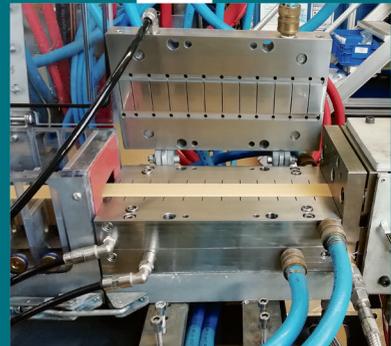


Naturfaserverstärkte, bio-basierte Polymerschäume und kompakte Profile



© SKZ



© SKZ

Entwicklung von Halbzeugen aus
phys. geschäumten WPCs auf Bio-PE-
und PLA-Basis für den Leichtbausektor

Serhiy Yatsenko, Christian Bethke, Justus Kuhnigk, Johannes Rudloff, Benjamin Baudrit,
Thomas Hochrein, Holger Ruckdäschel, Martin Bastian

SKZ – Das Kunststoff-Zentrum (Herausgeber)

Naturfaserverstärkte, bio-basierte Polymerschäume und kompakte Profile

Entwicklung von Halbzeugen aus phys. geschäumten
WPCs auf Bio-PE- und PLA-Basis für Leichtbausektor

1. Auflage

SKZ – Forschung und Entwicklung

SKZ – Das Kunststoff-Zentrum (Hrsg.)

**Naturfaserverstärkte, bio-basierte Polymerschäume
und kompakte Profile**

Entwicklung von Halbzeugen aus phys. geschäumten WPCs auf
Bio-PE- und PLA-Basis für Leichtbausektor

Shaker Verlag
Düren 2022

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Die Autoren:

Serhiy Yatsenko
Christian Bethke
Justus Kuhnigk
Dr. Johannes Rudloff
Dr. Benjamin Baudrit
Dr. Thomas Hochrein
Prof. Dr.-Ing. Holger Ruckdäschel
Prof. Dr.-Ing. Martin Bastian

Copyright Shaker Verlag 2022

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-8826-7

ISSN 2364-754X

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren
Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Danksagung

Das Vorhaben 20847 N der Forschungsvereinigung Fördergemeinschaft für das Süddeutsche Kunststoff-Zentrum e.V. (FSKZ) wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ (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 Klimaschutz**

**aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages**

Ebenso gilt unser Dank den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses für die hilfreichen Anregungen und lebhaften Diskussionen bei den Ausschusstreffen. Darüber hinaus möchten wir uns bei allen Firmen bedanken, die uns mit Materialspenden unterstützt haben.

Kurzfassung

Das Ziel der Forschungsarbeiten war die Entwicklung von geschäumten WPC-Platten auf Basis von Bio-Polyethylen (Bio-PE) bzw. Polylactide (PLA). Die Dichte der WPC-Schaum-Profile sollte hierdurch auf das Niveau von Span- bzw. Faserplatten (500 – 800 kg/m³) reduziert werden. Gleichzeitig wurden die biobasierten WPC-Rezepturen hinsichtlich ihrer Eignung für die Kompaktextrusion von Hohl- und Vollprofilen untersucht. Hierfür wurden drei verschiedene Bio-PE und ein PLA Typ ausgewählt und mit unterschiedlichen Anteilen von verschiedenen Holzfasern gemischt. Die ausgewählten WPC-Rezepturen wurden compoundingiert und anschließend auf das Extrusionsverhalten zu kompakten Profilen und das Schäumverhalten untersucht. Die umfangreichen Untersuchungen zeigten, dass für die Kompakt- und die Schaumextrusion unterschiedliche Holzanteile benötigt werden. Bei einem geschäumten Vollprofil lag der optimale Holzanteil < 40 Gew.-%, um einen hohen Aufschäumgrad und eine niedrige Dichte zu erreichen. Bei einem kompakten Vollprofil dagegen lag der optimale Holzanteil \geq 60 Gew.-%, um ein gutes Extrusionsverhalten zu gewährleisten.

