Zeitschrift: Mitteilungen über Textilindustrie : schweizerische Fachschrift für die gesamte Textilindustrie

Herausgeber: Verein Ehemaliger Textilfachschüler Zürich und Angehöriger der Textilindustrie

Band: 69 (1962)

Heft: 7

Rubrik: Rohstoffe

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zur Abrundung der Vorträge war noch Gelegenheit geboten worden, einen der 3 folgenden Betriebe zu besichtigen: Werk Innsbruck der Textilwerke Herrburger und Rhomberg; Vereinigte Tuchfabriken, Baur-Foradori, Innsbruck; Seidenweberei Silz AG, Silz.

Zudem stellte die Firma Herrburger und Rhomberg freundlicherweise ihre betriebseigene Kegelbahn und Schießbude unter Zuführung reichlicher Tranksame den Teilnehmern für einen gemütlichen Abend zur Verfügung.

Betriebsvergleich schweizerischer Kammgarnspinnereien

Von Walter E. Zeller, Zürich

Die gegenwärtig in der Textilindustrie bestehenden Betriebsvergleiche reichen in ihrem Ursprung alle auf mindestens 5 Jahre zurück. Es sind dies (in der Reihenfolge ihrer Entstehung):

Baumwollweberei,
Seidenweberei,
Tuchfabriken und Kammgarnwebereien,
Baumwollspinnerei,
Hutgeflechtindustrie.

Alle diese Betriebsvergleiche werden periodisch, d. h. jährlich einmal durchgeführt; die meisten Spartenvergleiche haben sich zu periodisch tagenden Erfahrungs-Austauschgruppen erweitert.

Nachdem seit etwa 5 Jahren keine neuen Betriebsvergleiche entstanden sind, kann heute erfreulicherweise festgestellt werden, daß mehrere Textilgruppen, die bisher keine Betriebsvergleiche führten, nunmehr die Vorbereitungen hiefür an die Hand genommen haben. Eine dieser Gruppen rekrutiert sich aus einer Reihe namhafter Kammgarnspinnereien, die vor kurzem beschloss, die in den Betrieben bestehenden Betriebsabrechnungen auf den 1. Juli dieses Jahres einer gemeinsam erarbeiteten Methode anzugleichen und damit für einen Betriebsvergleich reif zu machen. Die Kammgarnspinnereien erwarten ihren ersten Betriebsvergleich über das zweite Semester 1962 im Frühjahr nächsten Jahres.

Der angestrebte Betriebsvergleich wird primär ein Kostenvergleich sein, aus dem die beteiligten Betriebe Anhaltspunkte für die konkrete Ansetzung weiterer Rationalisierungsmaßnahmen zu entnehmen hoffen; über die Beurteilung der Ergebnisse durch die beteiligten Firmen soll zu gegebener Zeit an dieser Stelle berichtet werden.

Rohstoffe

Übersicht über Herstellung, Eigenschaften und Anwendung der Nylon-NYLSUISSE-Strukturgarne

Vortrag, gehalten anläßlich der Tagung der Vereinigung schweizerischer Textilfachleute und Absolventen der Textilfachschule Wattwil am 24. März 1962 in Luzern, von H. Specker, Société de la Viscose Suisse, Emmenbrücke.

Versucht man Ordnung in den Wirrwarr der heute angepriesenen Strukturgarne zu bringen, so unterscheidet man am zweckmäßigsten vorerst zwei Hauptgruppen:

a) die elastischen Strukturgarne (der Amerikaner nennt sie *Stretch*) und

b) die nicht elastischen Strukturgarne (der Amerikaner nennt sie ganz allgemein *Bulk Yarns*).

