

Die Projekte im Innovationsraum BIOTEXFUTURE



BIOTEXFUTURE

FUNGAL FIBERS –Textilien aus Pilzen

Biobasierte Textilfasern aus einem vielversprechenden pilzbasierten Produktionsprozess für den Sport- und Medizinbereich

Das treibt uns an

Der Textilsektor steht vor einer Zeitenwende: Bereits heute ist abzusehen, dass einer der wichtigsten Markttreiber der Zukunft die wachsende Nachfrage nach umweltfreundlicher Bekleidung sein wird. Die zeigt der Blick in benachbarte Sektoren wie die Nahrungsmittelindustrie, die verstärkt auf Bio-Produkte setzt. Der Anteil der biobasierten Fasern in der Textilbranche spiegelt diesen Trend allerdings bislang noch nicht wider. Ganz im Gegenteil: Seit Jahrzehnten steigt der weltweite Verbrauch an Synthetikfasern kontinuierlich an.

Das hängt zum einen an der in den letzten Jahren gestiegenen Funktionalität der Polyester-Faser und zum anderen an den niedrigen Produktionskosten. Der Ausgangsstoff dieser Fasern ist Rohöl, dessen Preis sich seit Jahren auf konstant niedrigem Niveau hält und dafür sorgt, dass billige Kunstfasertextilien den Textilmarkt überschwemmen.

Die Umweltauswirkungen sind riesig: Treibhausgas-Emissionen bei der Herstellung, wachsende Textilmüllberge in der Entsorgung und Mikroplastikverschmutzung der Meere, um nur einige zu nennen. Auch Baumwolle als weit verbreitete Alternative ist kaum weniger umweltschädlich: Vom Einsatz giftiger Pflanzenschutzmitteln bei der Herstellung, über den immens hohen Wasser- und Energieeinsatz bei der Verarbeitung lässt die Umweltbilanz dieser textilen Rohstoffquelle kaum besser aussehen.

Umweltfreundliche Alternativen sind also dringend gefragt: Von allen natürlichen Fasergrundstoffen hat Zellulose als Pflanzenfaser in den letzten Jahren den schnellsten Anstieg bei allen textilen Substraten verzeichnet, da sie das am häufigsten vorkommende Biopolymer der Erde ist. Das zweithäufigste natürlich vorkommende Polymer ist Chitin, das eng mit Chitosan verwandt ist. Chitosan kommt nur in Pilzen vor, Chitin dagegen in Pilzen, Insekten und Krustentieren.

In den letzten 20 Jahren wurden mehrere Anlagen zur Chitin-Extraktion errichtet, vor allem im asiatisch-pazifischen Raum und in Japan, die mit einem Rohstoff arbeiten, der aus umgewandelten Garnelen- und Krabbenschalen gewonnen wird. In Europa gibt es heute praktisch noch keine Produktion von Chitin/Chitosan. Die bemerkenswerten Eigenschaften von Chitosan wie biologische Abbaubarkeit, Antibiotizität (Hemmung des Bakterienwachstums) und Kompatibilität mit Baumwolle und Zellulose machen es zu einem vielversprechenden Bio-Kunststoff für die Herstellung von Kunstfasern für textile Anwendungen. An diesem Ausgangsmaterial forschen wir im Rahmen von FUNGAL FIBERS.

Das wollen wir erreichen

Das Produktionsvolumen von Chitin und Chitosan wird hauptsächlich durch die Verfügbarkeit des biologischen Ausgangsmaterials begrenzt. Die weltweite Nachfrage nach Chitin lag 2015 bei über 60.000 t, die weltweite Produktion von Chitin betrug im selben Jahr etwa 28.000 t. Es wird erwartet, dass der weltweite Markt für Chitin-Derivate einschließlich Chitosan bis 2024 ein Volumen von 63 Mrd. USD erreichen wird.

