

KURZVERÖFFENTLICHUNG

Polypropylenkompatible Schichten für Recycling-Carbonfasern
aus CFK-End-of-Life-Bauteilen (IGF 20092 N/1 / N/2)

Autoren: PD Dr.-Ing. Thomas Stegmaier
Dr. Simon König
M.Sc. Philipp Kreis
Dipl.-Ing. Werner Wunderlich
Dipl.-Ing. (FH) Tom Hager
Dr. Volkmar von Arnim
Prof. Dr.-Ing. Markus Milwich
Dipl.-Ing. Patrick Kaiser
Dipl.-Ing. Sathis Kumar Selvarayan
M.Sc. Stephan Baz
Dipl.-Ing. Claudia Möhl
Dr. Larissa Ausheyks
Dr. Martin Dauner
Günther Schmidt
Dr. Erik Frank
Prof. Dr.-Ing. Götz T. Gresser
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Erschienen: 15.04.2021
Bearbeitungszeitraum: 01.08.2018 bis 31.12.2020

Kurzfassung des Vorhabens

Das Forschungsvorhaben umfasst grundlegende Entwicklungsarbeiten, um Recycling-Carbonfasern (rCF) aus carbonfaserverstärkten Faserverbundbauteilen (CFK) - End-of-Life in Leichtbauprodukten neu zu nutzen. Im technologischen innovativen Kern des Projekts standen materialwissenschaftliche und verfahrenstechnische Untersuchungen zur Entwicklung von CFK mit thermoplastischer Polypropylenmatrix.

Durch den Einsatz von CFK fallen bereits jetzt und zukünftig in stark steigendem Maße rCF an. Die rCF aus der pyrolytischen und solvolytischen Wiederaufbereitung besitzen noch wesentliche nutzbare Eigenschaften der Originalfasern, liegen im Gegensatz zu den

Neufasern aber nicht als Endlosfaser, sondern als Kurz- und Langfasern und in einem undefinierten Oberflächenzustand vor. Die Faseroberflächen müssen entsprechend funktionalisiert werden, so dass die Carbonfasern industriell verarbeitet werden können und im neuen Faserverbundbauteil eine hohe Fasermatrixhaftung resultiert.

Technisch herausfordernd, aber mit hohem Anwendungspotenzial, ist die Verarbeitung der rCF mit Polypropylen (PP) zu thermoplastischen faserverstärkten Verbundbauteilen. Die besondere Aufgabe besteht darin, dass beide Komponenten, die Matrix-PP und die Carbonfaser, chemisch unfunktionell sind, so dass nur dann eine ausreichende Faser-Matrix-Haftung resultiert, wenn sowohl die Carbonfaseroberfläche, als auch das Polypropylen aufeinander abgestimmt werden.

Die einzelnen Entwicklungsschritte wurden entsprechend aufgebaut. Als Haftvermittler kam Maleinsäureanhydrid (MSA) zum Einsatz:

- Dieses wurde einmal in die PP Matrix eincompoundiert und daraus Fasern gesponnen.
- Des Weiteren wurden Schlichtemittel mit einem Anteil von MSA entwickelt.

Zur intimen Mischung aus rCF und PP wurden beide Fasertypen im Krempelprozess vermischt. Die Schlichtemittel wurden auf die PP-Faser beim Spinnprozess und/oder auf das rC-/PP-Fasermischvlies appliziert. Aus den Vliesen mit den funktionalisierten Fasern wurden durch Verpressen unter Hitzeeinwirkung Prüfplatten hergestellt.