Wenden wir uns zuerst den elastischen Garnen zu. Hier haben wir als wichtigste Vertreter

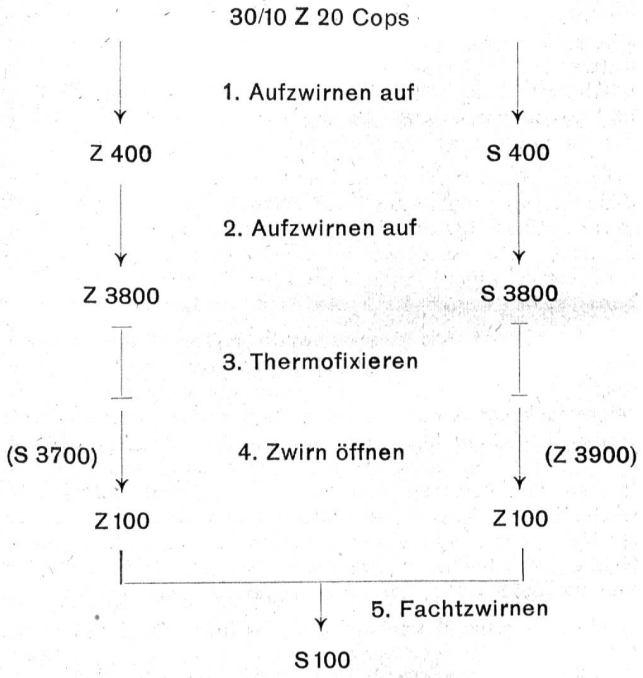
Helanca und ähnliche Kräuselgarne, basierend auf dem Zwirnkräuselungsverfahren.

Wenn in einem Zuge von Helanca und ähnlichen Kräuselgarnen gesprochen wird, so in erster Linie deshalb, weil ja Helanca kein Verfahren, sondern eine Schutzmarke ist. Wer indessen Helanca nennt, der meint in der Regel das bekannte konventionelle Zwirnverfahren, patentiert 1932 von der Firma Heberlein & Co., Wattwil, das ursprünglich für Viscose benutzt wurde und später auf vollsynthetischen Faserstoffen angewandt völlig neuartige Garneigenschaften brachte.

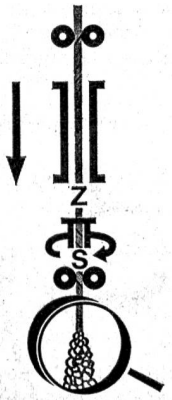
Das Verfahren arbeitet wie folgt: Man zwirnt das fragliche Garn meistens in zwei Stufen auf 2400—4200 Touren/m je nach Titer und Verwendungszweck. Diese hohe Drehung wird thermofixiert, vorwiegend mit Sattdampf im Autoklaven. Nach der Fixierung wird das Garn zurückgezwirnt auf 100—150 Touren/m, also wieder vollständig geöffnet. Es präsentiert sich nun intensiv gekräuselt mit einer Elastizität von 300 bis 400 %.

Nehmen wir als Beispiel die Herstellung eines 30/2fach:

Ausgangsmaterial:



Verfahren zur kontinuierlichen Erzeugung von Kräuselgarnen arbeiten in erster Linie nach dem sogenannten *Falschzwirnprinzip,* bei welchem — kurz gesagt — der endlose Ausgangsfaden zwischen zwei Fixpunkten mittels einer raschrotierenden, zwangsläufig arbeitenden Hohlspindel einen falschen Drall erhält. Die Fixierung im hochgezwirnten Zustand erfolgt meistens mittels elektrisch geheizter Aggregate.



Falschzwirnverfahren

Die ersten Patente — vorerst wieder für Rayon gedacht — gehen ins Jahr 1933 zurück und stammen aus England, währenddem die heute auf synthetischen Fasern angewandten Verfahren zum größten Teil auf schweizerischen, französischen und deutschen Patenten aus dem Jahre 1942 beruhen.

Der rein geometrische Spannungs-Dehnungseffekt der nach dem Falschzwirnprinzip erzeugten Kräuselgarne entspricht jenem der nach dem konventionellen Zwirnverfahren gewonnenen Helanca-Typen, doch ist

a) die Elastizität meistens etwas geringer, nämlich nur 270 bis 300 %,

b) die Stabilität der Struktur merklich schlechter, weil im kontinuierlichen Durchlauf die Fixierzeiten nur Bruchteile von Sekunden ausmachen.

Als großes Plus ist dagegen die bessere Regelmäßigkeit bezüglich Kräuselung und Farbaffinität zu werten.

