



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Abbildung: Schematische Darstellung des enzymatischen Abbaus einer Faser
Oben: Polyesterfilament mit einer schematisch durchgehenden Polymerkette (dunkelblau); unten: Polyesterfilament mit von Enzymen (grün) abgebauter Polymerkette in kurze und lange Bruchstücke

Verbesserte Oberflächenfunktionalität durch enzymatische Behandlungen von biobasierten und konventionellen Polyestern (IGF 259 EN)

Der Weltfasermarkt wird von erdölbasierten Fasern dominiert. In fast allen Endanwendungen von Mode über Heimtextilien bis hin zu technischen Produkten kommen Textilien aus erdölbasiertem Polyester zum Einsatz. Das Material ist nicht biologisch abbaubar und folglich ist die Anreicherung in der Natur ein ungelöstes Problem. Hohe Zähigkeit und E-Modul, gute Wasch- und Trageeigenschaften oder hohe Farbechtheit verbunden mit einem niedrigen Preis/kg ebneten diesem Material den Weg. Die für die Textilindustrie ungünstige, geringe Benetzbarkeit und die Neigung zur elektrostatischen Aufladung werden durch meist nicht permanente, hydrophile oder antistatische Ausrüstungsmittel überwunden. Es könnte aber auch einen anderen Weg geben. Es wurden einige neue Mikroorganismen und Enzyme gefunden, die in der Lage sind, Esterbindungen in synthetischen Polyesterfasern anzugreifen. Dadurch entstehen neue, hydrophile funktionelle Gruppen auf der Faseroberfläche, wodurch das Benetzungs-, Antistatik- und Bindungsverhalten verbessert wird. Die Steuerung der Prozesskinetik ermöglicht die Regulierung des Polymerabbaugrades, so dass Faserabbau bis hin zur Entfernung von Pilling oder sogar Mikropartikeln bis hin zu biochemischen Recyclingkonzepten möglich werden könnten. Darüber hinaus werden aufgrund der erwarteten Effizienz des Verfahrens keine großen Mengen an Chemikalien benötigt. Noch sind die Reaktionen zu langsam, um in Veredelungsverfahren integriert zu werden, da die meisten verfügbaren Enzyme aus der sogenannten ersten Generation stammen. Trotz der vielversprechenden wissenschaftlichen Ergebnisse hat die industrielle Nutzung dieses Ansatzes noch nicht begonnen und sollte daher das Ziel dieses Forschungsvorhabens sein. Es sollten „Polyesterasen zweiter Generation“ entwickelt und getestet werden. Ziel dieses Forschungsvorhabens war die Entwicklung von enzymatische Behandlungen für Polyesterfasern aus konventioneller oder biobasierten Rohstoffquellen ebenso wie für biologisch abbaubaren Polymere. In dem Forschungsprojekt werden neueste Ergebnisse der Enzymforschung untersucht und auf textile Anwendungen übertragen, um industrierelevante Ausrüstungsverfahren für erdölbasiertes PET, aber auch für biobasierte und biologisch abbaubare Polyester wie PLA zu entwickeln.

Im Allgemeinen sind die Ergebnisse aller im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Experimente wie folgt:

- Die Gewichts- und pH-Wert-Reduktion eignen sich nicht, um kleine Veränderungen zu erkennen, daher wurde die Methylenblau-Absorption als wichtigste Analysemethode verwendet.

- Nach vierstündiger Behandlung konnten mehr funktionelle Gruppen bzw. eine höhere Methylenblauabsorption nachgewiesen werden als nach 24-stündiger Behandlung.
- Nach der Durchführung von zwei verschiedenen Abbauprozessen konnte kein Unterschied zwischen behandelten und unbehandelten Materialien festgestellt werden.
- Die für die verwendeten Materialien am besten geeigneten Enzyme waren die Enzyme HiC und das neu entwickelte TfCut2.
- Handelsübliche Enzyme waren wegen des hohen Anteils an kristallinen Bereichen in den Fasern nicht so gut für die Hydrophilierung geeignet wie die neu entwickelten Enzyme.
- Polyesterasen der zweiten Generation konnten im Gegensatz zu den bisher kommerziell erhältlichen Enzymen nicht verstreckte Polyestergerne vollständig oder fast vollständig abbauen. Dennoch wurden verstreckte Garne mit kristallinen Bereichen teilweise funktionalisiert.
- Auf enzymatisch behandeltem PET-Gewebe zeigte eine Kupferbeschichtung sehr gute Leitfähigkeit und Abriebfestigkeit.
- Bessere Haftung von Cu-Partikeln auf enzymatisch behandeltem PET-Gewebe

Prinzipiell ist somit eine enzymatische Funktionalisierung von textilem Polyester möglich. Für eine wirtschaftliche enzymatische Funktionalisierung ist jedoch eine weitere Anpassung der Polyesterasen an das Substrat unbedingt erforderlich.

Projektpartner:

Das Forschungsprojekt läuft in Kooperation mit der Universität Innsbruck, Forschungsinstitut für Textilchemie und Textilphysik (UIBK), Vorarlberg (Österreich) sowie mit der Universität für Umweltbiotechnologie (BOKU), Wien (Österreich).

Laufzeit:

24 Monate (01.01.2020 – 31.12.2021, Verlängert bis 30.09.2022)

Danksagung:

Das IGF-Vorhaben 259 EN des Forschungsinstitutes für Textil und Bekleidung wurde über die Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil durch die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung IGF vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Der Schlussbericht ist nach dem Abschluss des Vorhabens für die interessierte Öffentlichkeit in der Bundesrepublik Deutschland verfügbar. Ebenso wurde das Projekt von zahlreichen KMUs der Industrie im Rahmen des projektbegleitenden Ausschusses unterstützt.

Ansprechpartner:



Dr. Sabrina Kolbe

- Raum: Z 105
- Telefon: [+49 2161 186-6029](tel:+4921611866029)
- [sabrina.kolbe\(at\)hs-niederrhein.de](mailto:sabrina.kolbe(at)hs-niederrhein.de)

Irina Singer, M. Sc.

FTB Wissenschaftliche Mitarbeiterin

- Raum: Z 113 (Richard-Wagner-Str. 97)
- Telefon: [+49 2161 186-6099](tel:+4921611866099)
- [irina.singer\(at\)hs-niederrhein.de](mailto:irina.singer(at)hs-niederrhein.de)

Dipl.-Ing. Stefan Brandt

Institut "FTB"

- Raum: Z 219
- Telefon: [+49 2161 186-6008](tel:+4921611866008)
- [stefan.brandt\(at\)hs-niederrhein.de](mailto:stefan.brandt(at)hs-niederrhein.de)

Dr. rer. nat. Esther Rohleder

Oberflächenmodifizierung von Textilien, Plasmatechnologien, Enzyme

- Raum: Z 112 (Richard-Wagner-Str. 97)
- Telefon: [+49 2161 186-6008](tel:+4921611866008)
- [esther.rohleder\(at\)hs-niederrhein.de](mailto:esther.rohleder(at)hs-niederrhein.de)



Prof. Dr.-Ing. habil. Maike Rabe

Leitung Forschungsinstitut "FTB" Textilveredelung und Ökologie

- Raum: Z 110
- Telefon: [+49 2161 186-6110](tel:+4921611866110)
- [maike.rabe\(at\)hs-niederrhein.de](mailto:maike.rabe(at)hs-niederrhein.de)