

KURZVERÖFFENTLICHUNG

Entwicklung von Einkomponenten-Zelluloseverbundwerkstoffen (PureCell) für den Einsatz im Automotivsektor (IGF 20072 N)

Autoren: Dr. Tanja Schneck
Dr. Frank Hermanutz

Forschungsstelle: DITF – Institut für Textilchemie und Chemiefasern
Erschienen: 21.04.2022
Bearbeitungszeitraum: 01.06.2019 - 31.12.2021

Zusammenfassung

Das Forschungsvorhaben umfasst grundlegende Entwicklungsarbeiten, um aus technischen Cellulosefilamentgarnen (Reifencordfasern), Zellstoff und ionischer Flüssigkeiten (ionic liquids - IL) faserverstärkte Verbundwerkstoffe herzustellen und hochzuskalieren. Im technologischen innovativen Kern des Projekts standen materialwissenschaftliche Untersuchungen und Optimierungen für einen späteren Einsatz im Automotivsektor dieser Verbundwerkstoffe auf Basis reiner Cellulose, wie auch die Erarbeitung und Durchführung eines Verwertungskonzeptes der End-of-Life-Abfälle. Generell sind faserverstärkte Verbundwerkstoffe wichtige Materialien für den konstruktiven Leichtbau. Diese Faserverbundwerkstoffe werden größtenteils aus Erdöl-basierenden Polymermatrizes hergestellt und verschließen sich so der Möglichkeit einer sachgerechten Rezyklierung. Zusätzlich erschweren die verwendeten Verstärkungsfasern die Erarbeitung eines Verwertungskonzept. Ein bekanntes Beispiel sind die heute in großen Mengen in Strukturbauteilen zur Anwendung kommenden glasfaserverstärkten Kunststoffe (GFK), für deren End-of-Life-Abfälle (ca. 250.000 t/Jahr) derzeit kein technisch durchführbares Konzept für eine vollständige Rezyklierung der Ausgangsmaterialien existiert. Dank der entwickelten IL-Technologie stellt die Löslichkeit des Biopolymers Cellulose keine Herausforderung mehr dar. So kommt eine IL-Zellstoff-Lösung als Matrixpräkursor zur Herstellung der Verbundwerkstoffe auf Basis reiner Cellulose zum Einsatz. Dank der gleichen Ausgangsmaterialien muss zum Erreichen einer optimalen Faser-Matrix-Haftung im gewünschten Faserverbundwerkstoff keine zusätzliche Modifizierung der Faseroberfläche erfolgen, wodurch sich weitere Kosten- und Materialersparnisse ergeben.

Technisch herausfordernd, aber mit hohem Anwendungspotenzial, ist die Hydrophilie von Cellulose. Die besondere Aufgabe besteht darin, dass eine Hydrophobierung der Oberfläche der Faserverbundwerkstoffe nach der Herstellung, ähnlich zu herkömmlichen Faserverbundwerkstoffe wie GFKs, erfolgt. So kann die Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen erheblich gesteigert werden, wodurch diese Faserverbundwerkstoffe optimal für den späteren Einsatz vorbereitet werden.

Aufgrund der Sortenreinheit dieser Faserverbundwerkstoffe, da zur Herstellung reine Cellulose verwendet wird, ist ein vollständiges Konzept zur Rezyklierung der End-of-Life-Abfälle möglich. So können diese ohne großen zusätzlichen Aufwand dem Herstellungsverfahren neuer Faserverbundwerkstoffe zugeführt werden.

Zum leichteren Verständnis der im Projekt durchgeführten Arbeiten ist in Abbildung 1 der Prozessablauf dargestellt.