Gemeinsam haben beide Verfahren, daß die einfachen Garne nicht zwirnstabil sind, d. h. sie müssen entweder zweifach S+Z-Komponente gefachtet oder mit 2 Fadenführern eingetragen werden; im letzteren Fall ist die Stabilisierung durch die Verarbeitung selbst gewährleistet. Die Falschzwirn-Kräuselgarne werden unter den verschiedensten Namen gehandelt, als wichtigste Vertreter nennen wir Helanca, Fluflon, Superloft.

Helanca und ähnliche hochelastische Strukturgarne haben große Anwendung gefunden auf dem Gebiete der Damenstrümpfe und besonders der Herrensocken, wo sie innert kurzer Zeit praktisch den Weltmarkt eroberten. In der Sockenwirkerei gelangen fast ausschließlich 2fache Garne zum Einsatz. Beim Grundmaterial handelt es sich um «Nylsuisse» 100/34, 70/23 und vereinzelt 60/20 oder für ganz schwere Qualitäten 150/46. Auf dem Sektor Damenstrümpfe geht der Trend immer mehr Richtung fein, so daß die 2fach-Garne langsam aber sicher verschwinden. Größte Bedeutung haben erlangt 30/10, 20/7, 15/3, alles 1fach-Garne verarbeitet mit 2 Fadenführern.

Als weitere, wichtige Einsatzgebiete sind zu nennen: Badeanzüge, Unterwäsche, Skihosenstoff (zusammen mit Wolle), Polsterstoffe, Kleiderstoffe.

Wenden wir uns den neuesten Entwicklungen auf diesem Gebiete zu. Das Falschzwirnsystem hat ein fast unbegrenztes Forschungs- und Versuchsgebiet eröffnet, das auf der ganzen Welt intensiv durchkämmt wird. Die meisten Studien haben zum Ziele

a) stabilisierte Kräuselgarne zu erzeugen,

b) für gewisse Einsatzgebiete die Elastizität, den Stretch zu reduzieren.

Die Stabilisierung wird erreicht entweder durch zweimalige Passage der Falschzwirnspindel (1×S, 1×Z) oder durch kurzperiodische Zwirnwechsel längs des Fadens. (Spindel wechselt zwischen zwei gegensinnig laufenden Riemen.) Es werden bereits eine ganze Reihe stabilisierter Kräuselgarne gehandelt. Sie gelangen vor allem in der Strumpfwirkerei zur Anwendung, dürften jedoch aus preislichen Gründen kaum groß Furore machen. Garne mit reduzierter Elastizität sind bekannt geworden unter den Namen Helanca SW (Heberlein), Saba (Universal Winding), Astralon (Scragg).

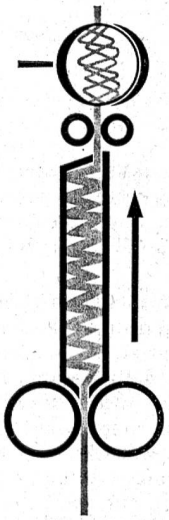
Helanca SW und Saba sind ausgesprochene Webereigarne. Die reduzierte Elastizität beruht auf einer dem Falschzwirnprozeß folgenden Heißverstreckung.

Die Einsatzgebiete von Astralon bilden die Sockenwirkerei, die Rund- und Interlockwirkerei, die Flachstrickerei, Handstrickgarne.

Voraussetzung für diese Anwendungen sind reduzierte Elastizität, stabilisierter Zwirn, vollständige Schrumpfung und Relaxierung, spezielle Eignung für Garnfärbung. Diese Eigenschaften werden erzielt durch eine dem Falschzwirnprozeß folgende Thermofixierung des Garnes in absolut spannungsfreiem Zustand. Erwähnt sei noch, daß als Ausgangsmaterial vor allem «Nylsuisse» 70/23 und 100/34 verwendet wird. Gröbere Garne, z. B. Handstrickgarne werden erhalten durch Fachten dieser Grundmaterialien.

Der große Aufschwung der elastischen Kräuselgarne aus synthetischen Faserstoffen beruht zum größten Teil auf der Tatsache, daß infolge des großen Volumenzuwachses das Wärmehaltevermögen bedeutend besser ist, ja sogar sehr nahe an das der Wolle herankommt. Zum großen Vorteil gegenüber dem Naturprodukt erweist sich das neuartige Garn als vollständig mottenecht und nicht filzend.

