



Neue Rayon-basierte Verbundwerkstoffe



Fraunhofer Institut
Angewandte
Polymerforschung

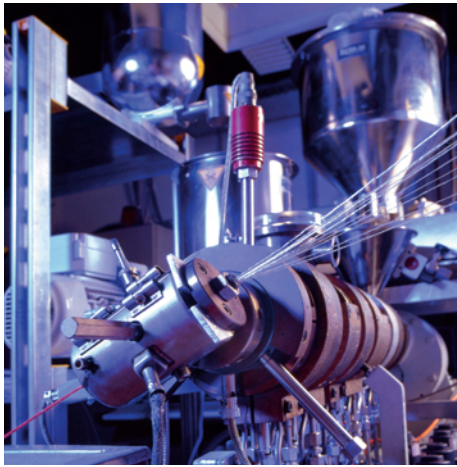


Fraunhofer Institut
Chemische Technologie



Fraunhofer Institut
Werkstoffmechanik

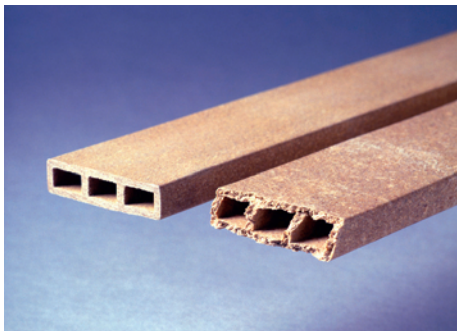
Neue schlagzähe Verbundmaterialien



Entwicklungsziel

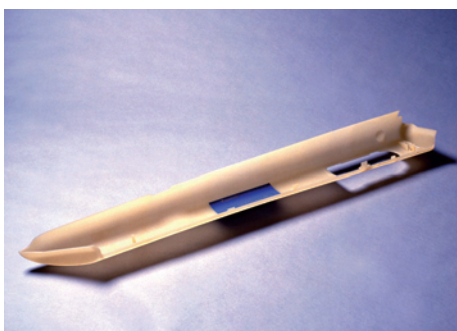
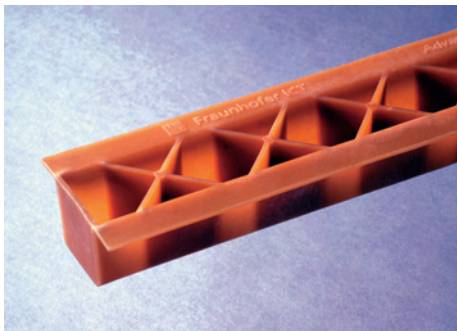
Ausgangspunkt ist der zunehmende Bedarf an leichten, kostengünstigen technischen Kunststoffen (engineering plastics), insbesondere im Fahrzeugbau, und die angestrebte Vereinheitlichung des Polymersortiments mit dem Schwerpunkt auf Polypropylen.

Die Werkstoffentwicklung orientiert sich an den technischen Parametern und Einsatzgebieten von glasfaserverstärkten Polymeren, insbesondere Polypropylen, bzw. von technischen Kunststoffen wie ABS oder PC/ABS.



Realisierung

Der gewählte Ansatz ist die Entwicklung neuer faserverstärkter Verbundmaterialien aus der Kombination einer preisgünstigen thermoplastischen Matrix (z.B. Polypropylen) und einer hochfesten technischen Cellulosefaser (Rayon-Reifencord) als Verstärkungskomponente. Unter Federführung des Instituts für Angewandte Polymerforschung (IAP) arbeiten das Institut für Chemische Technologie (ICT) und das Institut für Werkstoffmechanik Halle (IWMH) an der Entwicklung des Materials, sowie geeigneter Herstellungs- und Verarbeitungsmethoden. Die Allianz der drei Institute schafft eine einzigartige Bündelung umfangreicher Kompetenzen auf den Gebieten Cellulosefasern, Polymertechnik, Fertigungstechnik sowie Werkstoff- und Bauteilbewertung.



