



Maximilian Richters, M.Sc.

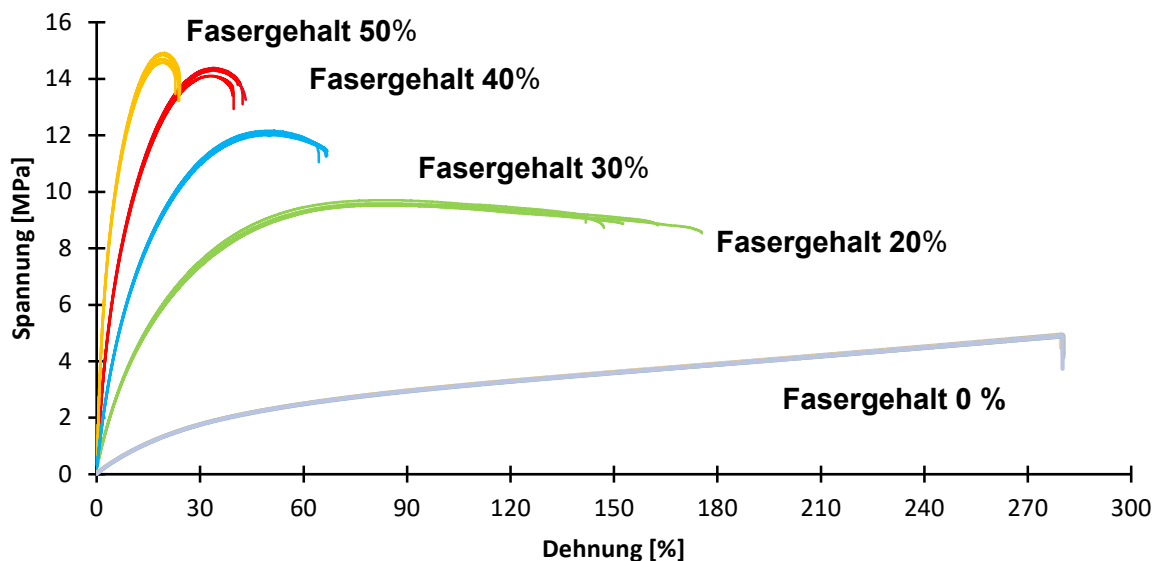
Herstellung und Charakterisierung von Wood-Plastic-Composites (WPC) mit einer Matrix aus thermoplastischen Polyurethanen (TPU) zur Erzeugung Holz-WPC-Verbundstrukturen

Wood-Plastic-Composites (WPC) sind seit Jahren fester Bestandteil der kunststoffverarbeitenden Industrie. Der Verbundwerkstoff ist eine Kombination aus Holzfasern und einer Kunststoffmatrix, sodass verbesserte mechanische sowie optische Eigenschaften und eine gesteigerte Witterungsresistenz erzielt werden können. Grundsätzlich werden WPC auf Basis einer kostengünstigen Thermoplastmatrix, wie z. B. Polypropylen oder Polyethylen, extrudiert oder spritzgegossen. Die Herstellung eines WPC auf Basis eines Thermoplastischen Elastomers (TPE) ist bisher in nur sehr geringem Maße erforscht. Diestel et. al. und Nagatani et. al. beschreiben das Pressen von WPC auf Basis einer Matrix aus thermoplastischem Polyurethan (TPU) bzw. thermoplastischen Vulkanisaten (TPV). Eine Untersuchung zur Spritzgießtechnologie von WPC mit TPU-Matrix ist bis dato nicht bekannt. Diese Forschungslücke soll in diesem Forschungsvorhaben geschlossen werden, sodass ein kostengünstiges und einfach verarbeitbares WPC mit guten optischen, haptischen und mechanischen Eigenschaften (Dämpfungsverhalten) sowie hohem Recyclingpotential generiert und der kunststoffverarbeitenden Industrie zur Verfügung gestellt werden kann.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines neuen Werkstoffes in der Materialklasse Wood-Plastic-Composite sowie die Charakterisierung der Materialeigenschaften für eine erfolgreiche Anwendung im Spritzgießprozess. Insbesondere das Fließverhalten des holzfaserverstärkten, thermoplastischen Elastomers sowie die Einstellung der Faserlängenverteilung und der Faserorientierung können hierbei als charakteristische Größen für einen erfolgreichen Spritzgießprozess eruiert werden. Zusätzlich wird eine umfassende Untersuchung hinsichtlich des Recyclings von Holzfasern (z. B. Spanplatten o. ä.), TPU sowie WPC durchgeführt und der daraus folgende Einfluss auf die Produktqualität quantifiziert. Um abschließend eine Holz-WPC-Verbundstruktur für die Anwendung in der Möbelbranche, im Automotive oder der Sportindustrie zu ermöglichen, ist eine ausgiebige Untersuchung der Oberflächencharakteristika unabdingbar.