Als nächstwichtigsten Vertreter dieser Garnklasse sei das *Banlon* erwähnt (Stauchkräuselung). Name und Herstellungsverfahren sind von der Firma Joseph Bancroft & Sons Co. (Wilmington, Del. USA) geschützt. Die Société de la Viscose Suisse, Emmenbrücke, hat Lizenzen erworben und bringt Banlon unter eigener Markenbezeichnung — Banlon Nylsuisse — auf den Markt. Das Herstellungsprinzip lehnt sich an das sogenannte Stopfbüchsenverfahren an. Das Garn wird in kontinuierlichem Prozeß mittels Preßwalzen in eine geheizte Stopfbüchse gepreßt. Das akkordeonartig gefaltete Garn wird dabei thermofixiert und verläßt schön gleichmäßig gekräuselt die Stauchkammer.



Stauchkräuselverfahren

Wie schon aus dem Herstellungsprinzip abgeleitet werden kann, sind Banlon-Garne absolut zwirnstabil. Der Endzwirn entspricht meistens dem Streckzwirn der Nylons ab Cops, also etwa 20 T/m.

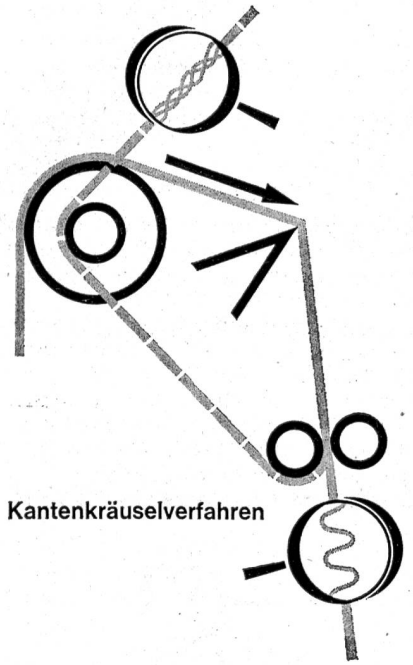
Wichtigste Titer: Nylsuisse 40/13, 70/34, 100/34. Zur Herstellung schwerer Artikel werden die angeführten Garne 2- und mehrfach gefachtet.

Für den Verarbeiter von größter Bedeutung ist zu wissen, daß die maximale Bauschigkeit und Elastizität des Banlons — sie beträgt ungefähr 70 % — erst erreicht wird bei einer spannungslosen, kurzen Naßbehandlung bei etwa

30 ⁰ C, sei es am Strang oder am rohen unfixierten Artikel. Der Fachausdruck für diese Operation heißt Relaxation.

Die wichtigsten Einsatzgebiete für *Banlon* sind heute die Rund- und Interlockwirkerei sowie die Flachstrickerei, wo schöne leichte Pullovers, Sweaters, Trainingsanzüge und dergleichen hergestellt werden; Banlon konkurrenziert hier erfolgreich das Spun Orlon. Auch als Strumpf- und Sockengarn hat Banlon bereits einige Bedeutung erlangt.

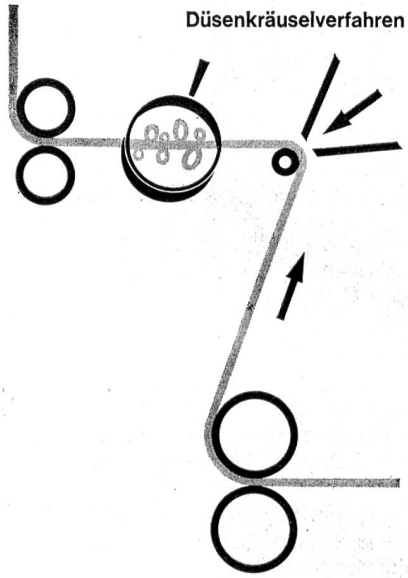
Betrachten wir nun noch kurz das *Agilon* (Kantenkräuselung). Patentinhaber des Agilon-Verfahrens ist die Deering-Milliken Research Corporation, Pendleton, USA. In der Schweiz wird es durch die Firma Mettler-Müller AG, Rorschach, ausgewertet. Das Herstellungsprinzip ist folgendes: Das Garn wird erhitzt und über eine scharfe Metallklinge gezogen, ähnlich dem Kräuseln von flachen Papierschnüren über die Kante der Schere. Dabei werden auf dem vorbeistreichenden Faden unregelmäßige Desorientierungen ausgelöst, die zu partiellen Faserschrumpfungen und damit zur Kräuselung führen.