Vorteile von PPRayCo

Als ein Ergebnis der Materialentwicklung liegt die spritzgießfähige Basistype PPRayCo25 (siehe beigefügtes Datenblatt) eines Polypropylen-basierten

Werkstoffs vor, der sich durch eine ausgeprägt schlagzähe Charakteristik (auch bei tiefen Temperaturen), hohe Festigkeit und Dauerwechselfähigkeit und, im Vergleich zur Glasfaserverstärkung, geringere Dichte, verbessertes Recycling, verbesserte Entsorgbarkeit und geringere Abrasivität an den Verarbeitungsmaschinen auszeichnet. Vom Basistyp ausgehend gestatten gezielte Modifikationen der Rezeptur die Anpassung einzelner Eigenschaften an die Erfordernisse der geplanten Anwendung. So können z.B. Steifigkeit, Wärmeformbeständigkeit und Brennverhalten durch geeignete Zusätze und/ oder Variation der Faserart verbessert werden. Bei geschickter Wahl der Zusammensetzung können Festigkeit und Impactverhalten auf hohem Niveau gehalten werden. Neben Polypropylen wurde die Eignung cellulosischer Spinnfasern für die Verstärkung anderer Matrices, wie Polyethylen (PERayCo), impactmodifiziertes Polystyrol (HIPS-RayCo) und Polymilchsäure (PLARayCo) nachgewiesen.

Anwendungen

Angestrebt wird unter anderem der Einsatz dieser neuen Verbundmaterialien in höher belastbaren Fahrzeugteilen (Armaturenräger, Brüstungsteile) aus der Spritzguss- und Direktverarbeitung, Sandwich-Konstruktionen für Leichtbau-Fahrzeugbeplankungen aus der Profilextrusion, sowie als Gehäusekomponenten in der Elektro- und Elektronikindustrie. PPRayCo lässt sich auf herkömmlichen Spritzgießanlagen zu Bauteilen mit komplexen Geometrien und Rippenstrukturen verarbeiten. Es eröffnen sich Möglichkeiten der Substitution von handelsüblichen Kunststoffen in der Lehrmittel- und Spielzeugindustrie, sowie für den Einsatz der Materialien bei Produkten für den Anlagenbau.

Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren

Granulatherstellung für Spritzgussanwendungen

Zur Herstellung von spritzgussfähigem Granulat wurde im Fraunhofer IAP ein zweistufiges Pultrusionsverfahren entwickelt, das eine optimale Dispergierung der Fasern in der Matrix gewährleistet und hochgradig homogene Compounds liefert. Im ersten Schritt werden die cellulosischen Endlos-Fasern mit der im Extruder aufgeschmolzenen Mischung von Polymermatrix und Haftvermittler (MAPP) mit Hilfe einer speziell entwickelten Düse ummantelt (siehe Abbildung). Nach der Abkühlung des entstehenden Stranges im Wasserbad wird dieser auf einem Laborgranulator zu Pellets von 3 mm bis 6 mm Länge (einstellbar) geschnitten und das erhaltene Granulat getrocknet. In einem zweiten Verfahrensschritt erfolgt die Homogenisierung des Compounds auf einem gleichlaufenden Zweischneckenextruder, der mit geeigneten Misch- und Knetelementen versehen ist. Nach Granulierung und Trocknung entsteht so das spritzgussfähige PPRayCo Granulat. Grundlegende Untersuchungen zu diesem neuen Material erfolgten über die Abhängigkeit der mechanischen und thermo-mechanischen Eigenschaften vom Faseranteil, von der Schnittlänge der Fasern, von der Art und dem Anteil des Haftvermittlers und von der Art des Basispolypropylens (Homopolymer, Copolymer, Extrusionstyp, Spritzgusstyp). Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Verstärkungswirkung der Reifencord-Fasern und insbesondere deren Wirkung als Schlagzäh-Modifikatoren als sehr robust gegenüber Variationen des Matrix- und des Haftvermittlertyps erweist. Höhere Faseranteile verbessern Festigkeiten, Moduli und, was oft bei Naturfaser-verstärkten Materialien nicht der Fall ist, die Schlagzähigkeit.

