

## KURZVERÖFFENTLICHUNG

### Herstellung von Cellulose/Chitin-Fasern für die Verarbeitung zu Spezialvliesstoffen und Textilien (IGF 19285 N)

Autoren:	Dr. Antje Ota Dr. Frank Hermanutz
Forschungsstelle:	DITF - Institut für Textilchemie und Chemiefasern
Erschienen:	18.06.2020
Bearbeitungszeitraum:	01.01.2017 - 31.12.2019

#### Zusammenfassung

Cellulose und Chitin gehören zu den häufigsten natürlich vorkommenden Biopolymeren. Für Regeneratfasern aus Cellulose gibt es bereits etablierte Industrieprozesse (Lyocell- und Viskoseverfahren), auch wenn diese umweltrelevante und prozesstechnische Nachteile besitzen. Im Vergleich zur Cellulose ist die Struktur von Chitin aufgrund der zusätzlichen Acetamid-Gruppe deutlich komplexer und der Rohstoff besitzt von Natur aus sehr hohe Polymerisationsgrade. Daher ist es im Allgemeinen noch schwerer löslich als Cellulose. Gängige Direktlösemittel für Chitin sind gesundheitlich zumindest bedenklich oder depolymerisierende Lösemittel. Ionische Flüssigkeiten stellen einen wichtigen Ansatz für wissenschaftliche und industrielle Entwicklung von Cellulose/Chitin Materialien dar. Besonders Imidazolium-basierte ionische Flüssigkeiten weisen eine hohe Löslichkeit für Cellulose sowie für Chitin auf und stellen einen alternativen, umweltfreundlichen Ansatz zur Herstellung von Biopolymerfasern dar.

Die IL-Spinntechnologie wurde in diesem Projekt genutzt um Spinnlösungen und Spinnverfahren zu erarbeiten, die ein gemeinsames und homogenes Verarbeiten von Cellulose und Chitin zu Fasern ermöglichen. Cellulose und Chitin konnten so mit Hilfe eines rezyklierbaren, nicht toxischen Lösungsmittel zu Endlosfilamenten und Stapelfasern verarbeitet werden. Cellulose/Chitin-Blendfasern wurden in einem kontinuierlichen Nassspinn- sowie Trocken-Nassspinnprozess hergestellt, wobei der Chitinanteil bis zu 50% betrug. Die neuartigen Cellulose/Chitin-Mischfasern sind für textile Anwendungen geeignet. Die Fasern sind biologisch abbaubar und zeigen ein um 20 - 60% erhöhtes Wasserrückhaltevermögen im Vergleich zu den reinen Celluloseregeratfasern. Daraus hergestellte Stapelfasern wurden für die Herstellung von Vliesen und Papieren genutzt.

Denkbare Anwendungen sind beispielsweise Wundauflagen, die den Wundheilungsprozess unterstützen und beschleunigen. Zudem besitzen die Vliese sehr große Luftdurchlässigkeit, die den Heilungsprozess positiv unterstützen und gleichzeitig sehr vielversprechend für den Einsatz in der Filtration sind. Eine Stärkung v.a. der KmU im Bereich der Medizintextilien und technischen Textilien ist somit gegeben. Die textilmechanischen Eigenschaften sichern eine problemlose Verarbeitung über Web-, Strick- und Non-Wovenprozesse. Auf dem Markt erhältlich sind bisher in erster Linie Produkte auf Basis von Chitosan. Da sich Chitin und Chitosan aber im Eigenschaftsprofil unterscheiden, besteht die Möglichkeit, dass durch die Anwendungen von Chitin verbesserte oder neue Produkte am Markt etabliert werden könnten. Die Nutzung von Chitin als Rohstoff ist zudem preisgünstiger da die Derivatisierung zu Chitosan entfällt.

## Ergebnisse

Ionische Flüssigkeiten (IL) gewinnen verstärkt sowohl wissenschaftliches als auch anwendungsbezogenes Interesse und stellen eine wichtige Substanzklasse dar, die als „Green Solvents“ bezeichnet wird. Sie zeichnen sich durch einen extrem niedrigen Dampfdruck aus, sind nicht brennbar und besitzen oftmals erstaunliche Lösefähigkeiten für unterschiedliche Substanzen (z.B. für Cellulose, Keratine, Chitin). Eine vollständige Rezyklierung ist je nach IL gegeben wodurch die IL Technologie ein hohes Potential zur Industrialisierung besitzt.

In diesem Vorhaben erfolgte die gemeinsame Verarbeitung von Cellulose und Chitin zu Endlosfasern sowie Stapelfasern mittels der IL Technologie. Für die Herstellung der Cellulose/Chitin-Fasern wurden Nassspinn- sowie Trocken-Nassversuche durchgeführt. Beide Prozesse sind schematisch in Abbildung 1 dargestellt.