Mittels eines gleichsinnig drehenden Doppelschneckenextruders wurden zwei Holzfasertypen in ein Ester- und Ether-basiertes TPU eingearbeitet. Hierbei wurden Fasergehalte zwischen 10 – 50 Ma-% realisiert. Anhand von nachgelagerte Spritzgießuntersuchungen wurde gezeigt, welche Spritzgießparameter einen signifikanten Einfluss auf die mechanischen Kennwerte im Zugversuch und Kerbschlagbiegeversuch haben. Es konnte gezeigt werden, dass die Massetemperatur einen entscheidenden Einfluss auf die erzielbaren mechanischen Kennwerte hat. Des Weiteren zeigten die mechanischen Untersuchungen, dass eine signifikante Festigkeits- und Steifigkeitssteigerung mit steigendem Fasergehalt ohne

Haftvermittler möglich ist. Dies lässt sich auf die Zusammensetzung der Repetiereinheiten der TPU-Molekülketten begründen. Im Gegensatz zu PP oder PE haben TPU polare Eigenschaften. Daher kann eine gesteigerte Faser-Matrix-Haftung postuliert werden, welche sich in der mechanischen Kennwertsteigerung widerspiegelt.



Mechanische Kennwerte eines holzgefüllten TPU in Abhängigkeit des Fasergehalts

Neben den Untersuchungen zum Einfluss der Prozessgrößen auf die mechanischen Eigenschaften, wurden Untersuchungen zum Schwindungsverhalten von holzgefüllten TPU durchgeführt und evaluiert, wie die Faserfunktionalisierung der TPU zu einer Minderung des Schwindungsverhaltens führt.

Ein weiterer Schwerpunkt der folgenden Untersuchungen ist die Detektion, der für WPC bekannten Entmischungsvorgänge und Fließanomalien. Bei hohen Fließweglängen neigen WPC zu einer Entmischung, sodass ein gesteigerter Fasergehalt am Ende des Fließwegs resultiert. Anhand einer Soxhlet-Apparatur wird in Abhängigkeit der Fließweglänge der Fasergehalt bestimmt und evaluiert inwiefern holzgefüllte TPU zu Entmischungsphänomenen neigen.

Zur Detektion des Faser- und Matrixabbaus während des Recyclings werden Probekörper spritzgegossen, zerkleinert und anschließend dem Spritzgießprozess zugeführt. Dadurch kann ein Rückführen von Ausschussware oder Angussystemen simuliert werden. Neben diesen Untersuchungen wird evaluiert, inwiefern sich Reststoffe aus der Holzverarbeitung (OSB, Spanplatte) für die Einarbeitung in TPU eignen. Hierbei wird ein Fokus auf den eingesetzten Plattenklebstoff gesetzt und untersucht, inwiefern dieser die mechanischen Eigenschaften beeinflusst.

Auf Basis der Untersuchungen wird anschließend eine Mehrkomponenten-Struktur im Spritzgießprozess sowie durch eine Klebung hergestellt. Diesbezüglich werden zunächst die Oberflächeneigenschaften der Edukte untersucht und evaluiert, wie diese Eigenschaften für eine mehrkomponentige Struktur verbessert werden können. Abschließend werden die mechanischen Eigenschaften des Hart-/Weich-Verbunds modelliert.

Danksagung

Dieses Projekt wird im Rahmen des NRW Forschungskollegs „Leicht – Effizient – Mobil Energie- und kosteneffizienter Extremleichtbau mit Hybridwerkstoffen“, einem inter- und transdisziplinären Forschungszusammenschluss an der Universität Paderborn, durchgeführt. Wir danken dem Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen für die Förderung dieses Kollegs.