Abstract

The aim of the research work was to develop foamed WPC panels based on bio-polyethylene or polylactide. The density of the WPC foam profiles was to be reduced to the level of particleboard or fibreboard (500 - 800 kg/m³). At the same time, the bio-based WPC formulations were investigated regarding their suitability for compact extrusion. For this purpose, three different bio-PE and one PLA type were selected and mixed with different contents of different wood fibres. The selected WPC formulations were compounded and then investigated for their extrusion behaviour into compact profiles and their foaming behaviour. The extensive investigations showed that different contents of wood are required for compact and foam extrusion. For a foamed profile, the optimal wood content was < 40 wt% to achieve a high degree of foaming and a low density. For a compact profile, on the other hand, the optimal wood content was ≥ 60 wt% to ensure good extrusion behaviour.

Projektsteckbrief	III
1 Einleitung	1
1.1 Anlass für Forschungsvorhaben.....	1
1.2 Problemstellung	1
1.3 Zielsetzung.....	2
2 Stand der Technik	3
2.1 Biopolymere.....	3
2.2 Naturfaserverstärkte Kunststoffe	3
2.3 WPC Extrusionstechnologie.....	4
3 Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels	6
4 Durchgeführte Arbeiten	7
4.1 AP1: Materialauswahl, Beschaffung und Compoundierung	7
4.1.1 AP1.1 Festlegung der Rezepturen und Materialbeschaffung	7
4.1.2 AP1.2 Compoundierung der Versuchsmaterialien	7
4.2 AP2: Screening-Versuche.....	8
4.2.1 AP2.1 Materialspezifische Analysen.....	8
4.2.2 AP2.2 Schäumen im Autoklav	9
4.3 AP3: Kompaktextrusion	9
4.3.1 AP3.1 Profillextrusion zur Untersuchung des Extrusionsverhaltens.....	9
4.3.2 AP3.2 Kompakte Platten Extrusion.....	10
4.4 AP4: Schaumherstellung im technischen Maßstab.....	10
4.4.1 Schaumextrusion	10
4.4.2 Schaummorphologie.....	11
4.5 AP5: Up-Scale Extrusion von geschäumten WPC-Platten bzw. erweiterte Untersuchungen im technischen Maßstab.....	11
4.6 AP6: Festlegung von Rezepturen und Konfigurationen für die Demonstratoranlagen und Herstellung von Demonstratorplatten	11
4.7 AP7: Material und Bauteilcharakterisierung	12
4.7.1 AP7.1: Bestimmung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen	12
4.7.2 AP7.2: Bestimmung der Bauteileigenschaften.....	12
4.8 AP8: Wirtschaftlichkeit, Wettbewerbsfähigkeit und Umweltbewertung	12
4.8.1 Durchführung der Ökobilanzierung in Anlehnung an ISO1404/44 ...	12
4.8.2 Durchführung Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	17
5 Diskussion der Ergebnisse	18
5.1 AP1: Materialauswahl, Beschaffung und Compoundierung	18
5.1.1 AP1.1 Festlegung der Rezepturen und Materialbeschaffung	18
5.1.2 AP1.2 Compoundierung der Versuchsmaterialien	18

5.2	AP2: Screening-Versuche	23
5.2.1	AP2.1 Materialspezifische Analysen	23
5.2.2	AP2.2 Schäumen im Autoklav	27
5.3	AP3: Kompaktextrusion	32
5.3.1	AP3.1 Profilextrusion zur Untersuchung des Extrusionsverhaltens	32
5.3.2	AP3.2 Kompakte Platten Extrusion	34
5.4	AP4: Schaumherstellung im technischen Maßstab	35
5.5	AP5: Up-Scale Extrusion von geschäumten WPC-Platten bzw. erweiterte Untersuchungen im technischen Maßstab	36
5.6	AP6: Festlegung von Rezepturen und Konfigurationen für die Demonstratoranlagen und Herstellung von Demonstratorplatten	40
5.6.1	Geschäumte WPC-Platten	40
5.6.2	Kompakte WPC-Profilen	40
5.7	AP7: Material und Bauteilcharakterisierung	41
5.7.1	AP7.1: Bestimmung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen	41
5.7.2	AP7.2: Bestimmung der Bauteileigenschaften	45
5.8	AP8: Wirtschaftlichkeit, Wettbewerbsfähigkeit und Umweltbewertung	50
5.8.1	Ergebnisse der Ökobilanzierung in Anlehnung an ISO1404/44	50
5.8.2	Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	63
6	Zusammenfassung	65
6.1	Kompaktextrusion	65
6.2	Schäumversuche	65
6.3	Ökobilanzierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	66
7	Literaturverzeichnis	67