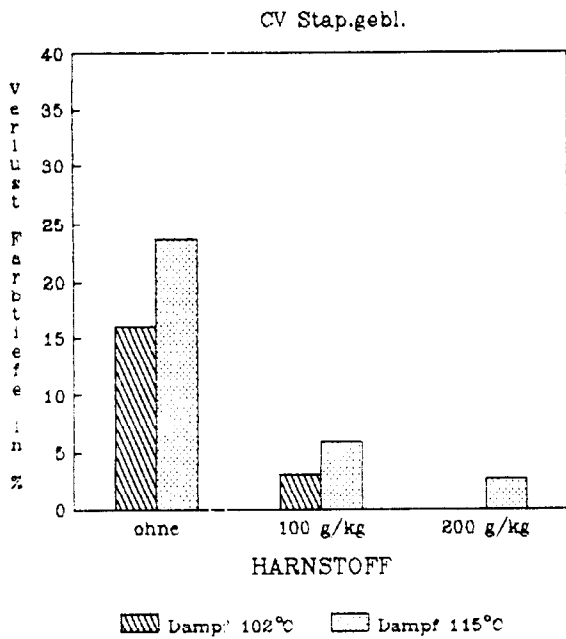


Abb. 5: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Substrat: C.I. Reactive Red 218

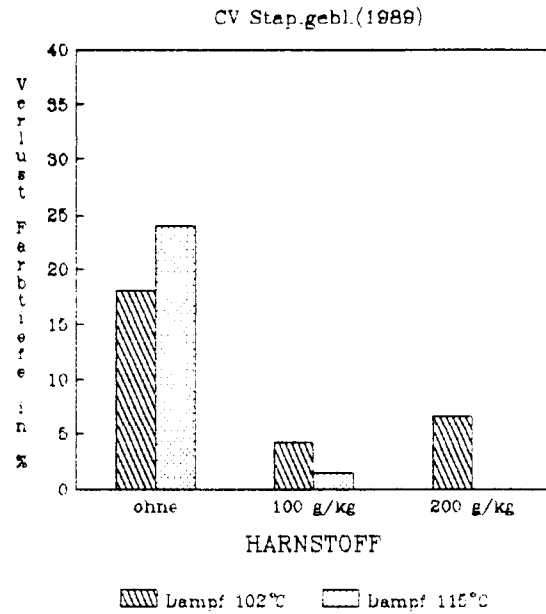


Abb. 7: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Substrat: C.I. Reactive Red 218

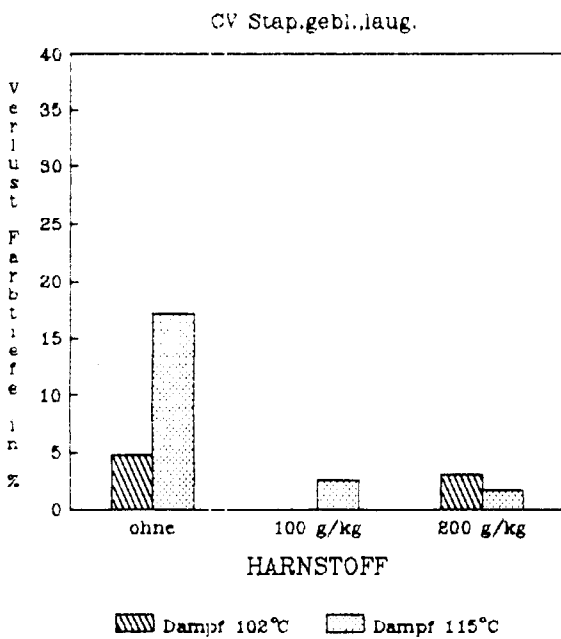


Abb. 6: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Substrat: C.I. Reactive Red 218

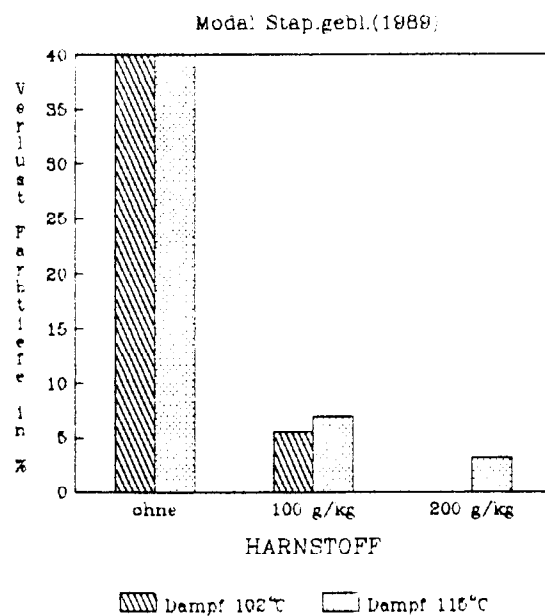


Abb. 8: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Substrat: C.I. Reactive Red 218

Tatsache ist, daß nicht optimal ausgesteuerte Dämpfer-Temperaturschwankungen von bis zu 15°C aufweisen können, andererseits ist bekannt, daß Dämpfer moderner Konstruktionen diese Schwankungen auf  $\pm 1^\circ\text{C}$  reduzieren können.

**2.2.1. Erste Fragestellung:**

Wie wirken sich Temperaturschwankungen im Dämpfer bei den verschiedenen CV-Qualitäten auf die optische Farbausbeute aus? (Abb. 3 - 8).

**2.2.1.1. Versuchsanordnung:**

Die getrockneten Drucke werden bei 102°C und 115°C Dampftemperatur unter Normaldruck gedämpft. Die Druckpasten weisen 0 - 200 g/kg Harnstoff auf. Harnstoff übt beim Dämpfen mehrere Funktionen aus, erfahrungsgemäß sind sie besonders augenfällig bei CV. Die Abweichungen in Prozent vom jeweils besten Ausfall wurden grafisch dargestellt, der Durchschnitt aller Abweichungen ergibt die Empfindlichkeit gegenüber Dampfschwankungen; sie kann mit der sog. Empfindlichkeitskennzahl ausgedrückt werden:



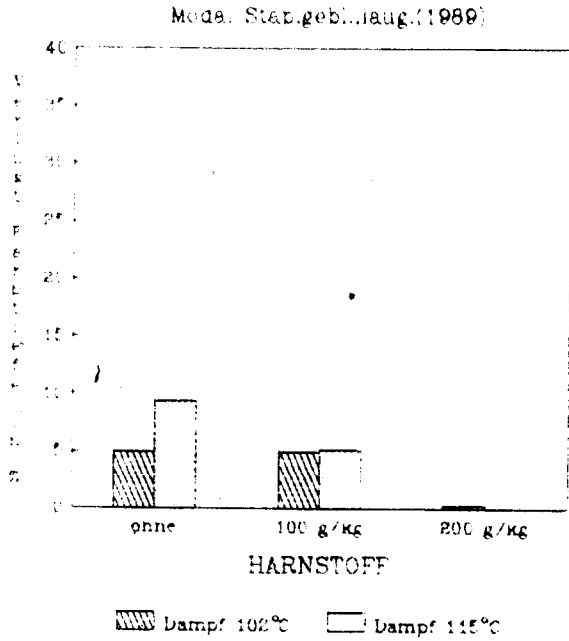


Abb. 8a: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Substrat: C.I.Reactive Red 218

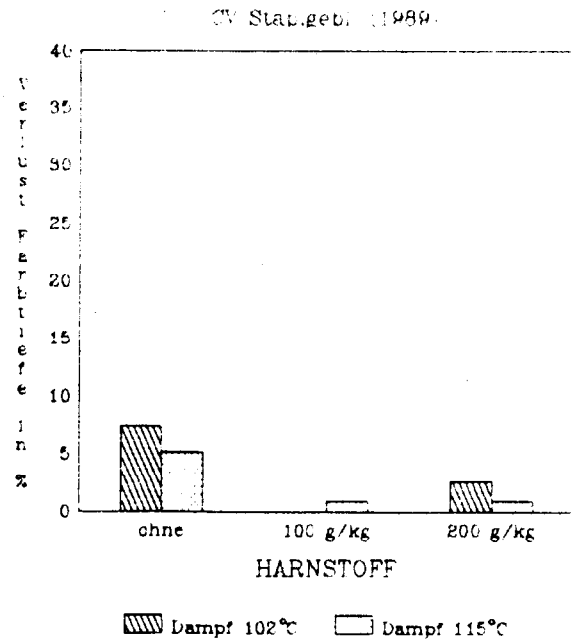


Abb. 10: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Farbstofftyp: C.I.Reactive Orange 12

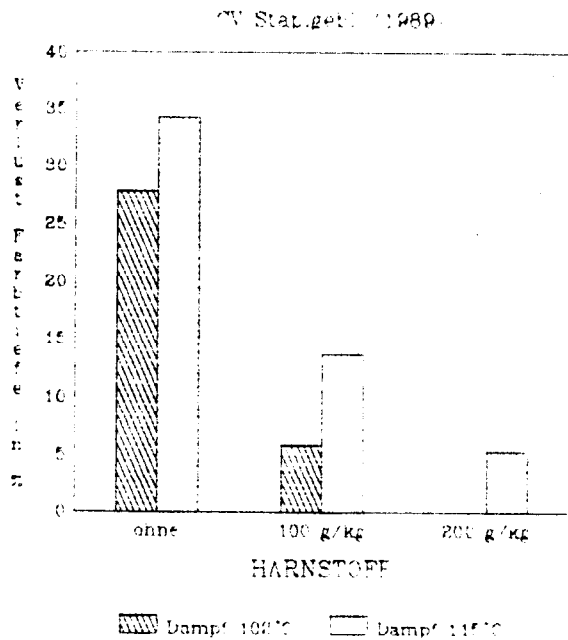


Abb. 9: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Farbstofftyp: C.I.Reactive Yellow 140

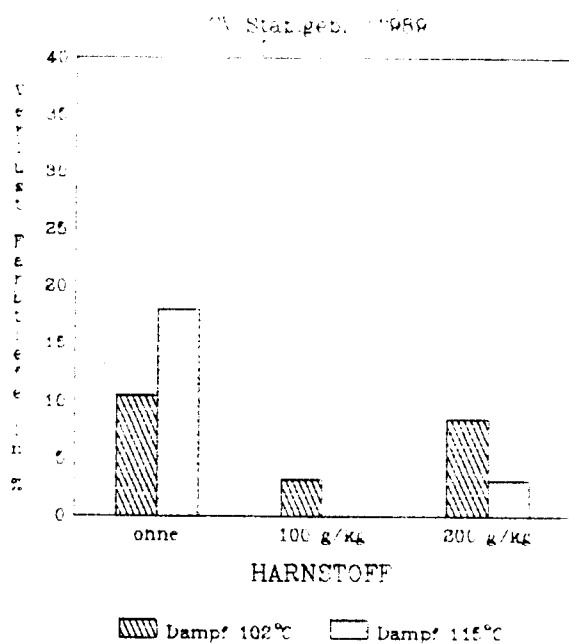


Abb. 11: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Farbstofftyp: C.I.Reactive Brown 11

— eingesetzter Farbstoff: C.I. Reaktive Red 218  
 — geprüfte Substrate: wie in Pos. 2.1.1.1.

2.2.1.2. Resultate:

Ermittelte Empfindlichkeitskennzahlen:

CO merzerisiertes Gewebe	: 6.9
CV-Filamentgewebe, gebleicht	(1970): 12.5
CV-Stapelgewebe, gebleicht	(1970): 9.2
CV-Stapelgewebe, gebleicht und laugiert	(1970): 6.5
Modal-Stapelgewebe, gebleicht	(1989): 17.3
Modal-Stapelgewebe, gebleicht und laugiert	(1989): 5.7
V-Stapelgewebe, gebleicht	(1989): 9.0

2.2.1.3. Kommentar zu den Resultaten

Vor allem fällt die große Ähnlichkeit der beiden vergleichbaren

CV-Stapelqualitäten (gebleicht, 1970 u. 1989) auf. Wichtig dürfte auch die Bestätigung der Praxiserkenntnis sein, wonach eine Laugierung der CV nicht nur deren Farbaufnahmevermögen erhöht, sondern gleichzeitig auch deren Empfindlichkeit gegenüber Dampfschwankungen vermindert. Auch die relativ hohen Empfindlichkeitswerte der Modalfaser dürften versierte Modal-Drucker kaum groß überraschen. Aber auch bei diesen Fasern wird durch eine Laugierung eine signifikant verminderte Dampfe mpfindlichkeit erreicht.