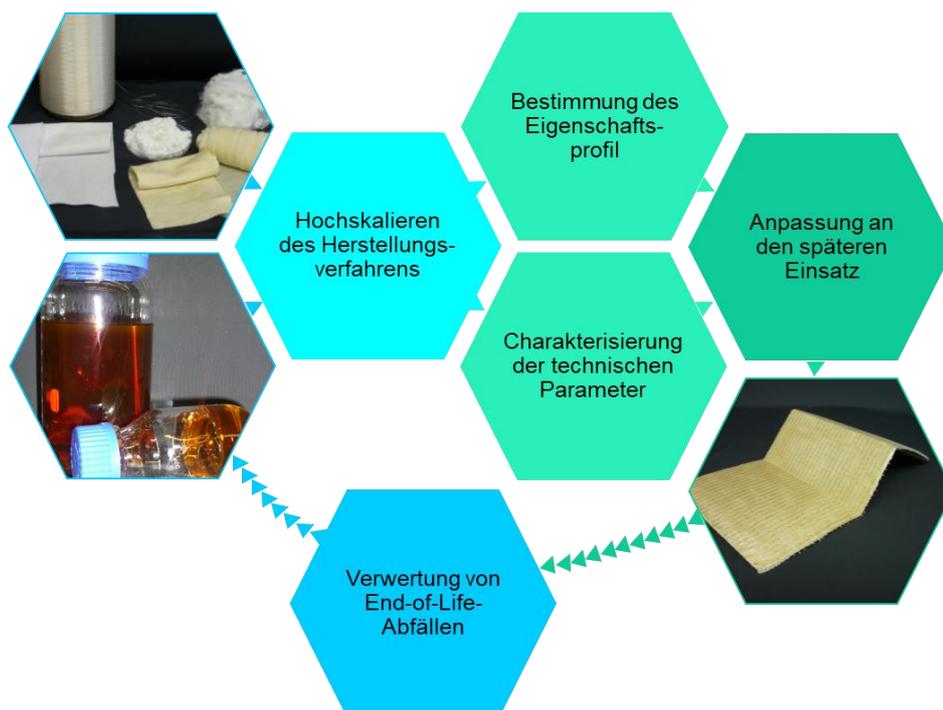


Abbildung 1: Prozessablauf der im Projekt durchgeführten Arbeiten.

Das Projektziel wurde erreicht.

Ergebnisse

Es konnte gezeigt werden, dass mittels beider Herstellungsverfahren (Laminier- und Nasswickelverfahren) Verbundwerkstoffe mit hervorragenden Eigenschaften hergestellt werden konnten. Zwar gab es zwischen den beiden Herstellungsverfahren bezüglich des erreichten Eigenschaftsprofil geringfügige Unterschiede, nichtsdestotrotz wurde das Nasswickelverfahren in Hinblick auf die spätere großtechnische Umsetzung als bevorzugtes Herstellungsverfahren gewählt. Durch Variieren der Cellulosekonzentration im Matrixpräkursor konnte zusätzlich das Eigenschaftsprofil angepasst werden, wobei mit einer Konzentration von 6 Gew.-% Zellstoff im Matrixpräkursor die bestmöglichen mechanischen Eigenschaften erreicht wurden.

Bedingt durch den Einsatz von Cellulose, die eine stark hydrophile Eigenschaft besitzt, konnte nach den UV- und Klimatests generell eine deutliche Abnahme der mechanischen Eigenschaften beobachtet werden. Hier lag die Verlustrate zwischen -20 und +4%. Diese Abnahme der mechanischen Eigenschaften durch den Einfluss von UV-Strahlung und Feuchtigkeit konnte jedoch mittels unterschiedlicher Beschichtungen, wie es auch für kommerzielle faserverstärkte Verbundwerkstoffe üblich ist, entgegengewirkt werden.

Generell konnten alle Beschichtungen erfolgreich auf der Oberfläche der Verbundwerkstoffe aufgebracht werden. Aus REM-Aufnahmen ging ebenfalls hervor, dass eine homogene Beschichtung stattgefunden hatte. Die Bestimmung der mechanischen Eigenschaften resultierte darin, dass sich das Eigenschaftsprofil der Verbundwerkstoffe dank der Beschichtungen nach UV- und Klimaeinflüssen signifikant verbessert hatten. Es konnten sogar ähnliche mechanische Eigenschaften wie für die ursprünglichen, unbeschichteten Verbundwerkstoffe erreicht werden.

Durch das Auftragen der Beschichtungen konnte gezeigt werden, dass diese nicht nur als effektiver Schutz gegenüber Umwelteinflüssen dienen, sondern auch, dass sich die Oberflächen dieser Verbundwerkstoffe perfekt lackieren und beschichten lassen. Dies sind in Hinblick auf den zukünftigen Einsatz wichtige Eigenschaften.

Des Weiteren konnten zwei Konzepte zur Verwertung von End-of-Life Abfälle erfolgreich erarbeitet werden. Die Verbundwerkstoffe wurden nach Erreichen ihrem Lebenszyklus dem Ausgangsmaterial zur Herstellung der Cellulose-IL-Lösung wieder zugeführt. Dem Eigenschaftsprofil der Verbundwerkstoffe, die mittels des rezyklierten Matrixpräkursors hergestellt wurden, konnte entnommen werden, dass selbst nach dem dritten Rezyklierungszyklus keine signifikante Abnahme zuerkennen war. Als zweites Verwertungskonzept wurde die Nassumformung der Verbundwerkstoffe erarbeitet. So konnte ein Verbundwerkstoff von seiner ursprünglichen Form in eine neue Form verpresst werden, wodurch eine optimale Anpassung an den neuen Einsatz gewährleistet wurde.

Somit könnte, je nach Anwendungsbereich des Materials, durch eine Anpassung der Herstellungsparameter und der Weiterverarbeitungseigenschaften ein dem Belastungsfall angepasstes Material entwickelt werden, wodurch das Anwendungsfeld für diese Verbundwerkstoffe auf Basis reiner Cellulose weiter öffnet.

Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 20072 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 Klimaschutz aufgrund eines
Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens 20072 N ist an den Deutschen Instituten für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF) erhältlich.

Ansprechpartner

Dr. Tanja Schneck, tanja.schneck@ditf.de