Ein Vorteil des Agilon-Verfahrens liegt darin, daß auch feinste Monofilgarne gekräuselt werden können. Dementsprechend bildet denn auch die Strumpffabrikation, im speziellen die Seamless-Wirkerei, sein bedeutendstes Einsatzgebiet.

Aus der Gruppe der nicht elastischen Nylon-Strukturgarne hat bis heute eigentlich nur das *Taslon* (oder Taslan) größere Bedeutung erlangt. Taslon textured yarn — in der Folge der Einfachheit halber kurz Taslon genannt — ist die markenrechtlich geschützte Bezeichnung eines neuartigen Strukturgarnes aus chemischen Faserstoffen aller Art, vorab synthetischer Faserstoffe und Acetat. Patentinhaber ist die Firma E. I Dupont de Nemours & Co. Inc., Wilmington, USA. Unsere Firma hat vor 3 Jahren auf dem Lizenzwege die Herstellungsrechte für Taslon erworben.

Der endlose Nylonfaden ist sehr glatt. Seine Kapillarfäden liegen im Verband, wenn ungedreht parallel, wenn gedreht korkzieherartig schön geordnet nebeneinander. Das Garn ist daher sehr kompakt. Beim Taslon wird nun diese schöne Ordnung der Kapillarfäden bewußt zerstört, indem man während eines Umwicklungsvorganges durch feine Düsen komprimierte Luft in das Faserbündel bläst. Dabei läuft der Faden zwischen zwei Walzenpaaren, die mehr Material zuführen als sie abziehen, so daß sich die Fibrillenbündel unter dem Luftstrahl aufbauschen und feine, von Auge kaum sichtbare Schlaufen werden. Im Kern des Garnes eingebunden und durch erhöhte Garndrehung gefestigt, bleiben diese Schlaufen unter normaler Beanspruchung bei der Weiterverarbeitung erhalten und liefern im Enderzeugnis völlig neue, in endlosen Garnen bisher unbekannte Eigenschaften.



Die Verteilung der Schlaufen im Garn, deren Größe, Anzahl und Form kann durch die Abzugsgeschwindigkeit, die Dosierung des Luftstrahls, wie auch durch die Einstellung der Düsen weitgehend gesteuert werden. So liefert denn, angesichts der weiten Skala geeigneter Titer, das Texturieren nahezu unbegrenzte Variationsmöglichkeiten, die der Faserproduzent aus verständlichen Gründen soweit wie möglich zu standardisieren versucht.

In der Bezeichnung des Taslons findet man erstens den Titer des Ausgangsmaterials und zweitens den Titer des texturierten Garnes, z. B. Taslon 80T/70/34 Z 550. Das Ausgangsmaterial ist hier 70 den. mit 34 Fibrillen, gedreht auf 550 Touren/m Z. Mit 15 % Stauchung, auch Overfeed genannt, ergeben sich 15 % Volumenzuwachs, so daß ein Endtiter von 80 den. resultiert, also 80T; mit 20 % Stauchung die 84 den., also 84T.