2.2.2. Zweite Fragestellung:

Wie wirken sich die Temperaturschwankungen im Dämpfer bei verschiedenen Farbstofftypen auf deren optische Farbausbeute aus? (Abb. 9 - 16)

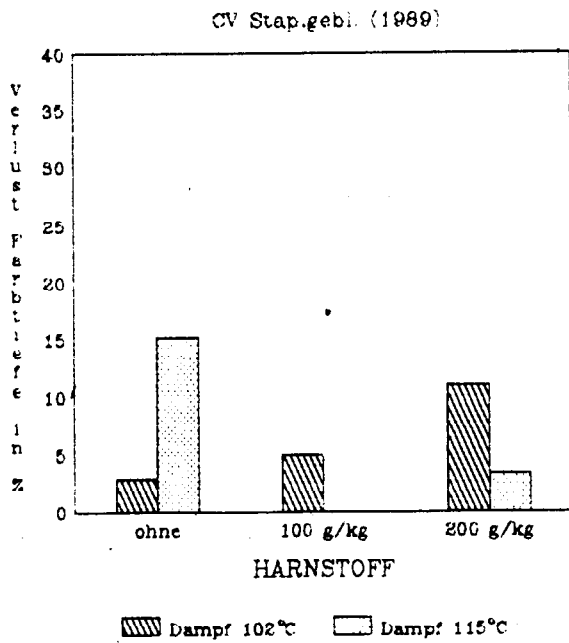


Abb. 12: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Farbstofftyp: C.I.Reactive Red 24

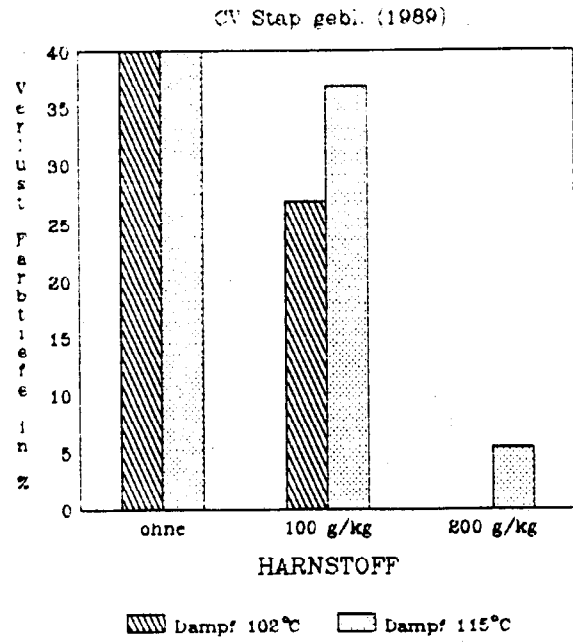


Abb. 14: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Farbstofftyp: C.I.Reactive Blue 72

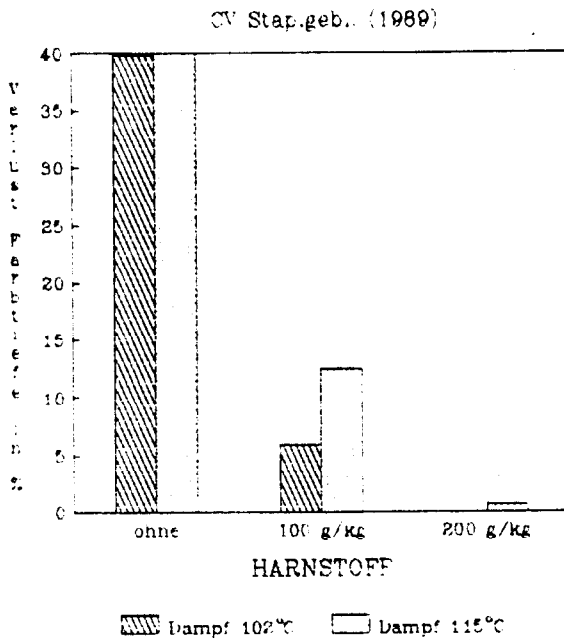


Abb. 13: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Farbstofftyp: C.I.Reactive Blue 49

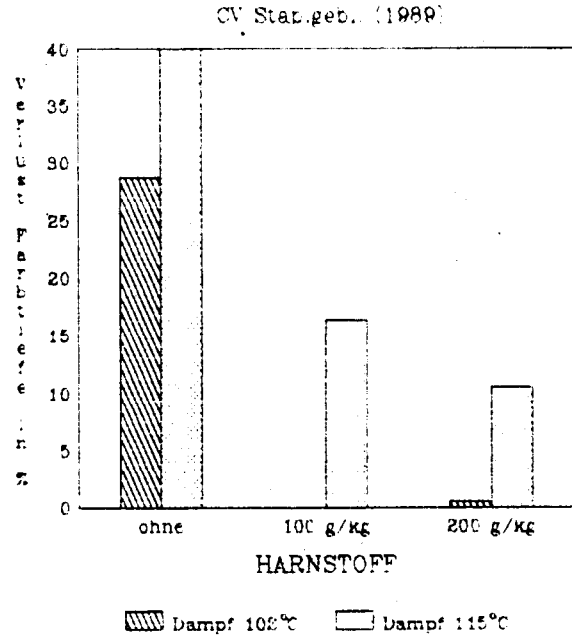


Abb. 15: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Farbstofftyp: C.I.Reactive Black 1

2.2.2.1. Versuchsanordnung: analog Pos. 2.2.1.1.

Eingesetzte Farbstoffe:

- C.I. Reactive Yellow 140
- C.I. Reactive Orange 12
- C.I. Reactive Brown 11
- C.I. Reactive Red 24
- C.I. Reactive Blue 49
- C.I. Reactive Blue 72 (Türkis)
- C.I. Black 1
- Cibacron Schwarz SG Gran.

Eingesetztes Substrat:

- CV Stapelgewebe, gebleicht (1989)

2.2.2.2. Resultate

Ermittelte Empfindlichkeitskennzahlen:

- C.I. Reactive Yellow 140	14.9
- C.I. Reactive Orange 12	2.8
- C.I. Reactive Brown 11	7.2
- C.I. Reactive Red 24	6.2
- C.I. Reactive Blue 49	10.2
- C.I. Reactive Blue 72 (Türkis)	33.6
- C.I. Reactive Black 1	17.0
- Cibacron Schwarz SG Gran.	8.0

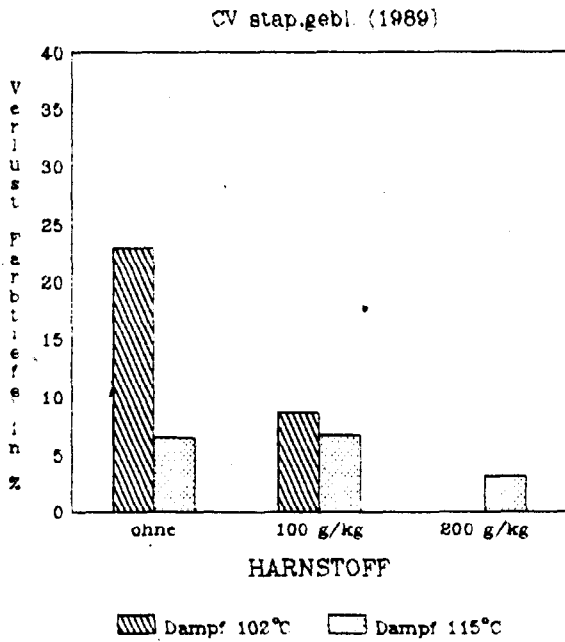


Abb. 16: Abweichung vom Optimum, abhängig vom Farbstofftyp: Cibacron Schwarz SG Gran.

2.2.2.3. Kommentar zu den Resultaten

Je nach Farbstofftyp resultieren sehr unterschiedliche Ausbeutedifferenzen. Bestätigt wird die erfahrungsgemäße ausgesprochene Gutmütigkeit der Azofarbstoffe im Goldgelb-Rot-Braun-Bereich, während andererseits die Sonderstellung der Phthalocyanintürkis-Farbstoffe eindrücklich zur Geltung kommt.

Interessant ist der Vergleich zwischen dem ältesten und dem jüngsten Vertreter der Reaktiv-Schwarz-Farbstoffe. Bekanntlich wurde Cibacron Schwarz SG Gran. mit dem Ziel hoher Nuancenstabilität entwickelt. Seine hohe Resistenz gegenüber wech-

selnder Dampfbedingungen spiegelt sich auch in der ermittelten Empfindlichkeitskennzahl wieder, der Fortschritt zu C.I. Reactive Black 1 ist enorm.

Reactive Blue 49 verhält sich als Anthrachinonfarbstoff noch recht gutartig, während das brillante Reactive Yellow 140 bei wechselnden Dampfbedingungen zu Schwierigkeiten führen kann.

Sollte die Nuancenstabilität von Drucken auf CV innerhalb eines Betriebs eine anerkannte Schwachstelle bilden, wird es sich mit Sicherheit lohnen, das Verhalten einzelner Farbstoffe in der dargestellten Art und Weise zu prüfen.

3. Untersuchungen zum Pad-Batch-Verfahren mit Reaktivfarbstoffen

Die nachfolgenden Erkenntnisse sind Teil einer Diplomarbeit, die 1989 in unseren Laboratorien durch Birgit Schick (FH Reutlingen)<sup>4</sup> erstellt wurde. Bewußt werden im Rahmen dieses Referates nur die Teilaspekte Flottenaufnahme und Farbausbeute beleuchtet.

3.1. Flottenaufnahme beim Foulardieren

3.1.1. Einfluß der Tauchzeit auf die Flottenaufnahme

Die beiden Abbildungen 17 und 18 zeigen sehr deutlich, daß auch die heutige CV-Faser-Generationen zum betriebssicheren Arbeiten deutlich längere Tauchzeiten benötigen als die Baumwolle (BW)-Fasern. Die gilt sowohl für die Normal-Type wie auch für die Modal-Faser (Tauchzeit = Zeit zwischen dem erstmaligen Eintauchen in die Flotte und dem Abquetschen zwischen den Foulardwalzen).

Während für Baumwolle (BW) durchaus Tauchzeiten unter einer Sekunde vertretbar sind, müssen für eine reproduzierbare und betriebssichere Arbeitsweise bei CV diese in der Größenordnung von 1 - 1,5 Sekunden liegen. Eine Tatsache, der heute unter dem Zwang zur Rationalisierung vielleicht nicht immer Rechnung getragen wird. So beträgt zum Beispiel bei einem Spickelfoulard und einer Laufgeschwindigkeit von 25 m/min die Tauchzeit lediglich 0,25 Sekunden! Die Laufgeschwindigkeit an

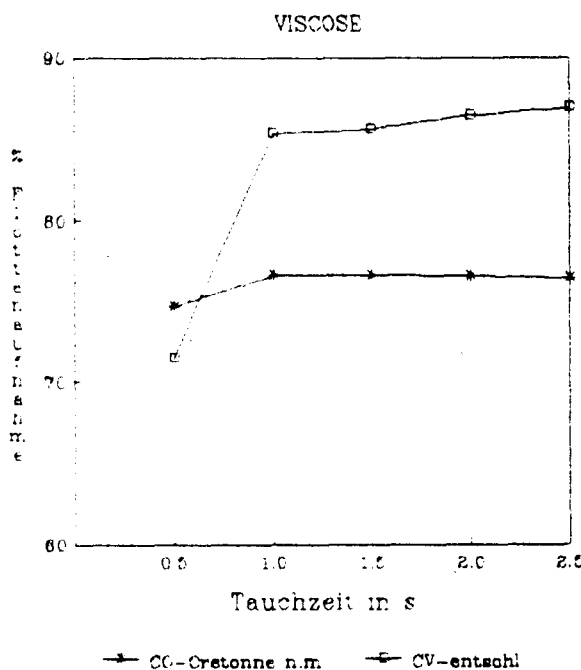


Abb. 17: Einfluß der Tauchzeit auf die Flottenaufnahme

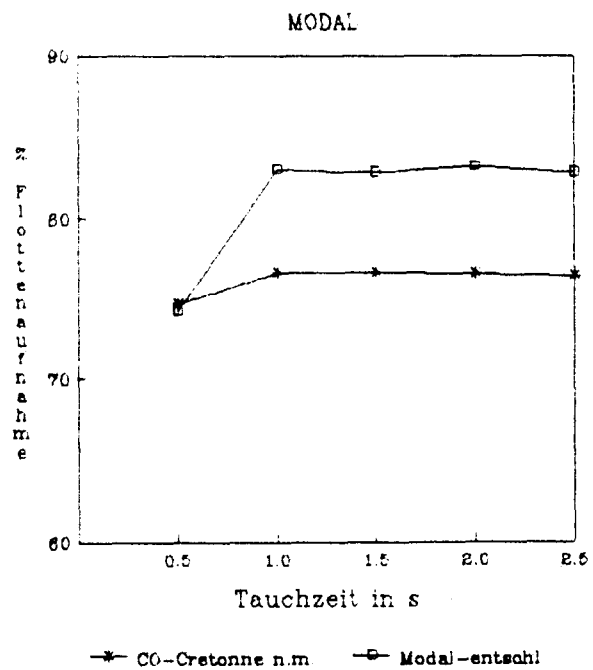


Abb. 18: Einfluß der Tauchzeit auf die Flottenaufnahme

diesem Foulard müßte, um auf 1,5 Sekunden Tauchzeit zu kommen, auf rund 4 m/min gesenkt werden, was natürlich unrealistisch ist. Die Lösung besteht in der Verlängerung des Tauchweges, der bei der gegebenen Laufgeschwindigkeit ca. 60 cm betragen müßte. Diese Distanz ist bei vielen modernen Foulardtypen trotz geringstem Badvolumen durchaus erreichbar.