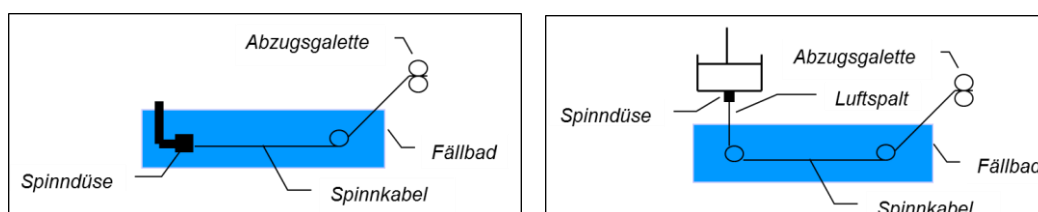


Abbildung 1: Schematische Darstellung Nassspinnen (links) vs. Trocken-Nassspinnen (rechts).

Sowohl im Nass- als auch Trocken-Nassspinnverfahren ist die Umsetzung gelungen und stabile Spinnprozesse bis zu einem Chitinanteil von 50 Gew.-% wurden erarbeitet. Die Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften von Regeneratfasern in der Textilindustrie liegen bei einer Feinheit von 1.3 bis 6 dtex, Dehnfähigkeit vor Bruch von > 20 % und eine Reißfestigkeit von 23 cN/tex. Die Fasern aus den Nassspinnversuchen

konnten die Anforderungen bezüglich Feinheit, Festigkeit als auch Dehnung vollständig erfüllen. Mit steigender Verstreckung nahm die Faserfestigkeit deutlich ab und sank 10 - 13 cN/tex. Die Dehnung der Fasern variierte stark und nahm von 20 auf 5 % ab. Allgemein ließ sich beobachten, dass je stärker die Fasern verstreckt werden desto schlechter wurden die mechanischen Eigenschaften. Diese Beobachtungen treffen nicht auf Cellulosefasern zu und lassen sich einzig allein auf die supramolekulare Struktur des Chitins zurückzuführen. Die trocken-nassgesponnen Fasern besitzen größtenteils einer Titer > 6 dtex obwohl höhere Verstreckungen im T-N-Spinnverfahren möglich waren. Kolbenspinnversuche waren aufgrund der unterschiedlichen Versuchsaufbau und den Spinnparameter bis zu 50 % Chitinanteil möglich. Die Faserfestigkeiten lagen für die Cellulose/Chitin-Fasern zwischen 10-15 cN/tex. Der ausgeprägte Gelcharakter der Chitin-haltigen Spinnlösungen sorgte für Einschränkungen in den durchgeführten kontinuierlichen Extruderspinnversuchen, sodass aktuell Nassspinnversuche besser für die Herstellung von Cellulose/Chitin Blendfasern mit hohem Chitinanteil geeignet sind.

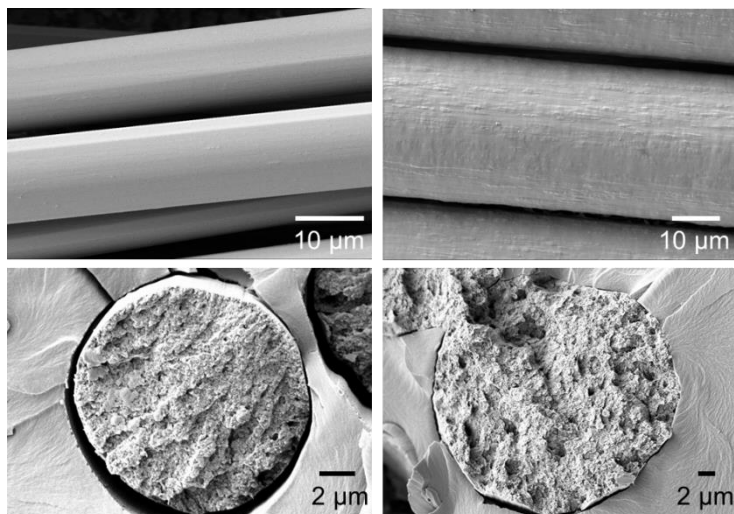


Abbildung 2: Rasterelektronenmikroskopaufnahmen der nassgesponnenen (links) und trocken-nassgesponnenen (rechts) Cellulose/Chitin-Regeneratfasern (75:25)..

Besonders hervorzuheben ist die nicht vorhandene Fibrillierneigung der Fasern und das hohe Wasserrückhaltevermögen im gegensatz zu Cellulosefasern (WRV). Es wurden keine Fibrillen beobachtet unabhängig vom eingesetzten Spinnprozess. Das WRV nimmt mit steigendem Chitinanteil in der Faser zu. Reine Chitinfasern besitzen ein WRV von 210 %, reine Cellulosefasern einen Wert von 100 %.