Taslon ist vor allem ein Webereigarn. Es wird auch auf Interlock- und Feinrippmaschinen zur Herstellung von Unterwäsche eingesetzt. Verglichen mit Erzeugnissen aus endlosen Fäden zeigen solche aus Taslon infolge größerer Fülligkeit des Garnes besseres Deckvermögen, was erlaubt, unter Einsparung von Material, leichtere Gewebe herzustellen. Die anders geartete Oberfläche bringt einen barscheren trockenen Griff und bricht das Licht in einer Weise, dass ein vornehmer Mattgrad resultiert. Verglichen mit Erzeugnissen aus Stapelfasergespinsten zeigt Taslon praktisch ebenbürtige Fülligkeit, mindestens gleich gute Kapillarwirkung in bezug auf Feuchtigkeitsabsorption, bietet indessen den wesentlichen Vorteil vollkommen pillingfrei zu sein, denn die einzelnen Fibrillen sind ja nicht gebrochen und lassen sich nicht — wie in einem Gespinst — herausziehen. Als wesentlicher Vorteil gilt ferner auch die Möglichkeit, feine Nummern in einer bei Stapelfasern nicht erreichbaren Gleichmäßigkeit auszuspinnen. Mitunter grenzt dieser letztgenannte Vorteil auch die Einsatzgebiete von Taslon gegenüber den heute groß produzierten Schappegarnen ab, und zwar insofern, als für Titer unter 120 den. Taslon — rein kostenmäßig schon — Schappegarnen die Stirne bieten kann.

Wenn wir vom Taslon-Prozeß sprechen, darf nicht unerwähnt bleiben, daß er ungeahnte Musterungs- und Mischungsmöglichkeiten eröffnet. Der Texturierdüse können nicht nur Einfachgarne, sondern auch Mehrfachzwirne und Kombinationsgarne zugeführt werden. Werden die Komponenten mit verschiedenen Liefergeschwindigkeiten zugeführt, so lassen sich die interessantesten Effekte erzie-

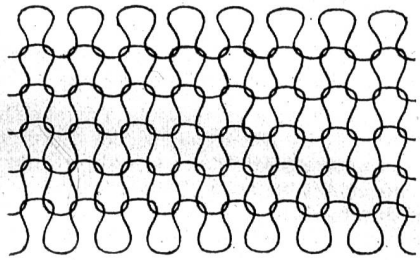
len, unter anderem können so auf einfachste Weise auch Chenille-Garne erzeugt werden.

Ein Nylon-Strukturgarn möchten wir noch erwähnen, das sich weder in die eine noch die andere Gruppe einreihen läßt. Es handelt sich um den *Chadolon-Stretch* (in den USA Lively-Yarn genannt).

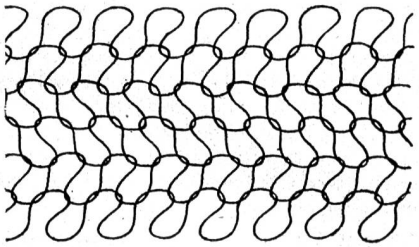
Das Verfahren zur Herstellung eines elastischen Strumpfes aus einfachen Monofilgarnen oder Multifilamenten wurde von Chadolon Hosiery Mill und Burlington Industries fast gleichzeitig entwickelt. Die entsprechenden Patente hat man in der Firma Patentex Inc. zusammengefaßt. Der Name Stretch wurde in den meisten europäischen Ländern für dieses Verfahren als Handelsmarke geschützt.

Im Gegensatz zu den Multifilament-Kräuselgarnen, die an und für sich elastisch sind, besteht dieses Verfahren darin, daß durch die Schlußdrehung des Garnes, dieses die Tendenz hat, sich in der S- oder Z-Richtung zu werfen und sich dadurch die Masche in der einen oder andern Richtung verzieht, wodurch das Gewirk elastisch wird. Auf der Wirkmaschine wird also alternativ mit S- und Z-Zwirn mit zwei Fadenführern, bzw. zwei Systemen gearbeitet, damit sich der Strumpf nicht in der S- oder Z-Richtung verdreht.

Normale Strumpfmasche



Stretch-Masche S- und Z-Zwirn



Die hohe Elastizität der Stretch-Strümpfe beruht demnach nicht auf der Elastizität des Garnes, wie beim besprochenen Helanca und ähnlichen Kräuselgarnen, sondern auf einer *Gewirkdeformation* ähnlich einem Blattfedersystem. Da Stretch-Garne ausnahmslos sehr hoch gezwirnt werden, bleiben bei Multifilamentgarnen die Fibrillen fest geschlossen. Es entsteht also kein Volumenzuwachs.