Werden bei CV Tauchzeiten unter 1 Sekunde gewählt, resultieren bei geringsten Veränderungen der Laufgeschwindigkeit

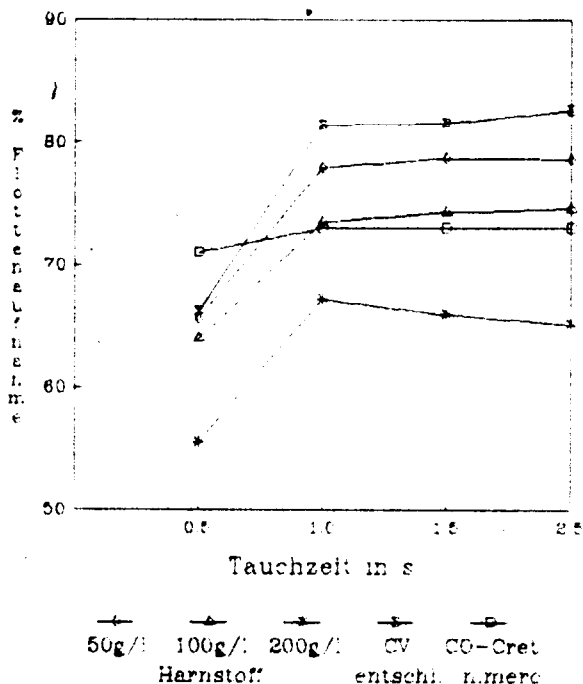


Abb. 19: Einfluß der Tauchzeit auf die Flottenaufnahme

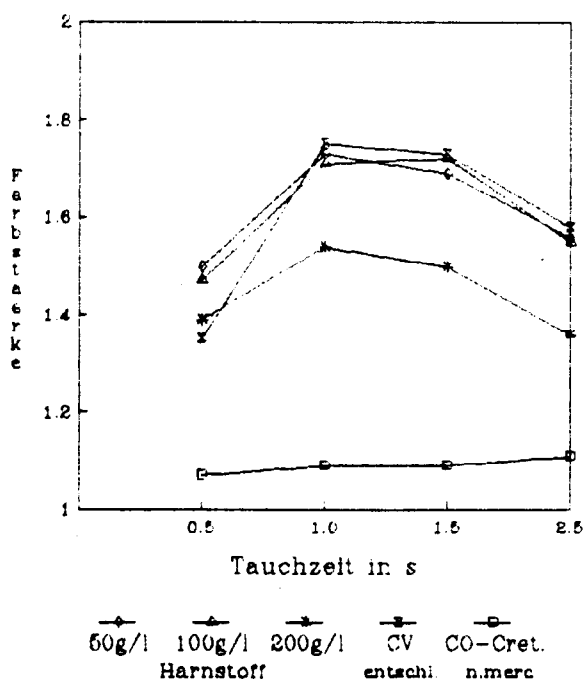


Abb. 20: Einfluß der Tauchzeit auf die Farbstärke

oder anderer Einflußgrößen (z.B. Temperatur) erhebliche Differenzen in der Flottenaufnahme und damit der Farbtiefe.

3.1.2. Einfluß einer Harnstoffpräparation auf die Flottenaufnahme

Oft wird auch vorgeschlagen, die relativ lange Quellungszeit der CV durch eine Vorbehandlung mit Harnstoff abzufangen. Die erhaltenen Meßwerte (Abb. 19) zeigen aber, daß eine solche Verbesserungsoption nicht zum Ziele führen kann, es im Gegenteil überrascht, daß bei hoher vorgängiger Harnstoffauflage die Flottenaufnahme (scheinbar) signifikant absinkt.

Werden nun solcherart foulardierte Färbungen fertiggestellt, weisen diese mit Ausnahme der Extremkonzentration von 200 g/l Harnstoff praktisch identische Farbtiefe auf. Der (vermeintliche) Widerspruch ist wohl darauf zurückzuführen, daß während der Tauchzeit Harnstoff gelöst wird und vom Substrat in die Flotte wandert und damit eine verminderte Flottenaufnahme vor-täuscht. In Wirklichkeit wurde - wie durch entsprechende Fixiergradbestimmungen ermittelt - überall, ob mit oder ohne Harnstoff, gleichviel Flotte aufgenommen (Ausnahme 200 g/l Harnstoff).

Im Pad-Batch-Verfahren darf deshalb die sogenannte Harnstoffvorbehandlung und der damit verbundene zusätzliche Trocknungsprozeß ruhig mit einem großen Fragezeichen versehen werden.

3.2. Einfluß der Tauchzeit auf die Farbstärke

Die Abbildung 20 überrascht vorerst durch das offensichtliche Optimum zwischen 1 und 1,5 Sekunden Tauchzeit. Der steile Anstieg zwischen 0,5 und 1 Sekunde hingegen erscheint durchaus logisch und deckt sich auch mit dem Verlauf der Flottenaufnahme. Ebenso trifft dies noch einigermaßen für die Tauchzeiten zwischen 1 und 1,5 Sekunden zu. Weshalb dann aber der steile Abfall zwischen 1,5 und 2 Sekunden Tauchzeit? Das ist mit dem sogenannten Reverse-Tailing erklärbar, das heißt das Zurückwandern des Farbstoffes von der Faser in die Flotte. Diese Rückwanderung ist bekanntlich umso größer, je weniger Substantivität der Farbstoff aufweist und je höher sein Diffusionsvermögen ist. Aus dem bekannten Grund der Badverarmung müssen bei den Foulardverfahren Farbstoffe geringer Substantivität eingesetzt werden. Auch die in unserem Falle geprüften, für die Foulardverfahren entwickelten Farbstoffe weisen eine relativ geringe Substantivität und damit bei übertrieben langen Tauchzeiten und hohen Farbstoffkonzentrationen ein Reverse-Tailing auf.

3.3. Einfluß der Vorbehandlung von CV auf den Fixiergrad von Reaktivfarbstoffen (Abb. 21 u. 22)

Das Fixierverhalten wurde mit dem monoreaktiven Fluortriazinfarbstoff C.I. Reactive Red 184 geprüft. Erstaunlich ist die signifikante Erhöhung des Fixiergrades durch die spezielle silikاتفreie Kaltlagerbleiche von 62 auf 73 %, und das bei minimaler Griffbeeinflussung. Die Erhöhung durch Laugieren von 62 % auf einen Fixiergrad von 77 % liegt im Rahmen der Erwartungen.

Die bereits kritisch erwähnte Harnstoffpräparation kann auch beim Fixiergrad keine Wunder bewirken, lediglich eine Erhöhung des Fixiergrades um drei Prozent ist das Resultat dieser doch recht aufwendigen Vorbehandlung.

Als Abschluß sei als Gedächtnisauffrischung die recht große Bedeutung der Gestaltung sämtlicher Trockenprozesse vor dem Färben oder Drucken erwähnt: Ein einziger Trocknungsprozeß, unter falschen Voraussetzungen (Zylindertrockner mit 120°C) durchgeführt, kann das Quellungsvermögen von CV derart irreversibel herabsetzen, daß Farbstärkeverluste von über 30 % resultieren.

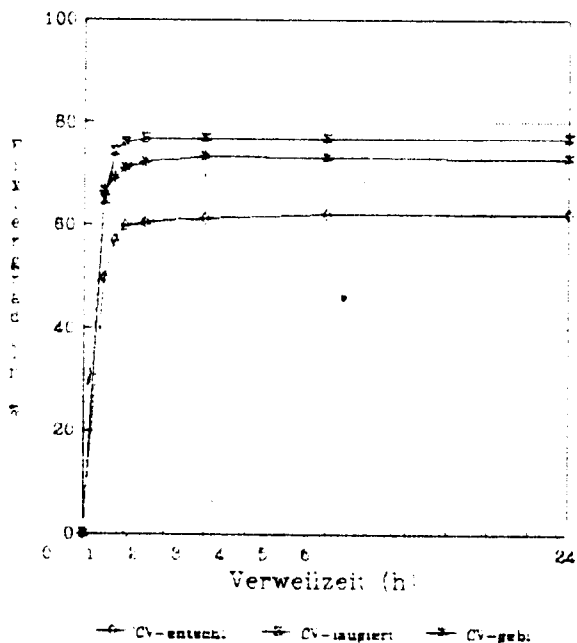


Abb. 21: Einfluß der Warenvorbereitung auf den Fixiergrad

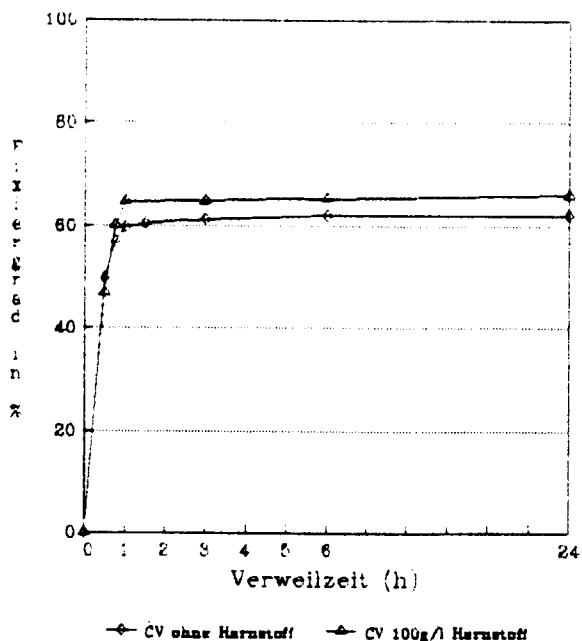


Abb. 22: Einfluß der Harnstoffvorbereitung auf den Fixiergrad

4. Schlußwort

Die vorgestellten Arbeiten zeigen, daß beim Veredeln von CV- und Modalfasern dem von Baumwolle abweichenden Quellungsverhalten Rechnung zu tragen ist. Sie zeigen aber auch die zusätzlichen Möglichkeiten der silikatfreien Kaltlagerbleiche bezüglich der erreichbaren Farbtiefe und der minimalen Griffveränderung auf. Besondere Aufmerksamkeit ist in allen Fällen den Trocknungsprozessen zu widmen.

5. Anhang

5.1. Fasermaterial

	Lenzing-Viscose (1989)	Lenzing-Modal (1989)
<b>Zellstoff:</b>		
Durchschnittlicher Polymerisationsgrad	800—1200	800—1200
Gehalt %	90—93	90—93
Wassergehalt %	7—10	7—10
<b>Viskose:</b>		
DP	300—700	300—700
Xanthatgehalt (Substitutionsgrad)	0,15—0,2	0,55—0,65
Viskosität (Kugelfall) s	40—60	80—100
Modifizier %	0—1	3—5
<b>Spinnbad:</b>		
Schwefelsäure g/l	100—120	60—80
Natriumsulfat g/l	300—340	90—120
Zinksulfat g/l	1—20	30—40
Abzugsgeschwindigkeit (Spinnen) m/min	45—65	20—30
Düsenlöcher je Spinnstelle	10—40000	10—80000
Verstreckbedingungen	0—90 Grd	90 Grd
DP	180—280	250—380
Feinheit Einzelfibrille	1,3 dtex	1,3 dtex
Länge Einzelfibrille	40 mm	40 mm
Feinheit Garn	20 tex (Nm 50)	20 tex (Nm 50)
Gewebe	Leinwandbdg. 130 g/m <sup>2</sup>	Leinwandbdg. 130 g/m <sup>2</sup>

5.2. Rezepturen

5.2.1. Vorbereitung

a) Kaltlagerentschlichtung tensidisch

- 5 g/l Ultravon GP
- 1 g/l Soda kalz.
- Imprägniertemp.: 60°C
- Flottenaufnahme: 100 %
- Kaltverweilen: 2 std.
- Spülen: heiß

b) Kaltlagerentschlichtung tensidisch (analog a) Laugierung

- 6° Bé NaOH (44 g/l NaOH 100 %)
- 6 ml Invatex CR
- Imprägniertemp.: kalt
- Flottenaufnahme: 100 %
- Kaltverweilen auf Rutsche: 2 Min.
- Spülen: 2 Min.

c+d) Kaltlagerbleiche silikatfrei

		C	D
Ultravon GP	ml/l	5	5
Tinoclarit CB	ml/l	12	12
NaOH 100 %	g/l	40	40
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 35 %	ml/l	30	50

- Flottenaufnahme: 100 %
- Kaltverweilen: 20 Std. bei 20°C
- Spülen: heiß

*e+f) Silikathaltige Kaltlagerbleiche*

5 g/l Ultravon GP  
 4 mg/l Tinoclarit 4431  
 6 g/l Na-Silikat 38°C  
 5 g/l NaOH 100 %  
 30 ml/l H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35 %  
 Flottenaufnahme: 100 %  
 Kaltverweilen: 20 Std.  
 Spülen: heiß

**5.2.2. Druck**

## Ansätze der Druckpaste

Farbstoff	x g
Harnstoff	0-200 g
Soda calc.	15 g
Lyoprint RG	10 g
Na-Alginat-Verdickung 6 %ig	500 g
Wasser	y g
	<hr/> 1000 g

**5.2.3. Färbung**

Klotzflotte: Farbstoff 30 g/l  
 Wasserglas 38° Bé 48 ml/l  
 Natronlauge 36° Bé 5 ml/l  
 Foulardieren: Mathis Foulard, 2,3 bar  
 Abquetschdruck  
 Fixierung: 16 Std. bei 25°C

**Literatur**

- 1) Schaub, A.; Textilveredlung, 351-354 (1984)
- 2) Glander, S.: „Fixieren von Drucken im Dampf“; SVCC-Druckerei Tagung, Näfels, 25. 10. 1980
- 3) Gerber, H.; Textilpraxis Int., 170-172 (2/1978)
- 4) Schick, B.: Das färberische Verhalten von Viskose- und Modalfasern im Auszieh- und Pad-Batch-Verfahren mit Reaktivfarbstoffen. Diplomarbeit 1989, Fachhochschule Reutlingen

**Diskussion**

**Mach:** Welches Fasermaterial wurde untersucht und sind auch nicht andere Einflüsse, wie die lange Lagerungszeit für die Unterschiede in den Ergebnissen denkbar?