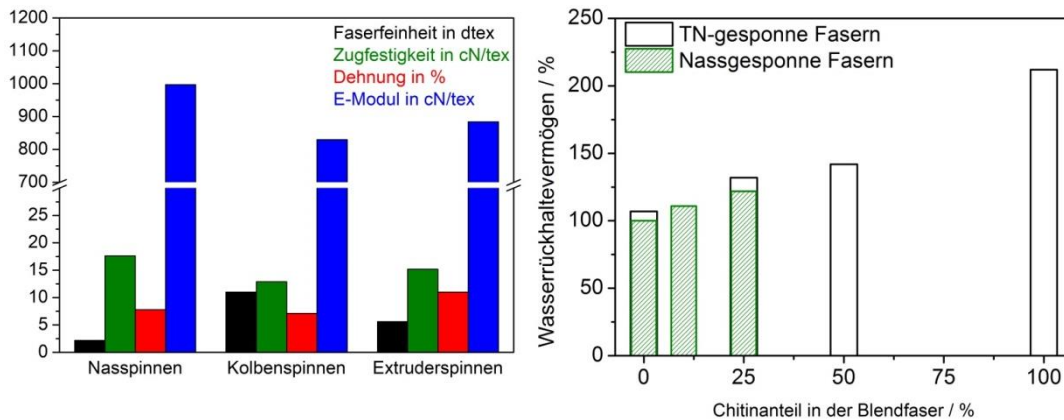


Abbildung 3: Faserkennwerte der Cellulose/Chitin-Fasern (75:25) im Vergleich und Wasserrückhaltevermögen der T-N- und Nassgesponnenen Fasern.

Eine antibakterielle Aktivität sowie ein Absorptionsvermögen von Schwermetallen (Blei) konnten im Forschungshaben für die hergestellten Cellulose/Chitin-Fasern nicht bestätigt werden. Chitin mit einem Polymerisationsgrad von 680 und einem Acetylierungsgrad um die 80 % besitzt diese Eigenschaften nicht.

Aus den hergestellten Fasern konnten erfolgreich Stapelfasern hergestellt werden, die dann zu Nadelvliese verarbeitet wurden. Die Cellulose/Chitin-Vliese besitzen gegenüber den Cellulosevliesen eine höhere Luftdurchlässigkeit und eine gesteigertes Wasseraufnahmevermögen. Somit sind sie sowohl für medizinische Anwendungen und als auch für die Filtration prädestiniert. Die Kurzschnittfasern wurden zudem in der Papierherstellung untersucht. Bei den Papieren stieg die Porosität um das 2 bis 10fache und die Reißfestigkeit um 10 - 50 % durch Zugabe der Cellulose/Chitin Kurzschnittfasern an. Stärkere Effekte erzielten dabei die kürzere Faserlängen (5 mm anstatt 10 mm).

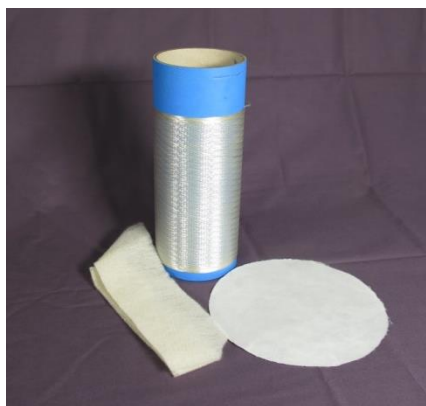


Abbildung 4: Cellulose/Chitin-Endlosfilamente und daraus hergestellte Nadelvliese und Papiere.

Von den neuen Produktionsverfahren profitiert auch die Umwelt: Die Herstellung der Fasern erfolgt in einem umweltfreundlichen Prozess, keine Additive werden benötigt und keine Schadstoffe freigesetzt. Das Lösemittel wird zudem nahezu vollständig zurückgewonnen. Das Projekt lieferte zusätzlich wichtige Erkenntnisse zum Verarbeiten von Blendsystemen aus Biopolymeren mit der IL-Technologie. Zudem liegt die Wachstumsrate für Celluloseregeratfasern bei 10%. In der Bekleidungsindustrie wird eine Lücke zwischen dem erwarteten Bedarf und der zur Verfügung stehenden Baumwolle erwartet. Die Produktion von Cellulosefasern ist die einzige Möglichkeit die Nachfrage nach Cellulose-basierten Textilfasern zu decken. Die Fasern aus IL-Technologie können, zusätzlich zu der aus Umweltsicht problematischen Viskosetechnologie und den nicht ganz ungefährlichen Lyocellprozess, dazu beitragen den Cellulose-Gap zu schließen.

## Danksagung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 19285 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 14-16, 10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses danken wir für die konstruktive Diskussion der Projektergebnisse, die zum Gelingen des vorliegenden Forschungsvorhabens wesentlich beigetragen hat. Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens IGF 19285 N ist an den Deutschen Instituten für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF) erhältlich.

Ansprechpartner

Dr. Antje Ota; Antje.Ota@ditf.de