AiF-Forschungsvorhaben Nr. 17411 N

Stoffliches Recycling von Wood-Polymer Composites (WPC, Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffen) am Beispiel von Terrassendielen

Durchgeführt von:
Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI)
Bienroder Weg 54 E, 38108 Braunschweig
Projektleiter: Dr. Arne Schirp
Laufzeit: 01.09.2012 bis 31.08.2015

Wood-Polymer Composites (WPC) bzw. Holz-Polymer-Werkstoffe bestehen aus lignocellulosehaltigen Partikeln und thermoplastisch verarbeitbaren Kunststoffen (DIN EN 15534-1, 2014). WPC können aufgrund der thermoplastischen Komponente wieder zermahlen und extrudiert werden. Die stoffliche Kaskadennutzung von WPC ist Thema dieses Projektes. Trennung, Sortierung, Wiederaufbereitung und Wiederverwertung von WPC wurde bisher wenig untersucht.

Die im Projekt verwendeten vorgealterten WPC-Terrassendeckings aus industrieller Herstellung auf Basis von PE, PP und PVC ließen sich problemlos aufarbeiten und sortenrein erneut zu Profilen extrudieren, wobei Mischungen von Frisch- und Gebraucht-WPC verwendet wurden. Mit dem Zeitpunkt der erneuten Extrusion der WPC wurde die erste Recyclingstufe durchlaufen und die Profile einer Prüfserie unterzogen. Die Profile mit 100% Gebraucht-WPC erfüllten nach der Extrusion die Anforderung an die Wasseraufnahme (max. 7%), bis auf die Variante mit PP als Matrix. Hier wurde die Anforderung mit 8,2% leicht überschritten. Bei allen PVC-basierten WPC wurde weniger als 6% Wasseraufnahme erreicht. Bei den PE-basierten WPC wurde tendenziell eine Verringerung der Massezunahme mit Reduzierung des Frischanteils festgestellt, wobei nur im Fall der Profile mit 0% Frischanteil die Anforderung erfüllt wurde. Die Anforderungen an die Biegeeigenschaften wurden nach der Extrusion (erste Recyclingstufe) von allen Rezepturen erfüllt, bis auf die PP-basierten Profile mit 100% Gebraucht-WPC-Anteil.

Nach einer 1,5-jährigen Freibewitterung wurden erneut Prüfungen an den WPC-Deckings durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass alle PVC-basierten WPC sowie die PP-basierten WPC mit 100% und 95% Frischanteil weniger als 7% Wasser aufnahmen. Alle PE-basierten WPC nahmen nach der Freibewitterung mehr als 7% Wasser auf. Die Anforderungen an die Biegeeigenschaften wurden wiederum von allen Rezepturen erfüllt, bis auf die PP-basierten Profile mit 100% Gebraucht-WPC-Anteil.

Die Anforderung an die Beständigkeit gegen Schlagbeanspruchung durch Fallbolzen wurde von allen Varianten sowohl vor als auch nach der Freibewitterung erfüllt.

Die Anforderung an die Farbveränderung ΔE (max. 10 gemäß der Qualitäts- und Prüfbestimmungen zur Produktionskontrolle von Terrassendecks aus Holz-Polymer-Werkstoffen) wurde nur von den PE-basierten WPC erreicht, und zwar sowohl vor als auch nach der Freibewitterung. Bei der Extrusion mit gebrauchten WPC erfolgte keine erneute Additivierung mit UV-Schutzmitteln, Pigmenten oder thermischen Stabilisatoren, insofern ist davon auszugehen, dass nach einer entsprechenden Additivierung bessere Ergebnisse in Bezug auf die Farbstabilität erzielt werden können, insbesondere für die WPC auf Basis von PP und PVC.

Ein Vergleich der Ergebnisse für die WPC mit unterschiedlichen Matrizes (PE, PP, PVC) ist aufgrund der unterschiedlichen Bedingungen bei der Voralterung nicht möglich, jedoch konnten in diesem Projekt Tendenzen innerhalb der Serien, die mit steigenden Anteilen von Gebraucht-WPC extrudiert wurden, aufgezeigt werden. Insgesamt kann festgestellt werden, dass gebrauchte WPC zur Herstellung von neuen WPC-Profilen grundsätzlich geeignet erscheinen. Weitere Prüfungen von extrudierten Profilen auf Basis von Rezyklat gemäß der Anforderungen in DIN EN 15534-4 (z. B. Kriechverhalten, Feuchtebeständigkeit unter zyklischen Bedingungen) sind durchzuführen, um das Eigenschaftsprofil von WPC-Terrassendielen auf Basis von gebrauchten WPC zu vervollständigen.