**Schaub:** Die Daten sind im Anhang detailliert aufgeführt. Die Grundqualitäten waren bei Einzelfibrillen 40 mm Länge 1,3 dtex resp. 1,7 dtex. Die Unterschiede sind sicherlich auch durch Lagereinflüsse und nicht nur von der Produktion her bedingt. Ich denke beispielsweise an die Nachreife, die sich hier natürlich nach so vielen Jahren sicherlich auswirkt.

**Mach:** Wenn man Ihren Ausführungen zugehört hat, muß man den Schluß ziehen, die Unterschiede die bei Viskose und auch bei Modal auftreten, sind in jedem Fall stärker als bei Baumwolle. Es ist aber doch Baumwolle sehr unterschiedlicher Qualität auf den Markt. Arbeiten Sie auch mit sehr unterschiedlichen Baumwollqualitäten bei derartigen Untersuchungen?

**Schaub:** Nein, die Baumwollqualität die wir zur Prüfung oder zu Vergleichen heranziehen, ist eine standardisierte Baumwollqualität, die wir auch für sämtliche Farbstoffprüfungen einsetzen. Diese ausgewählte Qualität prüfen wird in einer relativ großen Quantität eingekauft und dann als Standard-Gewebe über Jahre gebraucht.

Es ist eine merzerisierte und gebleichte, also eine sehr gut vorbehandelte Baumwolle, ideal geeignet für Druck und Continue-Färbung.

**N.N.:** Herr Schaub, die Tauchzeiten, die Sie gezeigt haben, sind eigentlich Benetzungszeiten. Im Sekunden-Bereich handelt es sich ausschließlich um Netzzvorgänge, wenn Sie Uralt-Viskose nehmen, dann hat sich mit Sicherheit die Oberfläche, das heißt der Randwinkel, die Oberflächenenergien, total verändert, und damit haben Sie andere Benetzungszeiten.

Haben Sie den Randwinkel bei Ihren Fasern zeitabhängig gemessen, um überhaupt festzustellen, wie die Materialien, die Sie vor sich haben, bezüglich der Benetzungsfähigkeit sind?

**Schaub:** Sie haben vielleicht bemerkt, daß wir bei den Färbungen keine Vergleiche der Tauchzeiten, historische Fasern versus heutige Produktion, durchgeführt haben. Wir haben alle diese Arbeiten ausschließlich mit Viskosefasern heutiger Fabrikation durchgeführt, also Fabrikation 1988 oder 1989.



## Successful Chemical and Electron-Beam Grafting Treatments on Cellulosic Man-Made Fibres to Get New and Permanent Properties (Erfolgreiche chemische und elektronenstrahl-induzierte Pfropfung auf cellulosischen Chemiefasern zur Erzielung neuer permanenter Eigenschaften)

Dr. M. Sotton, R. Chatelin, Institut Textile de France, Lyon, Ecully, Frankreich

By grafting, it is possible to give to a polymer of any chemical nature, new and permanent properties, in a very specialized way. The technique of production reaches today an industrial development. A first radio-grafting line for textiles has just been installed in France, in the Rhône-Alpes region.

The electron beam activation as the chemical process of grafting are carried out in continuous, or moving textile surfaces. All production parameters including those inherent to the environment are studied.

To appreciate the degree of innovation of this very large concept, the formation process and its numerous possibilities will be exemplified significantly through new products: *ion-exchanging cellulosic man-made fibres and biofibres*.

The production of these has just begun and they will be used as well for the public market as in the industrial sector.

Durch Pfropfung ist es möglich, einem Polymer originale und permanente Eigenschaften, unabhängig von seiner chemischen Beschaffenheit, in gezielter Weise zu verleihen.

Für die Produktionstechnik beginnt heute ihre Industriephase. Eine Erstanlage für Textilstrahlenpfropfung wurde kürzlich in der Rhône-Alpen-Gegend in Frankreich errichtet. Die Aktivierung unter Elektronenstrahlung sowie das chemische Pfropfungsverfahren werden dort ohne Unterbrechung auf durchlaufenden Textilgeweben verwirklicht.

Sämtliche Produktionsparameter, die des Umweltschutzes mit einbezogen, werden dabei untersucht.

Zur Ermessung der Wichtigkeit dieser Neueinführung, die dieses Konzept sehr allgemein darstellt, müssen der Entwicklungsvorgang und seine zahlreichen Möglichkeiten erläutert werden.

Diese werden mittels zwei bedeutsamer Beispiele aufgeführt: *ionenaustauschende cellulosische Chemiefasern und Biofasern*, deren Produktion kürzlich begonnen hat und deren Anwendungsbereiche sowohl den öffentlichen Verbrauchermarkt als auch den Industriebereich anvisieren.

### 1. Introduction

Main driving force of the macromolecular chemistry, the textile industry appears today as the main precursor for the development of the new generation of grafted materials. For that, a very simple reason: the grafting is a technic with boundless potentialities, to get *made-to-measure* properties to existing polymers.

It is a very great stake as well for the traditional textile field (new finishing methods) as for technical polymers (*a la carte* polymers and new polymer alloys). Because textiles have a great specific surface they form wonderful materials to act especially by contact. If we can give them some peculiar properties by grafting treatments, textiles will acquire an extra dimension with worthwhile consequences and new end-uses on the market.

### 2. The Grafted Structures

To imagine the innovative level which sets inside the concept of *grafting*, it is necessary to understand quite well the mechanism of formation and all the possibilities.

Whatever the polymer, the process is always the same:

- it is first necessary to initiate, in the fiber material, radicals able to react with a monomer (activation step);
- then, we use the ability of monomer molecules to diffuse into the fiber structure, to react amongst themselves and also with the radicals of the activated fibers: so, new lateral polymer chains can grow inside the structure of fibers which give them new permanent properties.

The different steps of the grafting process appear on the figure 1 and figure 2 and figure 3.

**The activation of cellulosic man-made fibers can be performed following two different routes:**

- a chemical route, with the help of Redox systems (for instance  $\text{Fe}^{2+} - \text{H}_2\text{O}_2$ , persulfate, ceric salts in aqueous solutions),
- a radiochemical route, of utmost interest, by treatment of the textile under ionizing radiations (for instance electron beam).

#### Grafting treatments under electron beam

Going through the polymer, electrons leave part of their energy to the atoms of the molecules they strike. An excitation process occurs which produces in the polymer a certain amount of radicals, the rate of which can be monitored with the beam intensity and the dose of which is delivered (Figure 1).

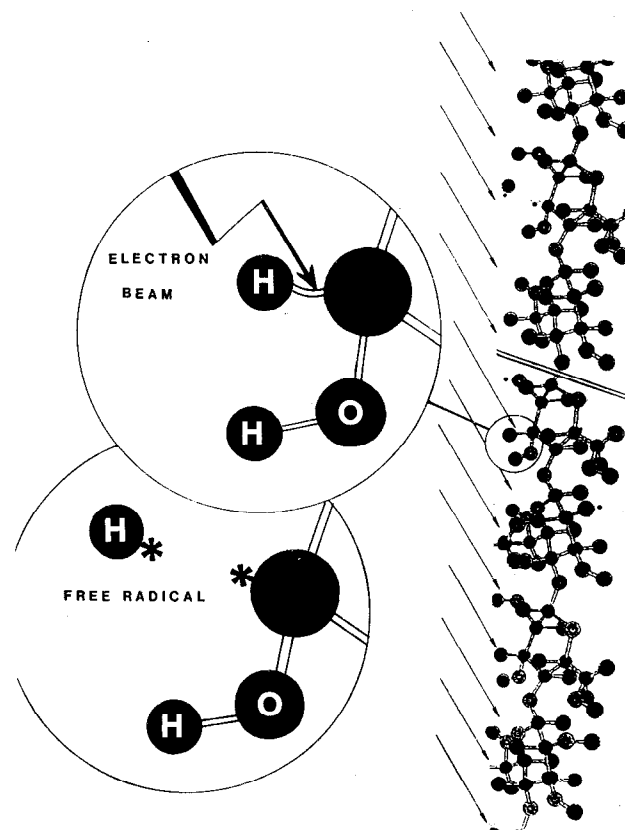


Fig. 1: Activation by electron beam

Radicals which appear on the cellulosic chains are very active: it is necessary to use them as soon as possible, particularly if the treatment is carried out in air. With cellulosic fibers, unlike with other polymers, the rate of radicals produced under electron beam decays of about 10 % in the first minutes and 80 % after 30 minutes.

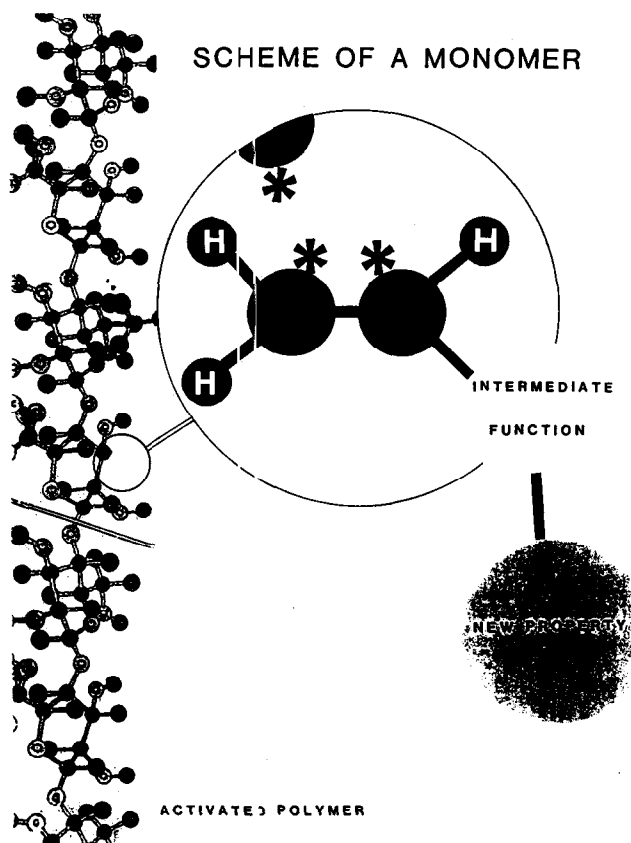


Fig. 2: Interaction between activated cellulosic, polymer and monomers

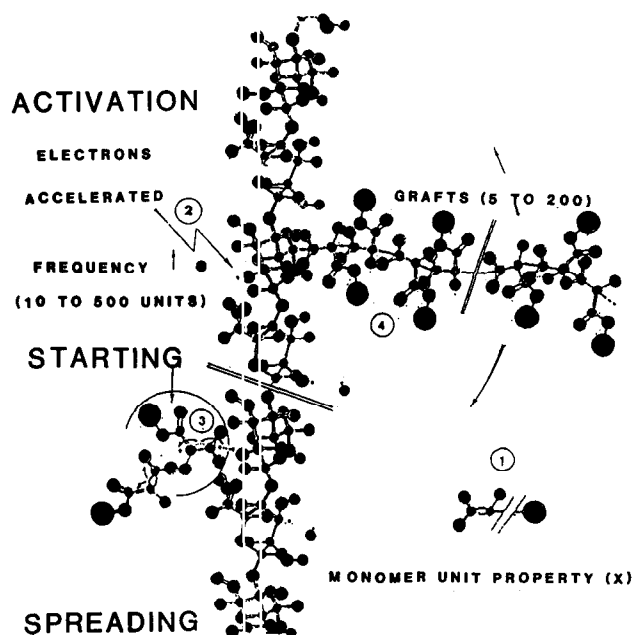


Fig. 3: Grafted cellulose: activation - spreading - copolymerisation phases

Afterwards it is therefore necessary to put into close contact activated cellulosic polymer and monomer molecules to copolymerize. This phase is illustrated on figure 2. Into the magnification window of the figure 2 it is pointed out that the first monomer molecule is grafted on the activated cellulosic chain by opening of its reactive double bond.

At the same time the activated monomer molecule can therefore react forwards with on another nearby monomer unit and so on. It is the spreading step of the copolymerisation.

The on-line electron beam and grafting treatment allows to lower, if not to avoid, the simultaneous formation of homopolymers, considered by the time, as the main reason of the industrial failure of such grafting treatments. Some selective inhibitors are studied which allow today to get rid of this hazard in many cases (ITF patents).

