

KURZFASSUNG / ABSTRACT

Warengriff, Warenfall und die Drapierbarkeit gehören zu den wichtigsten Qualitätsmerkmalen von Textilien. Dies gilt insbesondere für die „biegeweichen“ Maschenwaren, die eine offene Bindungsstruktur aufweisen und aus weichen, voluminösen Garnen gefertigt werden. Aus Maschenwaren hergestellte Bekleidungsstücke werden von den Trägern als angenehm und bequem empfunden. Leider wird das mit Einschränkungen bezüglich der Passformstabilität erkauft. Bei der Produktion von Maschenwaren muss daher darauf geachtet werden, dass bezüglich der Drapierbarkeit und der Warenstabilität ein befriedigender Kompromiss gefunden wird. Die beiden Eigenschaften sind jedoch sehr schwierig und auch nur zerstörend zu messen. Deshalb sucht man nach Verfahren zur indirekten Beschreibung dieser Eigenschaften. Ein solches Verfahren könnte die Bestimmung der Biegeeigenschaften von Maschenwaren sein, da sich aus dem Biegeverhalten Rückschlüsse auf das Verformungsverhalten ziehen lassen. Die Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Bestimmung der Biegeeigenschaften von Maschenwaren unter dem Gesichtspunkt der Anwendbarkeit in der Produktion ist Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Die Entwicklung erfolgte auf der Basis eines neuen Drei-Parameter-Biegemodells, das den für Maschenwaren typischen Hystereseeffekt (engl. „Jamming“-Effekt) mit berücksichtigt. Das neue Biegeprüfgerät muss die Maschenware einer reinen Biegung unterwerfen. Die aus dem Modell abgeleiteten Messgrößen werden für ein Rechts-Rechts-Baumwollgestrick ermittelt.

Der für Maschenwaren wichtige Jamming-Effekt kann durch einen einfachen, anschaulichen Jamming-Faktor beschrieben werden. Die Einflüsse von Faserstoff, Garn und Warenkonstruktionen auf den Jamming-Faktor werden herausgearbeitet. Auf der Basis dieser Einflussfaktoren ist es möglich, wichtige Funktionseigenschaften von Maschenwaren unterschiedlicher Konstruktion vorherzusagen. Es ist somit möglich, formstabile Maschenwaren herzustellen.

Die vorgestellten Ergebnisse leisten einen wesentlichen Beitrag zur Beschreibung des Biegeverhaltens von Maschenwaren. Das Drei-Parameter-Modell trägt dazu bei, das Verständnis über das Biegeverhalten von Maschenware deutlich zu verbessern. Die mit dem neuartigen Prüfverfahren ermittelten Kennwerte liefern die Basis für die virtuelle Entwicklung funktioneller Maschenwaren, was die Herstellung spezifischer Maschenwaren effizienter gestaltet. Darin liegt ein erheblicher Fortschritt gegenüber herkömmlichen, oft auf Trial-and-Error-Strategien beruhenden Produktentwicklungen.

ABSTRACT

Handle, drape and ductility are some of the most important properties of textiles. This especially concerns soft pliable textile knitware, often made of low twist, fluffy yarn, and having an open mesh-structure. Users consider knitted clothing to be comfortable and convenient to wear. This, however, has a negative influence on fitting-stability. When producing knitware, a satisfactory compromise must be achieved, concerning stability of material and drapability. Measuring and defining those two factors can only be achieved by destroying at least part of the material tested. Therefore methods of indirectly describing the facts above are researched. Characterizing the bending-ability of knitware might, in return, be a suitable procedure to obtain information on deformation behaviors of knitware. The theme of this thesis is therefore the development of a method, suitable to examine the bending behaviors of knitware, the results of which then might be applied in production of knitware.

The development was based on a new Three-Parameter-Bending Model, especially taking into consideration the Hysteresis (Jamming) Effect typically found in knitware. The new apparatus, testing the bending flexibility of knitware must submit it merely to pure bending tests. The results so produced, were achieved by using a cotton one-by-one rib knitted probes (knitted samples)

The evident importance of the Jamming effect on knitware can easily be described by a Jamming factor. The influence of fiber, yarn and structure of textile goods are defined and explained. By taking into account the influence of all the facts mentioned above, it is possible to predict important properties of knit goods of different construction. Thus producing knitware, which keeps the desired shape, has been achieved.

The results presented here offer an important contribution by defining the bending behaviors of knitware. The Three-Parameter Model further clearly improves the knowledge about the bending behavior. The results obtained by applying the new methods of examining and defining knitware properties can be used as a fundament on which functional knitware can then be virtually developed. This in turn adds efficiency to the production of special knitware. Compared to the usual strategies, often based on trial-error methods, knitware development can now be improved considerably by applying the results presented here.