Die Firma KS-Kunststofftechnik in Bad Münstereifel verwendete WPC-Regranulate aus internen Produktionsabfällen der im PA vertretenen WPC-Hersteller, um hiermit Bau- und Infrastrukturprodukte herzustellen. Pro Rezyklat-Typ wurden von den WPC-Herstellern jeweils 500-1000 kg Material zur Verfügung gestellt. Im Fall der PP-basierten WPC waren ca. 60% Holzpartikel enthalten, bei den PE-basierten ca. 70% und bei den PVC-basierten ca. 57%. Die WPC-Regranulate wurden als Substitut für das normalerweise verwendete Material aus dem Dualen System Deutschland eingesetzt. Die WPC-Regranulate wurden im Extruder aufgeschmolzen und ohne Druck in Werkzeuge gefüllt. Bei Zumischung von 1/3 WPC zum herkömmlich verwendeten Material aus dem „gelben Sack“ wurden erfolgreich Bauzaunfüsse hergestellt, wobei mit einer Reduzierung des WPC-Anteils auf 15-20% bessere Ergebnisse erzielt wurden.

Mittels Design of Experiments (DOE) wurde untersucht, wie sich die Zumischung von Additiven zur Stabilisierung von WPC-Rezyklat auf die Eigenschaften der Materialien auswirkt und wie gut die Mischbarkeit von WPC-Rezyklat auf Basis verschiedener Polymere ist. Mittels Differential Scanning Calorimetry (DSC) wurde die oxidative Induktionszeit (OIT) der WPC mit Rezyklat ermittelt. Die Verwendung von WPC-Rezyklat auf Basis von PE wies geringen Einfluss auf die

OIT-Werte auf. Bei den PP-basierten WPC wurde die OIT bei Verwendung von Rezyklat dagegen von 22 auf 8 Minuten reduziert.

Mit Spectral Imaging im Nahen Infrarot konnte sowohl die Klassifikation von WPC aus verschiedenen Kunststofftypen als auch deren automatische Sortierung demonstriert werden. Das miniaturisierte Spektroskop eignet sich perspektivisch für Schnellanalysen von Proben, unter der Voraussetzung, dass diese eine ebene Oberfläche aufweisen und von allen zu klassifizierenden Proben Lerndatensätze zur Verfügung stehen. Mit der am Fraunhofer WKI vorhandenen Sortieranlage können bereits jetzt Sortiervorgänge unter günstigen Bedingungen demonstriert werden, auch wenn spektrale und räumliche Auflösung noch weiter verbessert werden sollten.

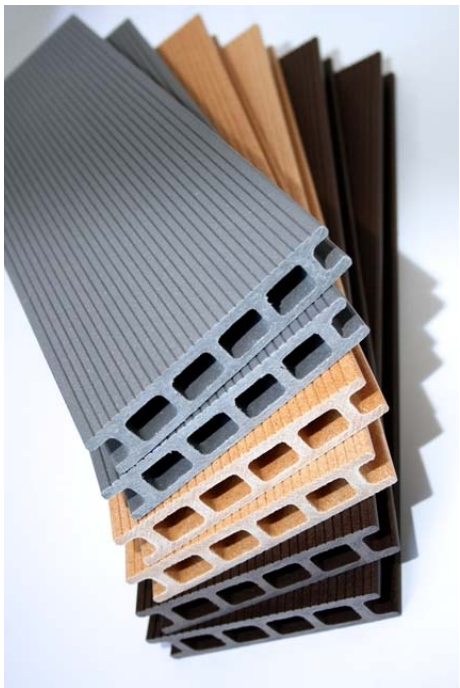

Abbildung: Extrudierte Terrassendielen auf Basis von WPC aus industrieller Herstellung und mit Rezyklatanteil.

Abbildung: Aufbau der extrudierten Terrassendielen für die Freibewitterung.

Abbildung: Bauzaunfüsse mit 1/3 WPC-Rezyklatanteil (PP-Basis).

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 17411 N der Forschungsvereinigung Internationaler Verein für Technische Holzfragen e.V. (iVTH) 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.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Der vollständige Bericht kann bestellt werden bei:

Internationaler Verein für Technische Holzfragen e.V. (iVTH)

Bienroder Weg 54 E

38108 Braunschweig