The yield of the grafting reactions will be greater (near 100 %) whether the textile is clean (removal of sizings, antioxidants, UV stabilizers, chemicals with sulfur, which are able to lower the radical activity). Taking into account all the previous observations, the radiation doses can be weak enough to keep, without significant damage, the initial properties of cellulosic polymer. It is nevertheless interesting to underscore:

- grafting of low reactivity monomers becomes possible if we add in the recipes, compatible co-monomers (this enlarges considerably the scope of the experiments);
- because of safety and cost reasons, the previous steps of processes are always carried out with recipes mode of technical monomers with their original stabilizers inside;
- the purposes of the on way researches are to perform treatments with aqueous formulations: this is making research considerably more difficult, but might help the industrial process.

**Structure-properties relationship**

Figure 3 sums up all the different grafting phases on cellulosic chains: starting and spreading copolymerisation with monomer units in close contact, the final grafted lateral very flexible chains able to move inside the nearby area of cellulosic material.

The frequency of the branching is adjustable between 10 to 500 glucosidic units and the length of the grafted chain from 5 to 200 monomer units. The final properties of grafted cellulosic polymer depend on the nature of the chosen initial monomer and on the structure of the copolymerised grafted chain as well.

Let us remind that each monomer is chosen:

- for its reactive group (generally  $-CH_2=CR-$ ) which will constitute the solid skeleton of lateral grafted chains,
- for its useful function, bearer of the wanted effect (bioactivity, ionic activity, fluorination, etc.),
- for its intermediary function (rest of the monomer) the importance of which is very often underestimated (it can improve the accessibility and/or the efficiency of the useful function in the grafted area).

The strength of the searched new property is related first with the rate of grafting (weight of grafted add in per cent of the grafted material). Following the end-uses, this rate can vary from 0,1 % (biotextiles case) to 60 % (grafted silk for instance).

If a surface effect is researched (for instance hydrofuge or hydrophilic effects) the rate is only few per cent. But rates from 5 to 20 % are needed to fulfill the requirements of a bulk modification (ions exchange).

But type and grafting rate are not sufficient to truly characterize a grafted textile material.

Effectively, following:

- the area where the grafted chains are localized in the fibrous structure (skin, core, mass, ect.),
- the length of the grafted molecules,
- the accessibility of grafted chains (utmost interest if material must or must not act in contact),
- the frequency of branching (it has an influence over the grafted chains mobility, their number, their independence, ect.),

The final result will be different, and all the know how settles in the finding of the right structure in each case. (It must be pointed out that in changing very slightly the initial cellulosic man-made fiber, for example, 1 branched molecule each 100 glucosidic unit, all the properties of the initial fiber are preserved.)

### 3. First Examples of what is Normally Expected in the Textile Field by the Grafting Treatments:

Cellulosic man-made fibers with properties of "exchange of ions" and biofibers.

The two product families got from viscose fibers must be presented as references, as well as by their structural differences and their functions and end-uses.

- The "ion-exchange" property needs a density and a length of grafted chains as high as possible to get the greatest number of available functions by mass unit. The hybrid grafted products should to exhibit long-term mechanical properties in the normal working conditions (swelling in acid or alkaline solutions).
- The example "biotextile" is different. The co-grafted chain acts as a "thread" able to support the main active function and to sweep the space around to increase the contact hazard with bacteria in the vicinity. In that present case, the length and rate of grafted chains have to be much more lower than for the previous example about ion-exchange fibers. More, the sophisticated co-grafting treatment must give rise to simple industrial process.

#### 3.1. Ion Exchange Viscose Fibers

Cellulosic fibers represent an ideal compromise with an hydrophilic matrix (favourable for ion-exchange behaviour) and the greatest amount of active functions it is possible to imagine on a solid substrate without damaging it. Effectively :

- *Viscose fiber* is hydrophilic and acts as a "pump" to drain very fastly the ions towards the active exchange sites supported by the cellulosic macromolecules of the fibers. The fiber structure fixes the insolubility of the grafted material.
- *Grafted chains bearers of the active sites*: with a number of about 100 to 300 units per each grafted chain, such sites are supported by a very long flexible molecule. Consequently each site is very accessible for ions to be caught, whatever their size.

Such a dual notion explains why the exchange kinetics, observed with ion exchange viscose fibers, be so high and so efficient: performances multiplied by 100 even 1000 comparatively with classical ion-exchange resins.

#### Application Consequences

*At the level of finishing treatments*: with some grafted fibers the textile is changed in a true permanent "magnet" for ionic dye-stuffs and offers new opportunities for dyeing. It is then possible to dye some patterns after weaving, to dye also unusual blends (polypropylene-viscose: grafting is done on polypropylene fibers). Last but not least, it is possible to dye at low temperature and very quickly (quick response system), with complete exhaustion of the dyeing bath, and no colored wasted waters.

Such a property is now applicable for the "Color Stop" bag, sold for the general public, which allows, without hazard, to wash altogether, in the same bath of the washing machine, low-fastness colored and non colored garments.

*At the level of the treatment of effluent and waste waters*, favourite field of application of such grafted textiles: the "ionic filtration" is performed at the same flow that the classical filtration of liquids.

Five families of ion exchange viscoses are now studied and produced at the experimental scale (Tab. 1): anionic, cationic, weak and strong degree, complexing. The textile forms chosen are needled nonwovens of 300 to 400 g/m<sup>2</sup> with a blend of 20 % of thermoplastic fibers allowing calendering so as to adjust the thickness, the stability and the filtration opening size.

Among all the different end-uses for such ion-exchange viscose products, we can mention:

- burying of large surfaces of ionic barriers in soils,
- micro-modules to perform quick analyses,
- compact units for water treatments,
- matter saving sets at the working point in firms,
- saving of strategic metals,
- reduction of the size of storage tanks for nuclear wastes, by combustion of the textile exchangers.

*The main industrial fields concerned are:*

- *nuclear power*: treatment of radioactive traces, maintenance of the circuits, routine supervision and analysis by pre-concentration with grafted micro-units cartridges,
- *galvanoplasty*: detoxication, effluent recycling (ex. Cr6+), saving of noble metals,
- *metallurgical industry*: hydrometallurgy for instance to concentrate the liquid at very high flow, metal recovery in mini-lodes,
- *microelectronics*: obtaining of ultra pure water of high flow with small modules,
- *chemical industry*: demineralization, synthesis (supported catalysis), selective extraction (macro-ions),
- *farm-produce industry*: demineralization and extraction of protein,
- *general public*: drinkable water production,
- *non-stop supervision* of industrial or coastal waters, with summation of all the soluble wastes along the way.

Of course, what is true for textile presentation is also true for other products such as sponges. It is the same for ion-exchange and other types of actions. So, a oleophilic grafted viscose will absorb oil preferably to water. All hybrids can be considered.

#### 3.2. The "Hook Effect" by Grafting and the Biotextiles

With *Biotextiles*, we mean every kind of fibrous substrate functionalised by grafting to get significant action as far as bacteria and fungus are concerned. Simply we have a bactericid function or a fungicidal one. Following the type of grafting, we could have either a short term activity or a permanent irreversible one.

*In the first case* (short term activity), an ion exchange viscose fiber could be used for instance to complexify such a number of metallic ions well-known for their bacteriostatic or fungicidal effects (Cu, Zn, Ag).

In that case, and comparatively with the other route consisting in spinning fibers with special additives (zeolithes) we find again all the advantages of the grafted structures: the titration of the active sites are much higher - up to 10 % of the matter weight -, ions are individual and very accessible, and last but not least, viscose fibers can be "reset" in activity in a few minutes if necessary.

(Such a grafted viscose sample exhibit a green color due to the copper ions: visual identification possible).

*In the second, most innovative case* (permanent activity), we search with the hook effect concept, to place the active function in such a way it can, with a great chance, keep contact with bacteria in the vicinity, and to remain linked to the nearby cellulosic polymer by a long grafting chain as well.

The ideal functioning of such a concept could be pictured or scheme by the movements of a fishing rod: the viscose polymer is the rod, the thread being the lateral co-grafted chains and the "hook" being the active group, very accessible.

It has been necessary to synthetize new monomers with perfectly wellknown bio-activity and able to be co-polymerized at the very end of the grafted chains; in that way the "hook effect" gives an efficiency as great as the antiseptic molecule was in solution.

*The grafted chain* different in nature of the bioactive end group, must be biocompatible if some medical end-uses are con-

Table 1: Ion exchange viscose characteristics

	Strong anions exchangers	Weak anions exchangers	Weak cations exchangers	Strong cations exchangers	Complexing resin
	Quarternary ammonium	Tertiary amine	Carboxylic acid	Sulfonic acid	Phosphate
Grafting characteristics					
- grafting ratio	6 to 12 %	20 %	16 to 18 %	10 to 12 %	20 %
$\left( \frac{\text{Graft mass}}{\text{total mass}} \times 100 \right)$					
Average polymerization degree	50 to 200	50 to 200	50 to 200	50 to 200	100 to 200
Exchange Characteristics					
- Functional group	$-\overset{+}{N}(\text{CH}_3)_3$	$-\text{N}(\text{CH}_3)_2$	$-\text{COO}^-$	$-\text{SO}_3^-$	$-\text{O}-\text{PO}_3^{2-}$
- Useful capacity	0,4 to 1 meq/g	1,6 meq/g	2 meq/g	0,5 meq/g	2,6 meq/g
Physical Characteristics					
- Mass per square meter			30 to 450 g/m <sup>2</sup>		
- Thickness (*)					
- Cut off threshold (according to the manufacture process)			0,1 to 5		
End use conditions					
- pH	0 to 11	0 to 10	3 to 14	1 to 14	0 to 14
- maximal temperature	80° C max	110° C	110° C	80° C	110° C
Regeneration			(with classical reactants)		
Impurities			(standard and nuclear quality)		

(\*) According to the material : woven, nonwoven, powder, dispersed fibers, sponge, yarn...

sidered or general public ones as well. By solvation it must improve its mobility. It has been shown that a length of grafted chain of about 10 - 20 units gives the optimum effect. The amount of grafted chains must be greater than the "lowest inhibitory index" of the active molecule (Fig. 4).

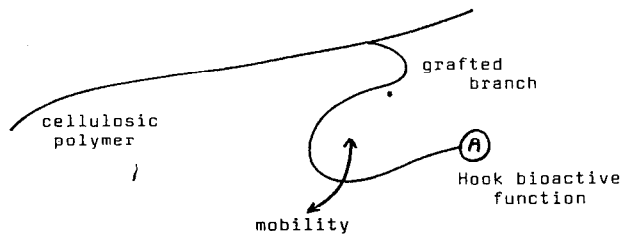


Fig. 4: The grafted chain

Practically, grafting under electron beam, is performed very simply and on line with an emulsified recipe: the reaction yield is higher than 95 %.

In such a configuration, 0,1 % of antiseptic units are enough to insure oying fastness by biological action. With 0,3 % a preventive effect is obtained by contact with the biotextile and up to 1 % a curative effect is got.

As easily understandable the scope of the end-uses is extremely large for such biotextiles:

*beyond the self protection of materials against biological effects, we forecast great developments:*

- *in medical end-uses:* operative fields, implants, disposables, dressings, ligatures and so on.
- *in hygiene for general public:* clothings and underwears, personal or collective, which can support many cleanings and/or washings. The effect is efficient as well as to avoid infections and to suppress odours. By the end of 1989, 60 tons of biotextiles will be experimentally produced in France for general public underwears,
- *environment sterilization* (clean rooms) and water sterilization by biochemical filtering (this study is actually in progress),
- *geotextiles:* opportunity with such a treatment to avoid the hazard of clogging by bacteria actions (ferrous clogging).

**4. Conclusion**

Since the issue on the market of grafted biotextiles with cellulosic man-made fibers, the demand for new products is more and more intense. New technological lines should be made such as the C2IE (Centre International d'Irradiation d'Ecully) in France, near Lyon (Fig. 5).

C2IE has been settled by ITF and other partners for the main purpose of industrialize the different products developed by grafting of polymer under electron beam.

The main topic is the development of advanced products.

**C2IE features:**

The low power electron beam device (350 KeV) is adjusted to the on-line treatment of flexible materials, the weight of which may reach 700 g/m<sup>2</sup> and the width 1,60 meter. The e.b. device has its own self-protection for X-rays, allowing the fitting of the other systems of an industrial finishing line. The area where the textile is going through the electron beam has been designed to lower the cost of treatment under inert atmosphere if needed (the examples given in the text are performed in air). All the different parts of the lines are monitored and asserved to the grafting requirements.

The experimented line allows to do samplings, to do research works and up to some attempts of industrial productions on-line. By 1990, it is expected to implement a second textile grafting unit in France, on the basis of C2IE, which will be the fore-shadowing of the advanced textile technologies to produce textiles of the 3rd millennium years.

**Diskussion**

**Krässig:** I am familiar with this since 1956 in modifying pulp and later at Lenzing in cooperation with an American Company we designed a continuous process to produce graft modified viscose fibers at the same speed as fiber spinning. I think so far this technique has not been used very extensively because about 15 years ago the equipment was too expensive, but in the last years it has changed dramatically and the only restrictions now are that some people fear radiation. But I think such modifications as you have presented will surely sooner or later be realized also in the commercial practice. You have restricted your paper mainly to grafting by radiation. In your manuscript you mentioned that you can do the same thing also by chemical means. I like to add that our grafting line in Lenzing was working chemically not by radiation, and I think when you consider to modify the textile substrate or fiber by grafting you have always to consider both means. And my experience so far is, and I like to hear your comment to this statement, when you can do it by chemical means, most people prefer it, only when you cannot achieve a certain goal or a certain property, than you may use radiation as the means of initiation the grafting.

