CO_2Tex – Innovative elastische Garne binden CO_2

Etablierung kommerziell nutzbarer elastischer Filamentgarne aus CO_2-enthaltenden thermoplastischen Polyurethanen als Alternative zu konventionellen Elastanen

Das treibt uns an

Das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid (CO_2) ist in der Atmosphäre sowie in Prozessabgasen vorhanden und grundsätzlich für die Herstellung bestimmter Polymere geeignet. Es gibt Technologien, mit denen CO_2 als Rohstoff für die Herstellung von Polyolen genutzt werden kann. Polyole sind mehrwertige Alkohole, die grundsätzlich auf petrochemischer sowie biologischer Basis hergestellt werden können. Bei der Kunststoffsynthese können Polyole als Komponente z.B. für die Polymerbildung zur Herstellung von thermoplastischen Polyurethanen (TPU) verwendet werden. TPU sind schmelzbar und eine mögliche Alternative zu elastischen, aber nicht schmelzbaren Polyurethanen, aus denen heute die meisten hochelastischen Garne, sogenannte „Elastane“, bestehen.

Elastane werden als Stretchanteil aktuell in rund 80 % aller Bekleidungstextilien eingesetzt und sind daher nahezu omnipräsent in unserer Alltagsbekleidung. Ob Jeans, Socken oder Anzug, kaum ein Kleidungsstück kommt heute noch ohne Elastane aus. Für die Herstellung von Elastanen per Trockenspinnen, dem heute am weitesten gebrauchten Verfahren, werden Lösungsmittel wie beispielsweise Dimethylformamid (DMF) oder Dimethylacetamid (DMAC) eingesetzt, die potenziell umwelt- und gesundheitsschädlich sind. Weltweit ist die Textilbranche daher händeringend auf der Suche nach umweltgerechten Alternativen zur Elastanherstellung. Im Projekt CO_2TEX werden hierfür tragfähige Lösungen entwickelt.

In der Vergangenheit wurden in einem Vorgängerprojekt bereits erste elastische Filamentgarne aus CO_2-enthaltenden TPU im Entwicklungsmaßstab (TRL 4) gesponnen und auf textile Demonstrationsanwendungen übertragen. Allerdings wiesen diese entwickelten TPU-Garne eine besonders hohe Oberflächenhaftung auf, welche die Weiterverarbeitung und damit die Industrialisierung erschwerte.

Das wollen wir erreichen

Ziel des Projektes „CO_2Tex“ ist die Etablierung von kommerziell nutzbaren elastischen Filamentgarnen aus CO_2-enthaltendemTPU. Am Ende des Projekts können diese Garne möglichst einfach auf bestehenden Industrieanlagen zu Garnen sowie zu textilen Vor- und Endprodukten verarbeitet werden, um konventionelles Elastan zu ersetzen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, durch diese innovativen TPU-Garne neue Anwendungsfelder zu erschließen.

So gehen wir vor

Zunächst müssen Modifikationen an den bestehenden Spinnanlagen vorgenommen werden, um stabile und reproduzierbare Schmelzspinnverfahren für CO2-basierte TPU-Garne zu entwickeln. Dazu gehören die Untersuchung und Anpassung von Spinndüsen, Filamentkühlung, Galettenoberflächen und Spultechnologie der Spinnanlagen. Darüber hinaus muss auch das Spinnausrüstungsverfahren und hier insbesondere das Spin Finish an die CO2-enthaltenden TPU-Garne angepasst werden. Die auf diese Weise erfolgreich entwickelten neuen Garne, werden vom technischen zum industriellen Maßstab hochskaliert. Anschließend werden aus diesen Garnen Sport- und Medizintextilien hergestellt. Im Produktionsprozess müssen dabei insbesondere die Prozessschritte Beschichten, Stricken und Ausrüsten genauer untersucht und gemäß möglichen neuen Anforderungen angepasst werden.

Die auf diese Weise erfolgreich entwickelten neuen Garne werden vom technischen zum industriellen Maßstab hochskaliert. Im Anschluss werden aus diesen Garnen Sport- und Medizintextilien hergestellt.

Im Produktionsprozess müssen dabei insbesondere die Prozessschritte Beschichten, Stricken und Ausrüsten genauer untersucht und gemäß möglichen neuen Anforderungen angepasst werden.

Parallel zu den gesamten Entwicklungsarbeiten wird ein Life-Cycle-Assessment zur Bewertung der ökologischen und ökonomischen Auswirkungen der neuen Herstellungsprozesse durchgeführt. Im Rahmen dessen wird auch die Substitution der konventionellen elastischen Garne durch die neue CO2-basierten Materialien betrachtet.