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

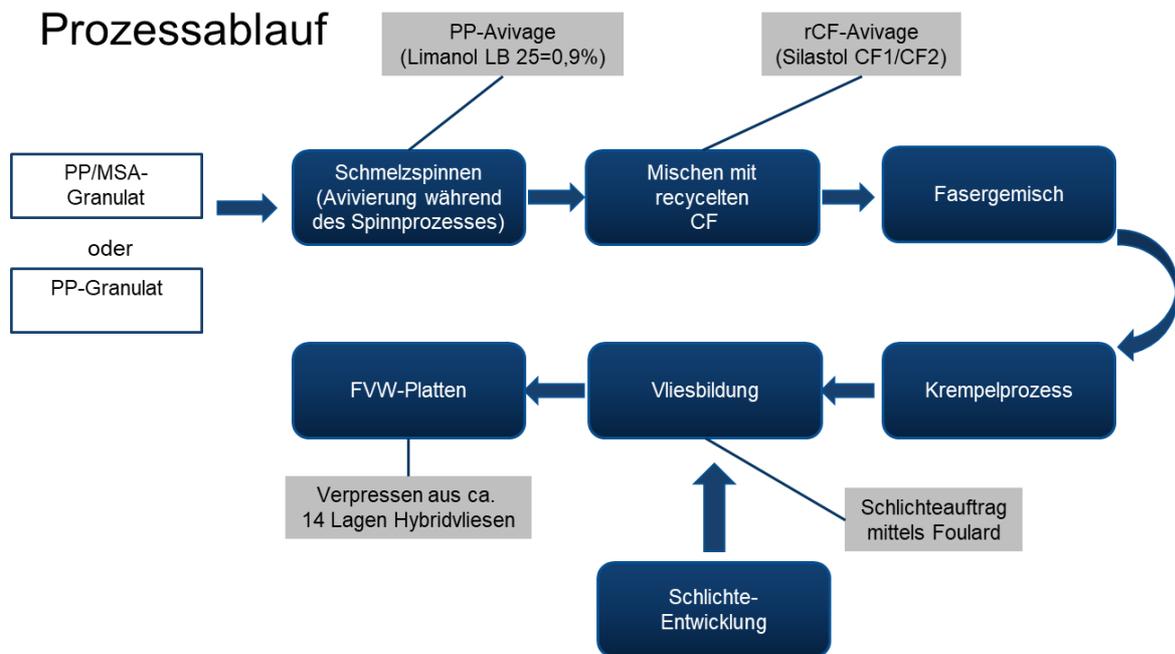


Abbildung 1: Prozessablauf der im Projekt durchgeführten Arbeiten

Die mechanischen Analysen an den Verbundplatten aus Fasern mit PP und Fasern aus dem MSA-PP als Matrixsystem haben gezeigt, dass eine Erhöhung der MSA Konzentration zu einem Festigkeitsverlust im Polymer führt. Beim E-Modul konnte diese Beobachtung nicht gemacht werden.

Bei der Verwendung von MSA als Haftvermittler in Form eines applizierten Schlichtemittels auf das hergestellte Mischvlies konnte beobachtet werden, dass mit zunehmenden Haftvermittlerkonzentrationen sich die mechanischen Kennwerte wie Zug- und Biegemodul sowie die Festigkeiten verschlechtern. Der verwendete Haftvermittler wirkt sich insgesamt negativ auf die Steifigkeit der hergestellten Versuchsplatten aus. Parallel dazu ist eine zunehmende Dehnung mit abfallendem Zugmodul und Zugfestigkeit zu erkennen. Durch ein reduziertes Zugmodul resultiert eine geringere Steifigkeit und führt zu einer höheren Dehnung. Die Festigkeit wird somit durch die Zugabe des Haftvermittlers reduziert, wirkt sich aber bei erhöhter Konzentration nicht entsprechend linear aus, sondern erreicht eine Plateauphase. Allgemein hat die Zugabe des Haftvermittlers auf die Fasermischung MSA-

PP die größeren negativen Auswirkungen auf die mechanischen Werte als im Vergleich zur Faser PP ohne MSA.

In den Kennwerten der interlaminaren Scherfestigkeit sind die Auswirkungen wesentlich geringer. Dies hängt damit zusammen, dass diese Prüfung eine mögliche Delamination der Schichten hervorrufen sollte, dies aber durch die Beschaffenheit des Vliesstoffes nur schwer bis gar nicht zu erreichen ist.



Abbildung 2: Vliesherstellung „avivierte rCF + PP“

Die Zunahme der Schlagzähigkeit ist eine Folge der Erhöhung der Dehnfähigkeit durch einen höheren Anteil an Haftvermittler. Die erhöhte Dehnung ermöglicht es dem Material über einen längeren Zeitraum Energie aufzunehmen, beziehungsweise die Energie zu absorbieren. Der Verlust der mechanischen Kennwerte in den Bereichen der Moduli und den Festigkeiten werden über einen Gewinn in der Schlagzähigkeit ausgeglichen. Somit könnte, je nach Anwendungsbereich des Materials, durch eine Anpassung der Rezeptur ein dem Belastungsfall angepasstes Material entwickelt werden was das Anwendungsfeld für rCF weiter öffnet.

Die mechanischen Analysen der Verbundplatten zeigten somit, dass die Haftvermittlung über die Zugabe von MSA in die PP Faser höhere Festigkeitswerte lieferte als über den Schlichtemittelauftrag auf das Mischvlies.

Das Projektziel wurde erreicht.

Danksagung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 20092 N/1 / N/2 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.

Unser Dank gilt außerdem folgenden Firmen

- baumhueter extrusion GmbH
- Brose Fahrzeugteile GmbH & Co KG
- CarboNXT GmbH
- Recyclingfasern CFK Valley
- Elring Klinger AG
- M&A Dieterle Maschinen- & Apparatebau GmbH
- Fiber Engineering GmbH
- FIBTEX GmbH
- HBW Gubesch Thermoforming GmbH
- Robatech GmbH
- Schill + Seilacher GmbH
- Textechno Herbert Stein GmbH & Co. KG
- WingsAndMore GmbH & Co. KG

für die freundliche Unterstützung.

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

Ansprechpartner

PD Dr.-Ing. Thomas Stegmaier, Thomas.Stegmaier@ditf.de