**Sotton:** Of course people in the industry prefer to do grafting treatments following a chemical route when it is possible. By instance, in our country near Lyon, we have implemented in the textile silk industry a chemical grafting to improve the weight of silk fabrics by a factor of 10 to 60 %: the practical advantage, in that case, to have chosen a chemical route rather a radio-chemical one, is to have kept the classical dyeing machines and normal temperatures for the treatment.

Unhappily it is not possible to succeed easily with a chemical route, in any case. Effectively when initiators like ceric salts by instance are used, we have the great chance to have a washing off effect of the initiator, previously included into the fibers, to the bath, with as a consequence, production of homopolymers into the baths and on to the fabric. It is a strong limit of the chemical grafting: we have not this drawback in the case of radio-chemical route.

As far as the cost of an electron beam line is concerned I agree with you, Professor Krässig, it is very expensive, especially if we intend to implement such a line to produce fabrics with the lower add-value. The problem is different in the case of production of technical textiles, as biotextiles or ion-exchange textiles, which support very high add-value: the implementation of high-tech. line is then possible economical, following our point of view.

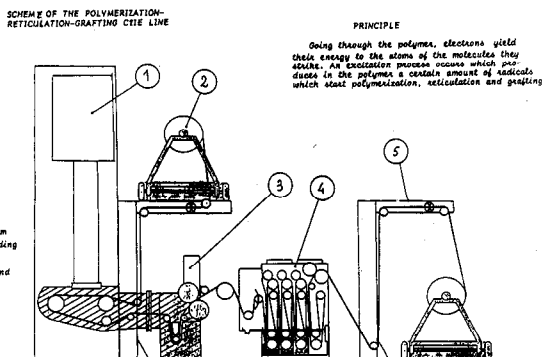


Fig. 5: Scheme of the polymerization-reticulation-grafting C2IE line

**Rebenfeld:** Could you comment on the uniformity of the grafting that you can achieve by the electron-beam process. Uniformity at all levels overall, on the fabric from side to side, depth of penetration into the thickness within the fiber and even at the molecular level. What do you know about the uniformity of the grafting that achieved?

**Sotton:** That is a very interesting question Professor Rebenfeld. Firstly I outline, to answer such a question, it is of course necessary to have a prototype electron beam line available to carry out experiments at all levels you are talking about. On our experimental line C2IE, we are doing trials fabrics on line: we succeed to achieve uniformity of the grafting treatment through the weft and along the warp direction (as far as the rate of grafting is concerned). To manage such an uniformity we have to find a compromise between speed of the fabric, frequency of the electron beam scanning, intensity of the electron-beam. In each case (fabric and treatment) we have to optimize those parameters.

The uniformity into the thickness is achieved easily with thin fabrics. In the case of thick nonwovens, by instance, we are obliged to treat each face, because the energy of our electron beam, in that peculiar case, is not enough.

At the other levels (fibers and molecules) we hope to do an homogeneous treatment but we cannot yet to scientifically demonstrate such features. We have the proof on silk fibers that the grafting is very regular in between the fibrillar structure of the silk (electron transmission microscopy pictures). We are in progress, with ESR, IR spectrometries to answer such questions.

**Herlinger:** Es geht beim Elektronen-beam-Pfropfen lediglich darum, lösungsmittel- und wasserfrei aufzutragen, um eine hundertprozentige Ausbeute beim Pfropfen zu haben, was Sie beim

chemischen Pfropfen überhaupt nie erreichen.

Sie brauchen nicht zu trocknen, wenn Sie es richtig machen. Das „bottleneck“ im Augenblick sind wirklich der Produktauftrag und die Genauigkeit, Hr. Rebenfeld, die Gleichmäßigkeit ist lediglich abhängig vom Produktauftrag, wenn sie beispielsweise Farbstoffe aufbringen. Das haben wir gemacht bei Reaktivfarbstoffen, die gepfropft werden können, dann haben Sie eine Genauigkeit von +/- 1 % des Auftrags an jedem Ort, das heißt, Sie können das farbmetrisch überhaupt nicht mehr erfassen, so exakt ist die Pfropfreaktion; diese ist lediglich abhängig von der Art der Auftragstechnik, ob Sie sprühen oder wie Sie eben diese Chemikalien applizieren. Ein anderer Vorteil gegenüber chemischem Pfropfen besteht darin, daß es absolut ist. Sie kriegen auf jeden Fall sofort die Information: diese Chemikalien sind pfropfbar. Bei jedem chemischen Prozeß müssen Sie das Verfahren optimieren. Hier brauchen Sie nur die Strahlungsleistung optimieren. Das ist ein ganz einfacher Versuch.

Ich hätte noch eine Frage über die Regenerierbarkeit der Ionenaustauschcellulose in diesem Fall. Wie oft können Sie regenerieren? Das ist ja wesentlich bei einem Ionenaustausch.

**Sotton:** Thank you Professor Herlinger for your very interesting comments.

As far as regeneration of exchange-ion viscose fibers is concerned, we use for instance a very simple acid solution. As for classical resins we can regenerate the filter many times. It is not a problem.

By the way I can give you a detail about the treatment of such nonwoven on our electron-beam line. You imagine, we are obliged to deeply rinse the nonwoven fabric after irradiation and padding with the monomer bath. To do that we need a very pure hot water: such a water is available through a classical resin station to remove ions.



## The Effect of Fibre Properties on the Absorbency of Nonwovens

(Der Einfluß der Fasereigenschaften auf das Absorptionsvermögen von Nonwovens)

C. R. Woodings, Courtaulds Research, Coventry, U.K.

Absorption is a complicated subject. Scientists use the word to describe how heat, light, sound, electromagnetic radiation, fluids, gases, and even information, are incorporated into or swallowed up by various substances, including brain tissue. One aspect of great importance to nonwovens and disposable producers, and hence the subject of this paper, is the case when aqueous fluids are absorbed into fibrous materials.

Much has already been published, and many of the good technical papers go into great, often mathematical, detail on some aspect of the subject. This overview avoids such detail and attempts to deal with absorbency from a practical rather than theoretical viewpoint. It tries to highlight the important features of a property of fibrous materials which has been utilised in various forms for thousand of years.

Der Gegenstand Absorption ist ein kompliziertes Diskussionsthema. Wissenschaftler benutzen das Wort, um zu beschreiben, wie Wärme, Licht, Schall, elektromagnetische Strahlung, Flüssigkeiten, Gase und sogar Informationen von verschiedenen Substanzen, einschließlich des Hirngewebes, aufgenommen bzw. verschluckt werden. Ein Aspekt von größter Bedeutung für die Herstellung von Fließ- und Einwegstoffen (Hauptthema dieses Vortrages) ist dann gegeben, wenn wäßrige Flüssigkeiten vom fibrösen Material absorbiert werden.

Viele Berichte sind zu diesem Thema bereits veröffentlicht worden, und in zahlreichen guten technischen Abhandlungen wurden manche Aspekte des Problems ausführlich und detailliert beschrieben. Dieser Vortrag geht nicht in Details, sondern versucht vielmehr, den Gegenstand vom praktischen und nicht vom theoretischen Standpunkt aus zu behandeln. Es wird auch versucht, die besonderen Merkmale und Eigenschaften des fibrösen Materials hervorzuheben, die in seinen verschiedenen Formen bereits seit Tausenden von Jahren genutzt worden sind.

### 1. Introduction

For the majority of the seventh centuries of textiles history the main fibrous materials were wool, linen, silk, and cotton. These natural fibres when clean, were naturally absorbent, and this ability to absorb was taken for granted. Any of the materials could be used to dry the body, to dress wounds or to absorb body fluids.

Viscose rayon, the first of the man-made fibres, being made by the dissolution and re-precipitation of cotton and/or wood fibres, was also absorbent. In fact because it was not possible to dissolve the natural cellulose fibres without reducing the cellulose chain lengths and breaking up their crystalline structure, the man-made versions tended to be more absorbent than their equivalents in nature. Absorbency implies water sensitivity, and the early rayons were weak in the wet state, and more prone to shrinkage and creasing than the chemically identical cotton fibres. Fibres which were less affected by water were therefore sought, an endeavour which on the cellulose front led to the high wet modulus and polyosic rayons.

Nylon was the first man-made fibre to be made from a man-made polymer, and the first of a series of non-absorbent fibres which now includes polyester, acrylic, polypropylene and polyethylene. These are all based on the polymerisation of chemicals extracted from fossil fuels, all thermoplastic, durable to abrasion and rotting, strong and all relatively unaffected by water. Some of the early garments made entirely from these synthetic fibres had the superb durability and easy care properties for which their developers had hoped, but they proved rather uncomfortable because they hindered the loss of moisture from the skin. Absorbent fibres had to be restored to garment constructions so that today, despite their relatively high

cost, poorer durability and care properties, and less easy conversion to fabric at high speed, they are still market leaders in applications close to the body. Amongst the absorbent fibres, the cellulose predominate, and it will therefore be appropriate to enter our discussion of the effect of fibre properties on nonwovens absorption through a consideration of the interaction of water with these fibres.

### 2. Mechanisms of Absorbency

There are several distinct aspects of absorbency which combine to give the qualitative result that a nonwoven product is either absorbent or non-absorbent.

Initially, atmospheric *water vapour* will penetrate the fibre mass. It will both bond to the polymer molecules to a degree dependant on the chemistry of those molecules, and it will, at high humidity, condense in minute pores and cracks in the fibre surface. *Liquid water* will then penetrate the fibre mass spontaneously to a degree dependant on the wettability of the fibre surface, this, in turn depending on the fibre polymer and any finishes which have been applied. If there is no *spontaneous uptake* of liquid, it will still be possible to "encourage" water into the fibre mass by *total immersion*, or by pouring the liquid onto the mass, providing the structure is sufficiently porous. Finally, the *retention of water* by the fibrous mass despite mechanical forces tending to separate one from the other is important and will depend considerably on the physical properties of the fibres in the wet state.

#### 2.1. Water Vapour Absorption

If an oven-dried cellulosic fibre is placed on a sensitive balance and exposed to atmospheres with gradually increasing humidity, its weight is seen to increase as indicated by the lower curve in figure 1. This increase is due to moisture adsorption, the amount adsorbed is known as the moisture regain of the fibre at that humidity, and the curve is known as the adsorption isotherm of the fibre (because the humidity increase is done so gradually that the heat given off by the fibre as it absorbs does not cause a temperature increase). If the humidity is then gradually reduced, the weight of the fibre mass falls, and the upper curve in figure 1 results. This desorption isotherm does not follow the original adsorption curve, the difference being known as hysteresis.

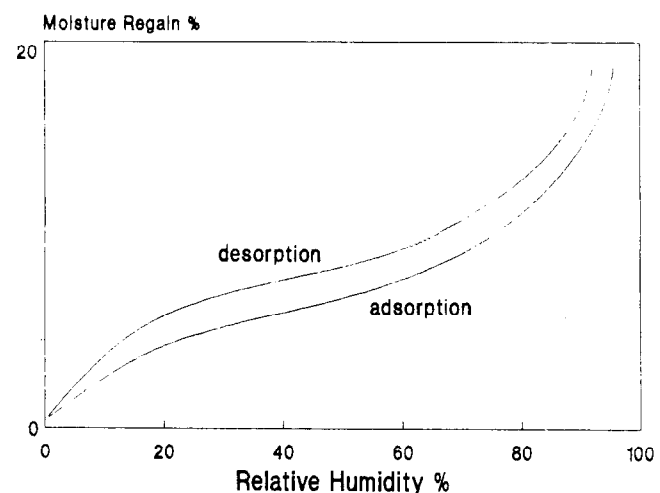


Fig. 1: Water vapour/fibre interaction - adsorption and desorption isotherms for a cellulosic fibre

Wetting out of a cellulose is accompanied by evolution of heat, an increase in fibre volume, changes in the fibre surface, and changes in its physical properties. Furthermore, cellulose fibres

have a structure which is part crystalline (well-ordered, cross-linked polymer chains) and part amorphous (disorderly polymer chains, few cross-links), with only the amorphous regions being easily accessible to water. All these factors conspire to prevent the theoretician from modelling the behaviour cellulose in a single theory. Qualitatively however we can visualise the following occurring:

Water is an integral part of the structure of a cellulosic fibre, and even after prolonged oven drying a proportion of this bound water remains as hydrogen bonded "cross-links" between the polymer chains. On exposure to atmospheric moisture vapour, the first uptake of water goes into reforming cross-links, making up for losses in oven drying. At the same time, water molecules are bonding to the cellulose at the fibre surface, and a complete monomolecular layer is formed by the time the relative humidity has reached about 15 %. Further increases in humidity add further molecular layers of water to the exterior until at about 85 % humidity, liquid water begins to condense in surface cracks. The fibre begins to swell as plasticization of the non-crystalline parts of the structure occurs, and water continues to be imbibed until at 100 % RH, saturation occurs. At this point, no more water can enter the fibres, and there is no appreciable amount of water on the surface of, or between the fibres. This means that normal squeezing of the fibre mass will not result in the expulsion of any water, and a level of absorption known as the water imbibition of the fibre has been reached. In the desorption part of the cycle the reverse happens, but the bound water is harder to detach than it was to attach, and this causes the observed hysteresis.