Aktueller Stand

Im Projekt CO_2Tex konnten bereits große Fortschritte erzielt werden. Der Forschungsstand im Bereich elastischer Filamentgarne aus CO_2-haltigen TPU ist auf einem hohen Niveau. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des ITA und der kooperierenden Unternehmen sind optimistisch, die innovativen elastischen Filamentgarne innerhalb weniger Jahre zur Serienreife für die industrielle Massenproduktion und Marktanwendung entwickeln zu können.

Ein entscheidender Vorteil der neuen schmelzgesponnenen Filamente liegt vor allem darin, dass für die Herstellprozesse keine Zusätze von potenziell umwelt- und gesundheitsschädlichen Lösungsmitteln wie DMAC und DMF erforderlich sind. Der gesamte Markt von Polyurethan-Filamentgarnen umfasst ein Volumen von 1,1 bis 1,2 Mio. t und wächst gegenwärtig um 8 % bis 10 % pro Jahr, insbesondere im Bereich Sporttextilien und medizinische Textilprodukte.

Das Projektkonsortium erwartet, dass für die entwickelten CO_2-haltigen elastischen TPU-Filamentgarne eine Hochskalierung der Produktionsprozesse von den aktuellen Entwicklungsanlagen auf eine massentaugliche Fertigung im Industriemaßstab innerhalb weniger Jahre möglich sein wird. Dabei hält das CO_2Tex-Team vergleichbare Herstellungskosten wie bei konventionellen Garnen sowie leichte Vorteile bei der Energiebilanz gegenüber bestehenden Prozessen für möglich.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich zudem für die spätere Kreislauffähigkeit dieser Textilien: Aufgrund des chemischen Aufbaus des verwendeten TPU bestehen grundsätzlich Möglichkeiten des thermomechanischen, chemischen und biologischen Recyclings, was im Einzelnen noch zu erforschen ist. Damit können Textilien, die diese neuen Garne enthalten, potenziell nach Ende ihres Lebenszyklus leichter recycelt werden, als Bekleidung mit konventionell erzeugtem Elastan.

Darüber hinaus kann bei einer Verbrennung dieser Textilien CO_2 beispielsweise für eine erneute Produktion CO_2-enthaltender Polyole zurückgewonnen werden, aber auch durch Umsetzen zu Grundstoffen vielfältig verwandt werden. Durch diese zusätzlichen Optionen bieten sich ganz neue Recyclingmöglichkeiten, die sich deutlich von der klassischen bisher bekannten linearen Zweit- und Drittverwertungen absetzen.

Der Second-Hand-Verkauf von Bekleidung, die Putzlappen oder Malervliesherstellung oder auch die Produktion von Parkbänken aus Recyclingplastik erhalten somit ernsthafte Konkurrenz.

Das Projekt CO_2Tex läuft noch bis einschließlich Oktober 2024. Es wurden schon signifikante Erfolge erzielt: So haben die Forscher*innen erstmals die Dehnungsparameter der neuen Garne bestimmen können sowie deren Rückstellkraft in den Ausgangszustand. Vor allem konnten sie aber die Dehnungsfähigkeit der CO2-haltigen elastischen Garne erhöhen bevor sie reißen. Lag diese so genannte „Bruchdehnung“ der Garne anfangs bei ca. 200 %, konnte sie im Laufe des Projekts auf 420 % gesteigert werden. Eine Erhöhung auf 500 bis 600 % – und damit auf die Leistungsdaten im Bereich konventioneller Elastane – kann nach Einschätzung der Expert*innen möglich sein.

„Es ist unser Anspruch, dass die Ergebnisse unserer Forschung in der Industrie ankommen“, formuliert es einer der Wissenschaftler. Insbesondere im Bereich der Bekleidung und der medizinischen Textilprodukte stehen die Chancen gut, wettbewerbsfähige Lösungen als Ergebnis des Projekts liefern zu können. Bei Spezialprodukten, z.B. Bungee-Jumping-Seilen, sei man noch nicht so weit. Dafür seien aber andere, neue Anwendungsmöglichkeiten denkbar. Er betont, dass man mit diesem Projekt sehr nah an den Erfordernissen der Industrie und der Marktanwendung sei. Das Team ist davon überzeugt, dass wir als Verbraucher*innen ein solches Produkt in den nächsten Jahren auf dem Markt sehen werden.

Projektpartner

ITA – Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University (ITA)
W. Zimmermann GmbH & Co. KG
Weiler-Simmerberg
medi GmbH & Co. KG, Bayreuth
Schill+Seilacher GmbH, Böblingen
Oerlikon
Textile GmbH & Co. KG, Remscheid
Carbon Minds GmbH, Köln
adidas AG, Herzogenaurach

Projektleitung

Dr. Lukasz Debicki
E-Mail: lukasz.debicki@ita.rwth-aachen.de

Jan Thiel, M.Sc. (stv.)
E-Mail: Jan.Thiel@ita.rwth-aachen.de

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 Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) 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

Im Juli 2023

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) 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.