Um die Abhängigkeit vom Ausgangsstoff und andere Nachteile der derzeitigen Chitin-Lieferkette zu überwinden – kaum rückverfolgbar, mangelnde Reproduzierbarkeit und Standardisierung des Prozesses, fehlende Qualitätsprüfung –, ist ein alternatives, zuverlässiges, reproduzierbares und hochskalierbares Produktionsverfahren erforderlich. Jüngste Studien haben gezeigt, dass Chitosan aus Pilz-Biomasse extrahiert und verarbeitet werden kann. Diese ist beispielsweise ein Restprodukt biotechnologischer Prozesse, bei denen derzeit schon in großem Maßstab filamentartige Pilze als natürliche Zellfabriken für die Produktion von Plattform-Chemikalien, organischen Säuren, Proteinen, Enzymen, Antibiotika, Arzneimitteln und Kraftstoffen zu besonders niedrigen Kosten genutzt werden.

Ziel unseres Projekts ist die Herstellung von Chitosan aus der „Zellfabrik“ des Pilzes *Aspergillus niger* (*A. niger*). Der Pilz erzielt einen enormen Durchsatz in kurzer Zeit, mit hoher Qualität und Reinheit für eine schonende Extraktion und vielfältige Veredelungs- und Umwandlungsoptionen. *A. niger* ist eine der wichtigsten Pilzzellfabriken, die in der Biotechnologie eingesetzt werden. Für ihn sprechen neben der hohen Wachstums- und Vermehrungsrate, dass er ein breites Nahrungsspektrum akzeptiert, einschließlich Stärke, Pektinen und ligno-zellulosehaltigen Abfällen aus der Land- und Forstwirtschaft. Bis zu 30 % ihrer Zellwände besteht aus Chitin, was durch Genmodifikation und die Zugabe von Stressoren in der Kulturumgebung weiter erhöht werden kann.

So gehen wir vor

Wir wollen das ganze Jahr über große Mengen an Chitin aus *A.-niger*-Biomasse produzieren. In reproduzierbarer Qualität, mit vollständig überprüfbar und maßgeschneiderten Spezifikationen, die den Anforderungen der maßgeblichen Märkte entsprechen. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung einer völlig neuen Prozesskette für die Herstellung biobasierter Textilien aus dieser innovativen Chitosan-Quelle – sowohl als Primär-Rohstoff (Industrie-Pilzanbau) als auch als Sekundär-Rohstoff (Abfallstrom des industriellen Pilzanbaus). Die Konsequenz daraus ist der Aufbau einer wettbewerbsfähigen Chitosan-Produktion in Europa.

Das aus den mikroskopisch kleinen Pilzen gewonnene Chitosan wird in einem Lösungsspinnverfahren zu Fasern gesponnen, texturiert und beschichtet. Anschließend werden gewebte oder gestrickte Stoffe hergestellt, die ebenfalls beschichtet und für die Herstellung von Demonstrationstextilien verwendet werden können. Anschließend führen wir eine wirtschaftliche und funktionelle Validierung der Projektergebnisse durch und ergänzen diese durch eine Lebenszyklus-Analyse.

Aufgrund der antibiotischen Eigenschaften von Chitosan-Fasern eignen sich diese besonders für medizinische Anwendungen wie Krankenhauskleidung und Wundverbände, für Sportbekleidung und -schuhe sowie Kleidung, bei der das Chitosan das Bakterienwachstum hemmen, die Hygiene verbessern und Geruch verhindern kann. Der biobasierte Ursprung und die biologische Abbaubarkeit der Chitosan-Fasern tragen zur laufenden Umstellung des Textilmarktes auf umweltfreundlichere Produkte bei und eignen sich auch für den Einsatz in Einweg-Textilien. Die Tatsache, dass Chitosan ungiftig ist und keine toxischen Abbauprodukte bildet, macht es als Rohstoff zusätzlich attraktiv, da es keine Entsorgungs- und Umweltprobleme gibt.

Es ist eine sehr vielversprechende umweltfreundliche und nachhaltige Alternative zur Textilherstellung und eine biobasierte Ergänzung zu Baumwolle, Wolle und Seide, die bei einem Projekterfolg im großen Umfang auf den Markt gebracht werden kann.