In practise water imbibition is more quickly and simply assessed by soaking a gram of dry fibre in water, centrifuging it at 1000 g for five minutes to remove all surface moisture, and then reweighing. Redrying may be appropriate if any fibre loss could have occurred during immersion. This technique tends to give somewhat higher results than conditioning at 100 % RH.

The absorption process as exemplified by the cellulosic fibres is a consequence of molecular level interactions between water and fibre polymer. Cellulose can be regarded as a polymer of glucose, and each glucose "link" in the polymer chain has three free hydroxyl (-OH) groups (one hydroxyl for every two carbon atoms) which can, in theory bind three water molecules. In practice, some of these hydroxyl groups are hydrogen bonded to similar groups on other polymer chains, especially in the crystalline regions of the fibre. Thus the crystalline regions are less accessible to water than the less ordered, or amorphous regions. So, water molecules go preferentially to the less ordered regions of the fibre structure where there are plenty of free hydroxyl to bind them, and where swelling to accommodate the extra water can easily occur.

#### *Viscose rayon fibre,*

being pure cellulose with a relatively low crystallinity, has the highest affinity for water of the conventional fibres. Being man-made, the crystallinity and fibre surface area are controllable, and hence the basic affinity for water can be varied. The "downside" of this water sensitivity is the loss of fibre strength and rigidity which arises from the water-induced break up of the fibre structure in the amorphous regions.

#### *Acetate rayons*

have acetyl (-OOC . CH<sub>3</sub>) groups replacing some of the hydroxyls on their cellulose backbones, and a lower affinity for water. In many ways these fibres behave partly as cellulose, and partly as synthetics, being simultaneously water sensitive and thermoplastic.

#### *Cotton*

is of course also cellulose, but as bought by the textile industry it tends to be non-absorbent due to the presence of oils and waxes on the surface. It needs purifying by scouring or preferably bleaching before the full absorbent potential is developed.

#### *Wood pulp*

is similar, with mechanical pulps being too contaminated with resins to be absorbent. They too, need vigorous bleaching before the full absorbent potential of their cellulose is released. Resins and oils are hydrophobic surfactants, and traces can remain even after bleaching, which, on storage, migrate to the surface and reduce the fibres absorbency. Hydrophilic surfactants can be added to neutralise these effects on partially purified wood pulps.

#### *Protein fibres*

such as wool and silk contain amide (-CO-NH-) links in the chain, some hydroxyls and several other water-attracting oxygen or nitrogen containing groups in the side-chains. Amide groups are as efficient at binding water as hydroxyls, and overall the protein fibres are very absorbent providing they have been stripped free of the natural oils and greases which contaminate the raw fibre. They are however highly crystalline, and their total imbibition is less than might be expected from their moisture regain.

#### *The synthetic fibres*

available in bulk today, are in comparison with the cellulose and protein fibres, non-absorbent. Nylon has an amide group for every six carbon atoms in the chain and as such has the greatest affinity for water in this group. Acrylics, polyester, and the polyolefins are increasingly hydrophobic, the last mentioned being free of any atoms with any affinity for water.

Of the less common synthetics, *polyvinyl alcohol fibres*, having a hydroxyl group to every two carbon atoms, resemble cellulose most, and are potentially the most absorbent. They are in fact water soluble until cross-linked, and therefore their degree of affinity for water is controllable.

Absorption phenomena up to the imbibition level (Tab. 1) are of great importance when considering the comfort of skin-contacting materials, and are one of the main reasons for the general preference of cellulose and protein fibres. The desorption side of the curve is also important in relation to liquid retention under load, the imbibed water being the portion of total absorbency which is very hard to remove. However once the imbibition level of absorbency is exceeded, and liquid water is present between the fibres, a new set of effects come into play.

**Table 1: Fibre absorbency - regain at 65 % R.H. and water imbibition (centrifuge)**

<u>Fibre Type</u>	<u>Moisture Regain %</u>	<u>Water Imbibition %</u>
Polyolefin	0.1	1-2
Polyester	0.4	3-5
Acrylic	1-2	8-9
Nylon	4.1	11-12
Triacetate	4.0-5.0	11-12
Polyvinyl Alcohol*	4.5-5.0	11-12
Diacetate	6.0-7.0	25-30
Cotton	7.0-8.0	45-55
Viscose Rayon	12.0-14.0	90-300**
Wool	14.0-16.0	40-50
Superabsorbent	15.0-50	>300

\*insoluble form

\*\*includes SI Fibre

## 2.2. Liquid Water Absorption - Spontaneous Uptake

If a hydroentangled nonwoven fabric made entirely out of cellulosic fibres is held vertically, and one end is dipped in water, the water can be seen to wick up the fabric until it is wet for several centimetres above the water surface. This wicking is an example of spontaneous uptake of water by a fabric, and is the result of the fibre being wetted by the liquid, followed by capillarity drawing the liquid first along any grooves in the fibres

surface, and finally along the spaces or pores between the fibres. In cellulose, the fibre swelling and softening which occur on wetting helps the capillary rise because the pore size between fibres is reduced as the mass wets out, both by increases in fibre diameter, and collapse of the fibre mass under surface tension forces.

A vertical wicking test is therefore a simple way of checking the ability of a fabric to spontaneously absorb liquid, and gives an indication of whether or not the surface of the fibre is hydrophilic. A more fundamental check of hydrophilicity would be a measurement of the *contact angle* of the polymer concerned, this being a quantification of the tendency of a drop of liquid to spread out on the surface of the polymer. Briefly, if the drop shows no tendency to spread, it just sits there as a slightly flattened sphere, exhibiting a contact angle much greater than 90°. If on the other hand, the drop flattens out completely, the contact angle is much less than 90°.

Clean water on clean polypropylene film would be an example of the former, and clean water on clean cellulose film the latter. Unfortunately, fibres are too small and irregular to measure contact angle directly with any useful degree of accuracy, and the direct measurement of capillary size in a fibrous mass is even more difficult. (This has not prevented TRI from doing much useful work on both topics.)

If the water or fabric used in a vertical wicking test can be weighed during the tests, a measure of the absorbent capacity and rate of absorbency can be obtained at the same time as the wicking height. Capacity and rate are the properties which generally seem to be of most interest to the absorbent product development specialist, and this would be one way of obtaining values related to the spontaneous uptake part of absorbency. Clearly the rate of absorption and the capacity of the fabric under test will vary with height above the liquid reservoir, and the final result will be an average of the fabrics rate and capacity under various hydrostatic heads.

The *demand wettability* test is another way of assessing spontaneous uptake in terms of rate and capacity, but here the ability to maintain or vary the hydrostatic head means that the effects of this variable can be studied. In one version, the nonwoven is placed on a horizontal plate with the liquid being conducted to a small hole in the centre of the plate. If spontaneous uptake occurs, the liquid wicks horizontally through the fabric, and a computer records the liquid uptake versus time (Fig. 2). In another version, the whole plate is porous, and the whole of one surface of the sample is wetted at first contact. If desired, the fabric can be put under load for the test, or the fabric position can be raised above the height of the liquid feed to check its ability to absorb against a hydrostatic head. Figures 3 and 4 illustrate the output from computerised demand wettability testing for various fibres. (In these illustrations, three proprietary fibres are mentioned<sup>1</sup>. *Viloft* is a flat cross-section viscose fibre produced by Courtaulds Viscose Europe. *SI Fibre* is an inflated/collapsed fibre produced by Courtaulds Fibres Inc. It has an imbibition value of between 250 and 300 % and tends to reinflate on wetting. Hollow Rayon is an inflated/uncollapsed fibre no longer in production.)

However measured, the spontaneous liquid uptake is the sum of within-fibre and between-fibre absorbency. The within-fibre or imbibed liquid is, as we have seen, a fundamental property of the fibre itself, whereas the between-fibre or interstitial uptake is more related to the geometry and mechanics of the fibre assembly, coupled with the chemistry of the fibre surface. It will therefore be highly dependent on the precise form of the fibre assembly, and how the liquid is brought to it.

Nonwovens which contain fibres which will not wet-out cannot absorb liquid spontaneously. This truism would appear to argue in favour of within and between fibre absorbency being closely linked, and to exclude synthetic fibre fabrics from absorbing at all. In practise however, liquid can be forced into a difficult-to-wet fibre assembly, and difficult-to-wet fibre assemblies can be made easy-to-wet by use of appropriate surface active chemi-

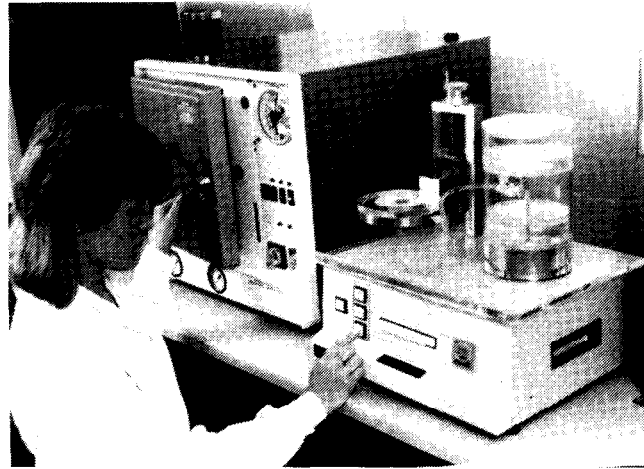


Fig. 2: Demand wettability - G.A.T.S. version

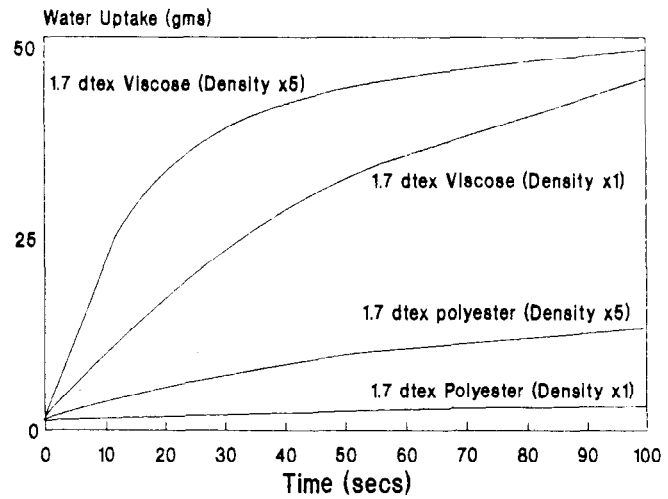


Fig. 3: Demand absorbency: carded webs - illustrating the effect of web compression on uptake

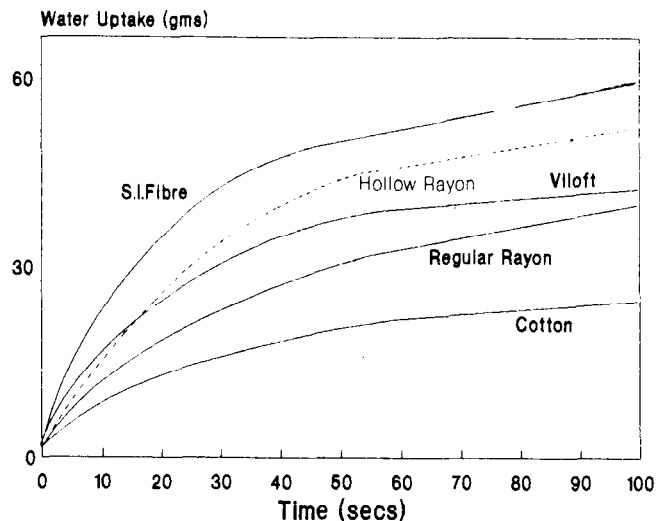


Fig. 4: Demand absorbency of carded webs - various cellulosic fibres

cal. They then become effective absorbents for as long as the chemical remains on the surface.

2.3. Liquid Absorbency - Forced

The dictionary definition of absorbency suggests it is the ability of a material to "suck in" a liquid. This would seem to confine our discussion to the spontaneous uptake of water by fabrics, and lead us to ignore the situation when liquids have to be forced into fabrics before a meaningful capacity is obtained. However, practical usage of wiping materials often involves forced immersion of the wipe in water before use, and some of the industry standard tests for absorbency may subtly force the liquid into a structure which would not otherwise not suck it in.

The *basket* tests, or Total Free Absorbency determinations which figure in the Pharmacopoeias of both Europe and America, and which are applied to nonwovens in one of the EDANA standard test procedure are examples of such tests.

In these tests an opened mass of fibre or roll of nonwoven fabric is inserted into a wire cage, and dropped from a predetermined height onto the surface of water in a beaker. The time taken for the cage to sink is noted and this is generally regarded as a measure of the rate of absorbency of the fabric. Then the basket plus fibre is lifted out of the water, allowed to drain for a set time, and reweighed. The total uptake of liquid is said to be the total absorbency of the material. Spontaneously absorbent fibres sink very readily in what is really a gravity assisted vertical wicking determination where the fibre is encouraged to move into the water rather than vice-versa. Untreated synthetics tend to float, but if a capacity result is all that is required, they can be forcibly immersed prior to the capacity determination.