Agglomerieren für Profilextrusion und Spritzguss

Ein Ziel der Arbeiten besteht in der Entwicklung preiswerter und hoch beanspruchbarer Hohlkammerprofile auf der Basis von technischen Cellulosespinnfasern und Kunststoffen. Die kontinuierliche Fertigung der Hohlkammerplatten mittels Extrusion erfolgt am Fraunhofer IWMH auf einer industriekompatiblen Faserextrusionsanlage, die aus einem konisch gegenläufigen Doppelschneckenextruder der Firma Cincinatti sowie Nachfolgeeinrichtungen für die Kalibrierung der Profile besteht. Durch nachträgliches Ausschäumen der Hohlkammern werden eine weitere Erhöhung der mechanischen Tragfähigkeit sowie gute Isoliereigenschaften erreicht.

Ein grundsätzliches Problem bei der Verarbeitung von Faserstoffen geringer Dichte ist deren schlechte Rieselfähigkeit. Eine Lösung dieses Problems besteht darin, der Extrusion eine Agglomerierung mittels Heiz-Kühl-Mischern vorzuschalten. Die Fasern, das gewünschte Matrixpolymer und ggf. Additive werden dabei in einen Heizmischer dosiert. Durch die zugeführte Wärme sowie die über faserschonende Mischelemente erzeugte Friktion wird das Polymer aufgeschmolzen und benetzt die Fasern. In einem nachgeschalteten Kühlmischer entsteht schließlich das spritzguss- oder extrusionsfähige Agglomerat.

Ein weiteres Ziel der Arbeiten am IWMH besteht in der Erlangung eines fundierten werkstoffmechanischen Verständnisses für die zu entwickelnden Werkstoffe und Bauelementstrukturen. Auf der Basis experimenteller und numerischer Untersuchungen lassen sich Aussagen zu anforderungsgerechten Compounds und zur Geometrie z.B. einer Hohlkammerplatte für einsatzrelevante Bedingungen ableiten.

Inline Compoundierung und Verarbeitung durch Fließpressen

Im Bereich der langglasfaserverstärkten Thermoplaste haben in den vergangenen Jahren zunehmend sogenannte Direktverfahren (LFT-D) Einzug in die Fertigung von semi-strukturellen Automobilbauteilen genommen. Diese Verfahren umgehen den Schritt einer Halbzeugherstellung, d.h. die Bauteile werden nicht aus faserverstärkten Granulaten gefertigt sondern direkt aus den Rohstoffen Polymer, Verstärkungs-faser und ggf. individuell auf den Anwendungsfall abgestimmten Additivrezepturen.

Das Fraunhofer ICT entwickelt gegenwärtig ein äquivalentes Verfahren für die Herstellung von Commodity-Faserverbundwerkstoffen aus thermoplastischen Polymeren und cellulosischen Endlos-Fasern. Dabei werden die Endlosfasern im Gegensatz zur Glasfasertechnologie direkt vor dem Einzug in den Compoundierextruder durch ein geeignetes Schneidwerk zerteilt, um ein homogenes Compound zu erzielen.

Die auf dem LFT-D Prozess basierende Verfahrenstechnik ist in Form einer Prototypenanlage am ICT aufgebaut und wird stetig verbessert. Für die Umsetzung in eine serienfähige Fertigungstechnologie konnte bereits der Anlagenbauer Dieffenbacher für eine Zusammenarbeit gewonnen werden.



Unser Angebot

Spritzgussfähige Granulate

Wir entwickeln Rezepturen für spritzgussfähige Cellulosefaser-verstärkte Granulate, die auf die spezifischen Bedürfnisse der Bauteilanwendung zugeschnitten sind. Dazu gehören die Strukturcharakterisierung des hergestellten Verbundes, die mechanische Charakterisierung von Normprüfkörpern, und die Ermittlung der Verarbeitungsbedingungen. Darüber hinaus können Mustermengen vorzugsweise im 10 kg Maßstab hergestellt werden.