Das Sortiment der Stretch-Strümpfe hat bis heute vor allem folgende Garntypen umfaßt:

Länge	15/1	1 fach
	15/1	2 fach, Super-Stretch genannt
	20/1	1 fach
Doppelrand	30/10	
	40/13	alle 1 fach
	60/20	

dazu verschiedene Kombinationen mit glatten Garnen.

In die Reihe der Stretch-Strümpfe wären auch jene einzureihen, die als Medizinalstrümpfe bezeichnet und in Amerika generell Supp-Hose Construction genannt werden.

Abschließend sei auf zwei interessante Neuentwicklungen der Société de la Viscose Suisse hingewiesen, die im Zusammenhang mit Struktur- bzw. Texturgarnen nicht unerwähnt bleiben dürfen.

HELIODOR: Bis anhin wurden die Nylon-Garne ausschließlich nur mit runden Fibrillenquerschnitten ausgesponnen. Durch Modifizierung der Spinnbedingungen ist es gelungen, profilierte Fibrillenquerschnitte zu erhalten. Die Profilierung verändert, je nach Art und Stärke, Glanz, Deckkraft und Füllvermögen der Garne, bzw. der daraus hergestellten Artikel. Dieses profilierte NYLON-NYLSUISSE-HELIODOR genannt, eröffnet ganz neue Perspektiven und läßt, vor allem in Kombination mit den eingehend erwähnten Kräuselungsverfahren, neuartige, sehr interessante Weiterentwicklungen erwarten.

FLIXOR: Unter dem Namen Flixor hat eines dieser neuen Garne bereits größere Bedeutung erlangt. Flixor ist ein endloses Kräuselgarn mit profiliertem Fibrillenquerschnitt, das vor allem in gröbern Nummern wie 1230/68 den. 1- und mehrfach zum Einsatz gelangt.

Hohe Reißkraft und Scheuerfestigkeit machen es speziell geeignet für die Herstellung von Teppichen und Möbelbezugsstoffen sowie Plüschen gewebt und gewirkt, gerauhten Futterstoffen und formstabilen Wirkwaren.

Spinnerei, Weberei

Schalldämpfung in der Weberei

Mitgeteilt von der Firma Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Winterthur.

Seit einigen Jahren wird dem Lärm von medizinischer und technischer Seite stärkere Aufmerksamkeit geschenkt. Es erscheinen laufend wissenschaftliche Arbeiten, die sich mit seinem Wesen, seinem Einfluß auf den Menschen und mit der Lärmbekämpfung befassen. In der Weberei ist leider der Lärm verhältnismäßig stark und die Rücksicht auf die dort arbeitenden Menschen verlangt, daß das technisch und wirtschaftlich Mögliche zu seiner Unterdrückung geschieht. Die Konkurrenz durch weniger lärmintensive Industrien wird eine Verbesserung in der Weberei mehr und mehr zu einer Notwendigkeit machen.

Die Gebr. Sulzer AG haben durch umfangreiche Messungen und Studien abzuklären versucht, wo die Sulzer-Webmaschine im Hinblick auf die Lärmentwicklung steht und welches die geeigneten Maßnahmen zur Schalldämpfung in Webereien sein dürften.

Begriffe aus dem Gebiet der Akustik

Das Arbeitsgebiet des Schallschutzes und der Akustik ist in der Textilindustrie noch ziemlich Neuland. Eingangs sind deshalb allgemeine Begriffe etwas näher erläutert.

Bei der Messung des Schallpegels wird der Schallwechseldruck, d. h. die Druckschwankungen in der Luft mittels elektrischer Apparate, die das Geräusch durch Mikrophone aufnehmen, gemessen. Man erhält eine physikalische Mengengröße, die in Dezibel (dB) ausgedrückt wird. Es handelt sich hier um ein Verhältnismaß, mit dem Lautstärke-Unterschiede bezeichnet werden.

Für die Tonhöhe ist die Frequenz, d. h. die Zahl der Schwingungen in der Sekunde maßgebend (die Einheit ist Hertz, abgekürzt Hz). Der Mensch kann Töne von ungefähr 16 bis 20 000 Hz hören.