1. PROBLEMSTELLUNG

In den Industrieländern ist die Qualität eines Produkts aufgrund des ausgeprägten Qualitätsbewusstseins der Verbraucher ein entscheidender Wettbewerbsfaktor. Das gilt auch für die Textilindustrie. Diese muss, selbst wenn sie rasch auf Marktwünsche zu reagieren hat, Produkte von hoher und gleichbleibender Qualität liefern. Das ist bei modisch aktueller Maschenware nicht immer einfach. Oft bleibt den Betrieben keine Zeit, mit neuen Garnen Erfahrung zu sammeln, was an sich für eine Produktoptimierung unerlässlich ist.

Um so wichtiger ist es, die „Qualität“ der hergestellten Ware anhand objektiver Prüfverfahren zu bewerten. Die Textilindustrie hat das längst erkannt. Die praktische Umsetzung dieser Forderung ist allerdings schwierig, denn das sehr komplexe Materialverhalten im Gebrauch von Textilien, speziell von Maschenware, dem Gegenstand dieser Arbeit, kann durch einfache Laborprüfungen vielfach nicht ausreichend genau beschrieben werden.

Die Maschenindustrie bedient im wesentlichen zwei Bereiche: die Bekleidungsindustrie und die Industrie Technischer Textilien. Die Verarbeitung von Maschenstoffen zu technischen Artikeln, wie z.B. zu maschenwareverstärkten Kunststoffen, textilen Tragelementen oder zu Trennschichten für den Hoch- und Tiefbau, nimmt an Bedeutung und Umfang rasch zu. Dadurch werden der Maschenindustrie bedeutende, neue Absatzmärkte erschlossen. Zugleich wird die Maschenware aber zu einem Konstruktionselement, das berechenbar sein muss. Dies ist für den Praktiker vielfach eine völlig neue Aufgabenstellung, denn trotz der Tatsache, dass man sich seit etwa 50 Jahren bemüht, die Herstellung und die Eigenschaften der Maschenwaren wissenschaftlich zu beschreiben, wird Maschenware noch immer vornehmlich auf der Basis alter, handwerklicher Erfahrung gefertigt.

Die Zusammenhänge zwischen den Maschenwareneigenschaften und technisch relevanten Herstellungsparametern wurden bislang auch nur unvollständig und nur für wenige, einfache Maschenwaren untersucht. In der Mehrzahl der Fälle müssen die Grundlagen für eine umfassende Beschreibung der Maschenwareneigenschaften erst noch erarbeitet werden, d.h., es müssen relevante Qualitätsmerkmale definiert werden, die dann anhand objektiver Daten hinreichend genau zu bewerten sind. Dies betrifft vor allem auch die Beschreibung der zwischen dem Ausgangsprodukt (Garn) und dem Endprodukt (Strickwaren) herrschenden Wechselwirkungen.

Als für die Eigenschaften der Maschenware entscheidende Einflussgrößen wurden bislang definiert:

- Warenstruktur (Bindung, Maschendichte),
- Garneigenschaften und
- die Herstellungsbedingungen (Rohwarenproduktion, Veredlung, Konfektion).

Zu den wichtigen Qualitätsmerkmalen von Maschenware zählt deren Dimensionsänderung durch eine Verformung. In diesem Zusammenhang beschäftigt den Maschenwarenhersteller vor allem die große Hysterese, die bei der Maschenverformung auftritt: Ein Großteil der Verformungsenergie geht verloren. Dagegen ist das verarbeitete Garn, z.B. ein Baumwollgarn, im Vergleich zur Maschenware sehr elastisch. Die bleibende Verformung der Maschenware wird durch Hemmeffekte in den Maschenbindungspunkten hervorgerufen, wo die Strukturelemente (Maschen) in Kontakt miteinander sind. In der englischen Literatur wird vom „Jamming effect“ gesprochen [1]. Es ist bisher noch nicht gelungen, den „Jamming-Effekt“ zu modellieren und damit in der Praxis beherrschbar zu machen. Dies wäre umso dringender, da sich bei Bekleidungsartikeln aus Maschenwaren, ausgelöst durch die heute üblichen Reinigungsmethoden, die intensive Wasch- und Trocknungsprozesse (Tumbler Trocknung) beinhalten, Größenänderungen im Umfang von zwei Bekleidungsgrößen ergeben können. Aus diesem Grunde wird die eindeutige Beschreibung des Jamming-Effekts als eine wichtige Aufgabe dieser Arbeit angesehen.

Während sich schon viele Arbeiten mit der Zugverformung bei der Herstellung und beim Tragen von Maschenwaren befasst haben, wurde die Verformung durch Biegevorgänge nicht im gleichen Ausmaß untersucht. Dies liegt an der Schwierigkeit der messtechnischen und theoretischen Behandlung des Themas. Bislang wird das Biegeverhalten eher summarisch durch die Beurteilung des sogenannten Warengriiffs als durch eine echte Messung beschrieben, weil das gefühlsmäßige Beurteilen einfacher erscheint.