Design von Materialeigenschaften

Im Zusammenhang mit der Entwicklung von Verbundwerkstoffen bieten wir die systematische Untersuchung von Materialeigenschaften wie z.B. Festigkeit, E-Modul und Schlagzähigkeit an spritzgegossenen Normprüfkörpern und deren Optimierung an. Diese Leistung schließt die Compoundierung der gewünschten Ausgangsmaterialien sowie die Herstellung der Prüfkörper ein.

Testung alternativer Fasern und Matrices

Im Rahmen der vorhandenen Technologien können alternative Fasern (auch nicht-cellulose) und alternative Matrices (z.B. PLA, HIPS, PA, PE) auf deren Eignung als Verbundkomponenten geprüft werden. Nach erfolgreichen Prinzipversuchen kann eine weitere Optimierung vorgenommen werden.

Agglomerate für Profilextrusion

Mit einer speziellen Technologie ist das IWMH in der Lage, leicht dosierbare Cellulosefaser-verstärkte Agglomerate auf Polyolefinbasis anzubieten, welche

auf herkömmlichen Extrusionsanlagen zu den verschiedensten Bauteilen geformt werden können. Das Leistungsangebot umfasst neben der Rezepturentwicklung auch die Ermittlung der optimalen Verarbeitungsbedingungen, die mechanische Charakterisierung des Materials, Hilfestellung bei Bauteilauslegung und Bewertung der hergestellten Bauteile hinsichtlich ihrer werkstoffmechanischen Eigenschaften.

Anpassen existierender Verarbeitungsverfahren

Derzeitig existieren viele Technologielinien zur Einarbeitung von Glasfasern in Thermoplaste. Wir bieten unsere Unterstützung bei der Umstellung dieser Anlagen auf Celluloseregenratfasern an.

Prüf- und Charakterisierungsleistungen

Zum Leistungsangebot der Institute gehören umfangreiche mechanische und thermomechanische Prüfverfahren (Zug-, Druck-, Biege- und Schlagbiegeprüfungen, DSC, DMA, HDT), Untersuchung an Bauteilen (Termographie, Schadensanalyse mit 3D-Mess-System, Untersuchung Langzeitverhalten, FE-Simulation/Bauteilauslegung), sowie eine breite Palette an Möglichkeiten zur Strukturcharakterisierung (TEM, REM, NMR, IR, RWW, RKWS u.a.).

Kooperationen

Faserlieferant:
Cordenka GmbH, Obernburg
CORDENKA

Pilotcompoundeur:
Dr. Pohl – Textil- und Thermoplast, Forst



Pilotverarbeiter:
Faurecia SAI Automotive, Sontra



Dipl. Ing. Klaus Reiche
Entwicklung und Service
Luckenwalde



Ihre Ansprechpartner



Projektleiter
Dr. habil. Hans-Peter Fink

Telefon: +49 (0) 3 31 / 5 68-18 15
Telefax: +49 (0) 3 31 / 5 68-38 15
E-Mail: hans-peter.fink@iap.fraunhofer.de
Internet: www.iap.fraunhofer.de

Teilprojektleiter
Dr. Johannes Ganster

Telefon: +49 (0) 3 31 / 5 68-17 06
E-Mail: johannes.ganster@iap.fraunhofer.de
Internet: www.iap.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP
Forschungsbereich Native Polymere
Geiselbergstraße 69
Wissenschaftspark Golm
14476 Potsdam

Dr. Michael Busch

Telefon: +49 (0) 3 45 / 55 89 111
Telefax: +49 (0) 3 45 / 55 89 101
E-Mail: michael.busch@iwmm.fraunhofer.de
Internet: www.iwmm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM
Institutsteil Halle
Heideallee 15
06120 Halle

Dr. Norbert Eisenreich

Telefon: +49 (0) 7 21 / 46 40-1 38
E-Mail: ne@ict.fraunhofer.de
Internet: www.ict.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7
76327 Pfinztal (Berghausen)

Internet: www.neue-verbundwerkstoffe.de

Bildverzeichnis

Seite 1

1. Ausgangsmaterialien und fertiges Granulat

Seite 2

1. Hohlkammerprofil
2. Ummantelungsdüse
3. Trägerbauteil
4. Seitenteil Golf

Seite 3

1. LFT-D-Anlage