

IGF-Forschungsvorhaben Nr. 17434 BR

Laufzeit: 01.03.2012 – 28.02.2014

gefördert durch das BMWi aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages über die



Entwicklung eines Recyclingverfahrens für Reststoffe aus der Papiererzeugung zur Herstellung von Biover- bundstoffen

Schlussbericht

März 2014

Technische Universität Dresden
Professur für Papiertechnik

Prof. Dr.-Ing. Harald Großmann
Projektbearbeiter:
Dr.-Ing. Matthias Wanske
Paul-Gerhard Weber

Technische Universität Dresden
Professur für Holz- und Faserwerk-
stofftechnik

Prof. Dr.-Ing. André Wagenführ
Projektbearbeiter:
Frank Jornitz
Sebastian Siwk

Technische Universität Chemnitz
Professur Strukturleichtbau und
Kunststoffverarbeitung

Prof. Dr.-Ing. habil Lothar Kroll
Projektbearbeiter:
Soňa Bürgermeister

Zusammenfassung:

Produkte aus Naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK) stellen weltweit einen Wachstumsmarkt dar. Vor allem in Nordamerika und China entwickelt sich der Absatz solcher Produkte rasant. Die wesentliche Ressource für die benötigten Naturfasern in Wood-Polymer-Composite (WPC) sind Abfälle aus der Holzverarbeitenden Industrie (Sägewerke) in Form von Holzmehl. Der Wettbewerb um diesen vielseitig einsetzbaren Rohstoff hat sich zuletzt deutlich verschärft.

Dagegen besteht für viele kleine und mittlere Papierhersteller, welche Altpapier recyceln, das Problem der Entsorgung der Reststoffe aus der Altpapieraufbereitung. Oft müssen solche Reststoffe einem Entsorgungsunternehmen teuer übergeben werden.

Das Forschungsprojekt beschäftigt sich mit der stofflichen Nutzung solcher Reststoffe aus der Papierherstellung in Naturfaserverstärkten Kunststoffen, welche allgemein als Paper-Polymer Composites (PPC) bezeichnet werden können.

Durch eine Nutzung der Reststoffe bei der Herstellung von Composites ergeben sich folgende Vorteile:

- monetäre Entlastung der Papierhersteller durch die stoffliche Verwertung;
- geringerer Einsatz petrochemischer Kunststoffe in den Faserverbundwerkstoffen durch Fasersubstitution;
- gezielte Steuerung der Eigenschaften der PPC durch die Reststoffaufbereitung und Reststoffauswahl

Im Rahmen des Projektes wurden die Reststoffe unterschiedlicher Papierfabriken untersucht, wobei Grobrejekte, Fangstoffe und Deinkingabfälle in den Untersuchungen berücksichtigt wurden. Die gesammelten Reststoffe wurden getrocknet, mit Kunststoffen compoundingiert und granuliert und dann labormäßig im Spritzgussverfahren zu Prüfkörpern weiterverarbeitet.

Die Zusammenarbeit des Instituts für Holz- und Papiertechnik an der TU Dresden mit dem Institut für Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung an der TU Chemnitz ermöglichte die Durchführung der erforderlichen Arbeiten vom Reststoff bis zum fertigen Demonstrator aus Naturfaserverstärktem Kunststoff, also die Abbildung der gesamte Prozesskette.

Die Demonstratoren bilden die Basis zur Identifikation neuer Einsatzfelder solcher Werkstoffe bzw. zur Eignungsprüfung für bereits bekannte Einsatzgebiete.

Das Forschungsziel wurde erreicht.

Danksagung

Das Forschungsvorhaben IGF-Nummer 17434BR wurde durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. mit finanziellen Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie gefördert. Dafür sei an dieser Stelle gedankt.

I Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangssituation (Markt und Rohstoffe)	5
2	Stand der Technik	7
2.1	Verbundwerkstoffe	7
2.2	Fasern.....	8
2.3	Polymermatrix.....	9
2.4	Interface.....	10
2.5	Naturfaserverstärkter Kunststoff, Wood Plastic Composite und Paper Polymer Composite.....	10
2.6	Herstellungsprozess	11
3	Projektentwicklung, Probenmaterial und Versuchsdurchführungen	13
3.1	Gliederung des Forschungsprojektes in Arbeitspaketen	13
3.2	Projektbegleitender Ausschuss (PbA) und Vorhabenbezogene Aufwendungen der Wirtschaft (vAW).....	13
3.3	Probenmaterialien, Aufbereitungsschritte und Versuchsdurchführungen.....	14
3.3.1	Probenmaterialien.....	14
3.3.2	Aufbereitungsschritte	17
3.3.3	Materialprüfungen an Papierreststoffen.....	20
3.3.4	Prüfung der Werkstoffeigenschaften	20
4	Forschungsergebnisse und Diskussion	21
4.1	Faserstoff- und Prüfblatteigenschaften der Reststoffe aus der Papierherstellung (AP1 und AP2).....	21
4.2	Compoundierung im Heizkühlmischer und Herstellung von WPC/PPC-Prüfkörpern (AP3 und AP4)	23
4.3	Bestimmung der Eigenschaften der Verbundwerkstoffe (AP5).....	25
4.4	Evaluierung geeigneter Materialkombinationen und deren Verarbeitung im Technikums-Maßstab (AP6 und AP7)	27
4.4.1	Recyclingversuche mit PPC-Werkstoffen	27
4.4.2	Verarbeitung der PPC-Werkstoff in Platten-Extrusion	29
4.5	Abmusterungsversuche in der Kunststoffindustrie und Herstellung von Demonstratoren (AP8 und AP9)	31
5	Darstellung des wissenschaftlich-technischen und wirtschaftlichen Nutzens der erzielten Ergebnisse	32
6	Umsetzung der Projektergebnisse in die Wirtschaft	34

II Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Marktentwicklung WPC-Produkte	5
Abb. 2:	Papier- und WPC-Markt als Spannungsfelder	6
Abb. 3:	Überblick Reststoffe der Papierproduktion, deren Menge und Anfallstellen im Herstellungsprozess	7
Abb. 4:	Einteilung der Verbundwerkstoffe	8
Abb. 5:	HKM und Extruder	12
Abb. 6:	Pelletierer/ Granulierer	12
Abb. 7:	Probennahmen von Reststoffen in ausgewählten Papierfabriken	14
Abb. 8:	Prozesstechnische Darstellung der Trocken-Aufbereitungsverfahren	16
Abb. 9:	Darstellung des Herstellungsprozesses PPC	17
Abb. 10:	Materialprüfung der Prozesskette PPC	19
Abb. 11:	Materialuntersuchungen parallel zu den Prozessstufen	20
Abb. 12:	Arbeitsabläufe PPC-Herstellung (Labor)	23
Abb. 13:	Heiz-Kühl-Mischer M 35 Fk/KMV 60 links und Granulierer rechts	24
Abb. 14:	Minijet Spritzgussmaschine und Wirkprinzip	25
Abb. 15:	Vergleich der Eigenschaften ausgewählter Verbundwerkstoffe	25
Abb. 16:	WPC/PPC Vergleich - Zugfestigkeit und Zug-E-Modul	26
Abb. 17:	WPC/PPC-Vergleich: Biegefestigkeit und Masseänderung in 24 h	26
Abb. 18:	Ablauf des Recyclingversuches PPC-Werkstoffe	27
Abb. 19:	Oberflächengüte der Prüfkörper 0.-3. Zyklus und Granulat des ursprüngliche Compounds im Vergleich zum Mahlgut des 3. Zyklus	28
Abb. 20:	Zugversuch - Einfluss der Recyclingzyklen	28
Abb. 21:	Schlagzähigkeitsversuch - Einfluss der Recyclingzyklen	29
Abb. 22:	Fließverhalten von PPC mit Extrusionsdüse 350 x 2,35 mm	30
Abb. 23:	Fließverhalten der PPC-Schmelze in Abhängigkeit vom Düsenpalt	30
Abb. 24:	Muster von Spritzgussteilen aus der Projektarbeit	32
Abb. 25:	Vergleich des Energiebedarfs der Trocknungsverfahren A3 und A5	33
Abb. 26:	Vergleich des Energiebedarfs ausgewählter Compounds	33

III Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Mechanische Eigenschaften von Holzfasern und anderen Naturfasern im Vergleich zur Glasfaser, aus [6], [8], [9].....	9
Tab. 2:	Vergleich ausgewählter Eigenschaften von PP und CAB, aus [29].....	16
Tab. 3:	Parameter zur Probekörper-Herstellung abhängig vom Matrixpolymer.....	18
Tab. 4:	Faserstoff- und Prüfblatteigenschaften der Reststoffe aus der Papierherstellung ausgewählter Papierfabriken	21
Tab. 5:	Ausgewählte Versuchsreihen zur WPC/ PPC-Herstellung	24
Tab. 6:	Extrusionsparameter beim Einschneckenextruder Collin Typ E 20Px30D bei Variation der Düsenpaltdicke	30
Tab. 7:	Herstellungskosten in ct/kg für PPC 30 FS/70 PP	34
Tab. 8:	Transfermaßnahmen	34
Tab. 9:	Nutzen der Forschungsergebnisse für die Zielgruppen	35