Der aktuelle Stand

Die Pilze werden in einem Bioreaktor in einer Nährlösung kultiviert und anschließend aus dieser herausgelöst und nachbehandelt, wie dies auch in großem Maßstab schon lange im pharmazeutischen Bereich oder bei Nahrungsergänzungsmitteln geschieht. Die Forscher*innen des FUNGAL FIBERS-Projekts nutzen für die Gewinnung des Rohstoffs für ihre Polymere die Anteile der industriellen Pilzproduktion, die sonst ungenutzt entsorgt werden. Das macht das Verfahren von der Kostenseite her sehr wettbewerbsfähig, zumal weitere Anwendungsbereiche, z.B. für Kosmetika oder Farbstoffe, denkbar sind. Der für die Kunststoffproduktion nutzbare Anteil der Pilze liegt zwischen fünf und 15 Prozent, kann aus Sicht des Projektteams aber sicher noch auf bis zu 30 Prozent der Masse erhöht werden.

Für den Einsatz in Bekleidung sind die pilzbasierten Polymere sehr gut nutzbar. Die Leistungsfähigkeit und Qualität brauchen keine Vergleiche mit Baumwolle oder Zellulose-Fasern zu scheuen. Einige Eigenschaften sind denen von erdölbasierten Polymeren sogar überlegen, das Material bietet einen sehr angenehmen natürlichen Griff und hohen Tragekomfort. Die geruchshemmende Wirkung spricht ebenso für die „Pilzfasern“ wie die temperatur- und klimaausgleichende Funktion, da das Material hohe Feuchtigkeitsaufnahme und guten Feuchterückhalt auszeichnet. Optisch gefällt das Material mit seinem leichten Seidenglanz.

Im nächsten Schritt sollen noch im ersten Projektjahr bis September 2023 Demonstratoren hergestellt werden, um an diesen Vorführprodukten zu veranschaulichen, wie Stoffe aus diesem innovativen biobasierten Material aussehen und anfühlen können.

Für die Chitosan-Polymere spricht der geringe Ressourcen-Einsatz, da die Herstellung mit einem geschlossenen Wasserkreislauf erfolgen kann. Hinzu kommt, dass die Pilze im Rahmen einer gekoppelten Produktion komplett genutzt werden können. Außerdem müssen weder in der Rohstoffproduktion noch in der Garnherstellung neue Produktionsanlagen erstellt werden. Eine antimikrobielle Ausrüstung mit problematischen Chemikalien entfällt, ebenso wie der Einsatz von Pestiziden, Herbiziden und Kunstdünger. Hinzu kommt die biologische Abbaubarkeit des Chitosans. Aktuell konzentriert man sich auf den Pilzstamm *Aspergillus niger*, für die Zukunft ist der Einsatz weiterer Pilzarten denkbar.

„Die technischen Möglichkeiten dieses neuen Herstellungsprozesses biobasierter Chitosan-Fasern auf Basis von Pilzen sind enorm und – ganz entscheidend – wirtschaftlich darstellbar“, so die Forscher*innen des von der Bundesregierung geförderten Forschungsprojekts FUNGAL FIBERS.

Projektpartner

adidas AG, Falke KGaA, Spinnerei Lampertsmühle GmbH, Textilveredlungsunion GmbH, Technische Universität Berlin KöR, Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen KöR

Pressekontakt

Nicole Espey, M.A.
BIOTEXFUTURE: Projektmanagement Office
ITA-Veranstaltungs- und Stakeholdermanagement

ITA – Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University
Otto-Blumenthal-Str. 1
52074 Aachen
Tel.: +49 241 80-23418
Mobil: +49 176 268 180 64
Fax: +49 241 80-22422
Nicole.Espey@ita.rwth-aachen.de

Über BIOTEXFUTURE

BIOTEXFUTURE ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderter Innovationsraum zur Forschung an biobasierten Textilien. Er wird in Kooperation von der RWTH Aachen (ITA, Institut für Textiltechnik und STO, Lehrstuhl für Technik – und Organisationssoziologie) und der adidas AG geleitet. Gemeinsam arbeiten die Industrie- und Forschungspartner an der Umstellung der textilen Produktionsprozesse und Verfahrenstechnologien von erdölbasiert auf biobasiert.

Weitere Informationen: www.biotexfuture.info



Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Förderkonzeptes „Innovationsräume Bioökonomie“ (Förderkennzeichen: 031B0454) gefördert und vom Projektträger Jülich (PTJ) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin / beim Autor.

Datum: 1. August 2024