Die große Biegehysterese von Maschenwaren ist im Grunde auf die relativ lose Struktur der Maschenware zurückzuführen. Bei einer Verformung kommt es innerhalb der Maschen, d.h. zwischen den Garnen, zu Gleit- und Reibvorgängen. Diese Garn/Garn-Reibung verhindert z. B. auch, dass eine wiederholt belastete Maschenware nach der Entlastung wieder ihren alten Zustand einnimmt. Getragene Bekleidung aus Maschenwaren weist daher Beulen im Verformungsbereich auf.

Der Zusammenhang zwischen den Biegeeigenschaften von Maschenwaren und den Garnen, aus denen die Maschenware hergestellt ist, kann anhand des Einrollens von Maschenwaren mit „unsymmetrischen“ Strukturelementen verdeutlicht werden [2]. Ein Einrollen tritt vor allem bei R/L-Maschenwaren auf (s. dazu auch Bild 3-5). Das „Einrollmodell“ (Bild 1)

verdeutlicht, dass die Maschenschenkel die Maschenware in Richtung der Maschenstäbchen zur rechten Wareseite hin biegen. Dies geschieht deshalb, weil die Maschenschenkel sich entgegen der von der Maschenstruktur aufgezwungenen Krümmung gerade ausrichten wollen, in eine Ausrichtung also, die das Garn auf der Garnspule hatte. Analog biegt sich die R/L-Maschenware in Reihenrichtung in die linke Wareseite, weil die Maschenfüße dann relaxieren können. Sowohl die Garnbiegesteifigkeit als auch das von der Garndrehung hervorgerufene Torsionsmoment wirken sich auf die Höhe der Rückstellkraft aus. Wie eine Maschenware aussieht, die aus zwei Garnen von unterschiedlicher Biegesteifigkeit hergestellt wurde, zeigt Bild 2. Es handelt sich um zwei Garne mit unterschiedlicher Feuchtigkeit, die einen sogenannten Ondulé-Effekt erzeugen. Die aus solchen Garnen hergestellte R/L-Maschenware weist markante Wellen in der Oberfläche auf. Dabei bilden die trockenen Garne die Wellentäler und die feuchten Garne die Wellenkuppen.

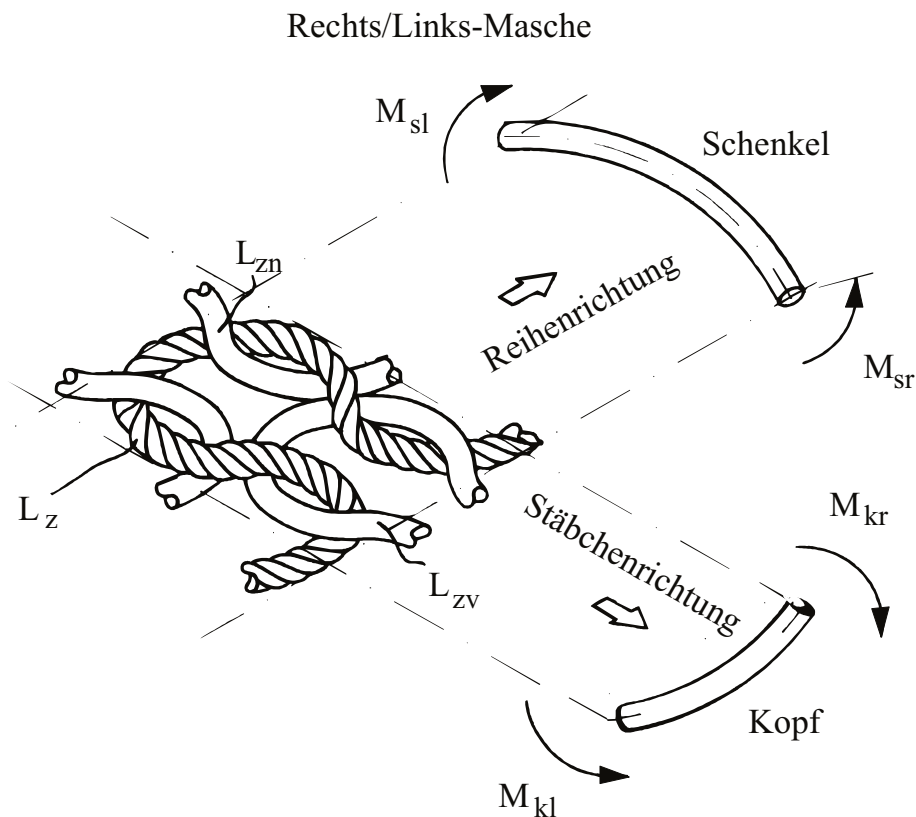


Bild 1 „Einrollmodell“ für die Maschenwarekante. L_z : Maschenfaden; L_{zv} : vorlaufender Maschenfaden; L_{zn} : nachlaufender Maschenfaden; M_{sr} , M_{sl} : Rückstellmomente des Maschenschenkels; M_{kr} , M_{kl} : Rückstellmomente des Maschenkopfs.