The capacity result in this test is a measure of the volume within the wet fibre mass which is not occupied by wet fibres. It is highly dependent on the extent to which collapse occurs, and on the way the basket and its contents drain. Synthetics therefore give higher capacities than cellulosics. The lack of collapse in synthetics leaves the fibre mass with more space to store the water, but the capillaries are large and the liquid is therefore only loosely held. The capacity result is in fact the capacity when the sample is "waterlogged", and there is some doubt as to the practical value of such a figure. Any subsequent handling of the wet fibre mass will cause it to shed water.

Tables 2 and 3 illustrate the effects of surface finishes on basket test results for two viscose fibres, polyester, and polypropylene.

Table 2: Basket test absorbency - sink time and T.F.A. results

Fibre Type	Sink Time (s)	T.F.A. (g/g)
Regular Rayon	2.9	21
Unfinished Rayon	2.6	21
S I Fibre	2.2	25
Unfinished SI	2.4	25
Regular PES	2.9	30
Unfinished PES	>600	Negligible
Regular PP	2.7	27
Unfinished PP	>600	Negligible

Another simple dynamic test involves the pouring quantities of liquid onto a pad of fibres held in a glass column and measuring the amount which leaks out. This assesses rate of capture of

Table 3: Effect of wetting and drying on sink time results (s)

Fibre	1st Sink	2nd Sink
Regular Rayon	2.9	2.6
S I Fibre	2.2	2.4
Polyester	2.9	>600
Polypropylene	2.7	>600

The samples were air-dried after the first sink and the test was repeated

The loss of surface treatment on one wetting seriously affects the wettability of an inherently hydrophobic fibre

the liquid, the tendency of the fibre pad to collapse as the water is applied, and the pads ability to resist drainage (Fig. 5 and 6).

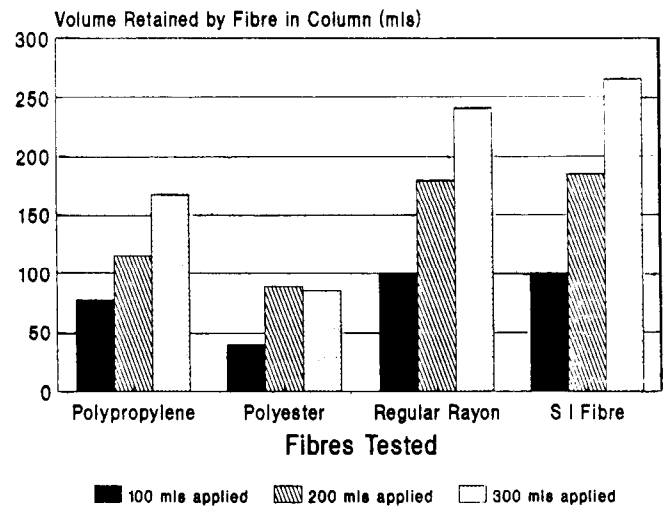


Fig. 5: Water retention: column test - 15 gms fibre occupying 1 litre dry

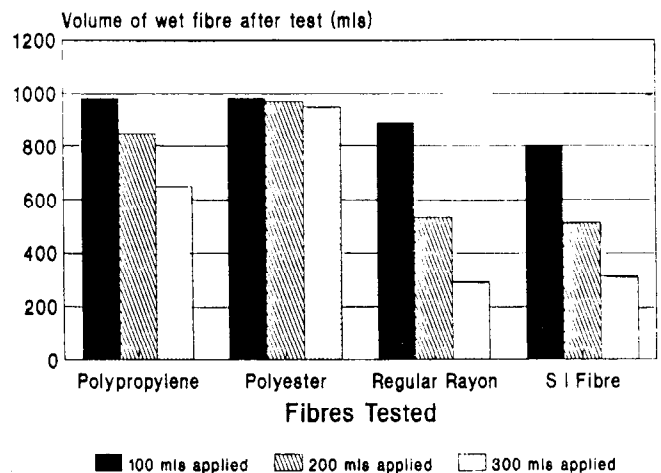


Fig. 6: Collapse effects: column test - 15 gms fibre occupying 1 litre dry wetted with 100 - 300 mls water

## 2.4. Liquid Retention

If the waterlogged samples from our total free absorbency determination are placed in a centrifuge and subjected to progressively increasing forces, one measure of the ability of the fibre mass to hold onto the water it has absorbed is obtained. The results in figure 7 indicate that the water is relatively easy to separate from the synthetic fibres.

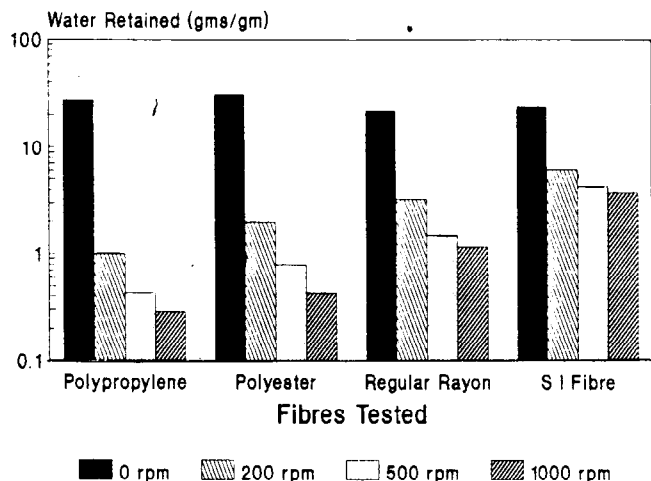


Fig. 7: Water retention: centrifugal - ability to retain freely absorbed water under increasing draining forces

Suction separates water from wet fibre in a different way to centrifuging, but the correlation between centrifuging and suction at 30 cm Mercury has been found to be remarkably good. However both suction and centrifuging can be thought of as applying the force preferentially to separating the water from the fibre. Squeezing the fibre mass applies the force to the fibre, and the resulting reduction in volume forces the liquid out. As the mass is compressed, the capillaries become smaller, and hence hold onto the remaining liquid more tightly. Fibres which are stiff in the wet state resist compression well and hence retain water well during a squeeze.

## 3. Superabsorbent Fibres

The rapid growth in the use of superabsorbents in the last five years has made it perfectly clear that there is a demand for products which can outperform the traditional absorbent fibres even if they cost more. It is therefore appropriate to examine whether or not the desirable features of superabsorbents can be built into fibres.

The development of the "Lanseal" superabsorbent acrylic fibre by the Japan Exlan Company is one example of what can be achieved. This synthetic fibre has moved into the "absorption gap" between cellulosic fibres and superabsorbents, whilst maintaining a high degree of textile fibre character. It appears to have been produced by the partial hydrolysis of a normal acrylic fibre, resulting in a fibre with a superabsorbent skin and a standard acrylic core. This gives the fibre a Total Free Absorbency of 150 g/gm of water or 50 g/gm of 1 % saline, along with good enough dry properties to allow it to be converted into a variety of textile products.

ARCO's "Fibersorb 7000M" gives twice the water TFA of "Lanseal", and similar saline TFA's. This is a proprietary superabsorbent polymer which has been extruded in fibre form. From the small samples handed out at the last IDEA show in the USA, it is very hygroscopic, and may be difficult to process

commercially on conventional textile equipment. In short-cut form however, it will be sprayable and air-layable, and may well have advantages over powders in certain products and processes.

Our own S I Fibre maximised the amorphous cellulose content of a viscose fibre and the inflation process increased its surface area to the processability limits. This gave it very high water imbibition values (250 - 300 %), along with a pure cellulose character which made it attractive in sanitary protection products. Amorphous cellulose has even less wet resilience than normal viscose, and whilst the fibre was clearly the most absorbent of the pure cellulose fibres, it was not a superabsorbent.

Our recently introduced Galaxy fibre<sup>2,3</sup> has an increased surface area due to its "Y" shaped cross-section (Fig. 8), and a more normal crystalline/amorphous ratio. The imbibition value is, relative to S I Fibre, low at 105 %, but its improved resistance to wet collapse, better interstitial moisture capacity, and better processability make it a more attractive absorbent product for textiles and nonwovens. Like S I Fibre, its absorbency is entirely conventional and not "super", and overall the new fibre appears to be capable of replacing S I Fibre in most applications.

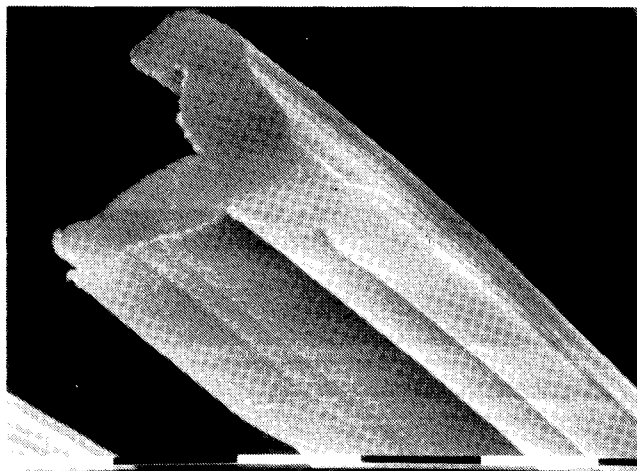


Fig. 8: Courtaulds new Galaxa fibre

Most recently, in collaboration with the UK superabsorbent producer, Allied Colloids, Courtaulds Research has developed spinnable versions of the standard polyacrylate superabsorbent polymers, and has now produced experimental quantities of fibre with absorbency properties which match the performance of polyacrylate powders. The fibre, when fully developed, will combine the processability of a textile fibre with the cost/effectiveness of a high quality powder. It will enable the design of absorbent structures hitherto impossible using powders, and is not seen as a replacement for existing powders in existing products.

## 4. The Future

Nonwovens and disposable products have contributed greatly to the quality of life in developed countries, and the use of such products is now spreading around the world.

The most common absorbent of recent times, wood pulp, is under pressure on several fronts. Technically, superabsorbents are better at retaining fluid, and are replacing a proportion of pulp as a result. The pulping processes which yield the most pure and absorbent pulps are criticized on environmental grounds, and the public are concerned about minute traces of

impurities in the pulps resulting from those processes. There is public concern also about the destruction of forests related to global warming, about the problems of disposing of the disposables, and about what happens to them after burial or during incineration.

Unbleached pulps are now gaining ground rapidly under the "Environmentally Friendly" marketing of the leading producers. Biodegradability and disposables recycling are surfacing as issues in North America, and are likely to become issues in Europe.

In short, the pressures for change are enormous, and whatever changes come, they are unlikely to include modern woman giving up the convenience of disposable diapers and sanitary protection. We can now look forward to a succession of new nonwoven products prompted not only by technological progress but also by the need to respond to the new public awareness of environmental issues. The fibre manufacturer clearly has an important part to play in such development.

### 5. Acknowledgements

The author wishes to thank Andy Wilkes, Fiona Gosling, and Dorothy Bazeley, who, in the course of their project work gathered much of the numerical data presented, and Bill Brunskill who contributed helpful discussion.

### References

- 1) Woodings, C.R.: "New Cellulose Fibres for Nonwovens". Proceedings of the UMIST Conference, Manchester, June 1988
- 2) Wilkes, A.G.: "A New Viscose Rayon Fibre for Nonwovens". Proceedings of the Inda-Tec Nonwovens Conference Philadelphia, May 1989
- 3) Woodings, C.R.: "An Absorbency Overview with Interfibre Comparisons". Proceedings of the Asia Nonwovens Conference, June 1989; Miller Freeman Publications Inc, San Francisco, California, USA

### Diskussion

**Krässig:** You showed a very interesting tri-lobal viscose fibre, surely you need special spinnerettes for this fibre to produce it. Sometimes I am asking the question when it's a development of speciality types: such a fibre will stay in production as long as you can reach the certain level of daily or monthly or yearly production and my experience is, that you have to reach in a large company at least three to five thousand pounds. You agree?

**Woodings:** Yes. I do.

**Krässig:** And have you reached such level already for such fibres?

**Sotton:** Well, clearly - it's too early to say with regard to the tri-lobal-fibre that you talked about, but we have been in production with a Super Inflated fibre for nine or ten years. That has certainly been a very satisfactory product for the Courtaulds organization and obviously it's on the basis of the successful development of this S.I. fibre that we now develop tri-lobal.

Well, clearly - it's too early to say with regard to the dry-level-fibre that you talked about, that we have been in production with a super inflated fibre for nine, ten years. And that has certainly been a very satisfactory product for the Courtaulds organization and obviously it's on the basis of the development of the ASAHI fibre.

The galaxy product moves on to the next stage, but we have confidence.



### Inserentenverzeichnis

	Seite
Austria Faserwerke Ges.m.b.H. A-4860 Lenzing .....	33
Borkenstein AG A-8292 Neudau/Stmk. ....	74
LENZING AKTIENGESELLSCHAFT A-4860 Lenzing	
1. Inserat .....	10
2. Inserat .....	23
3. Inserat .....	57
W. HÖHNEL KG Korrosionsschutz A-4021 Linz, Pf. 202 .....	73
SULZER RÜTI CH-8630 Rüti (Zürich) .....	42

*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, sowie auch Firmen, die die „Lenzinger Berichte“ beziehen.*

DIE REDAKTION