LightCycle

Upcycling von Regeneraten und Verspritzung zu Qualitätsleichtbauteilen durch einen neuen technologischen Ansatz

Programm / Ausschreibung	ENERGIE DER ZUKUNFT, Kreislaufwirtschaft, Kreislaufwirtschaft 2021 (KP)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.03.2022	**Projektende**	31.08.2025
Zeitraum	2022 - 2025	**Projektlaufzeit**	42 Monate
Keywords	Upcycling; Glasfaserverstärkte-Thermoplast-Composite; Post-Consumer-PP; Post-Industrial-PP; Spritzgießcompoundieren		

Projektbeschreibung

Endlosfaserverstärkte thermoplastische Leichtbau-Verbunde (z.B. für Verkehr und erneuerbare Energie) haben ein niedriges Gewicht und führen zu deutlicher CO2-Einsparung. Trotz etablierter Fertigungstechnologien und Gewichtseinsparung ist weiterer Fortschritt im Leichtbau zunehmend schwierig, da die Nachhaltigkeit dieser Pro-dukte wegen der ungelösten Recyclingproblematik derzeit nicht gegeben ist, obwohl das Regulativ u.a. eine 85 %-ige Rezyklierung eines Altfahrzeuges fordert. Bei der Pro-duktion von Polypropylen(PP)-Organoblechen oder PP-UD-Tapes für den Leichtbau fallen bis zu 40 % Verschnitt an, der bisher nur teilweise in den Stoffkreislauf zurückge-führt wird. Die Wiederverarbeitung von Sekundärcomposites aus thermoplastischen Organoblechen oder UD-Tapes ist kaum erforscht, woraus Hemmnisse für den Einsatz von Rezyklaten resultieren, v.a. auch in der Automotive-Branche wegen hoher Quali-tätsanforderungen und enger Spezifikationen. Rezyklate haben außerdem eine „Hitze-Historie“, weshalb eine Wiederverarbeitung zum gleichen Produkt dadurch oftmals unmöglich ist. Faserverstärkte Komposit-Bauteile landen daher als post-consumer(P-C)-Abfall in der Verbrennung. Für die Einhaltung der Recyclingquoten und einen brei-ten Markteinsatz sind folglich die Entwicklung von innovativen Recyclingkonzepten und neuartiger Verfahrenstechnik mit geschlossenem Produktkreislauf erforderlich.
Ziel dieses Projektes ist die Weiterentwicklung des Spritzgießcompoundierens (SGC) zu einer gänzlich neuen und innovativen Verfahrenstechnik für die kreislauforientier-te und energieeffiziente Güterverwertung von GF Thermoplast Komposit-Abfällen (LightCycle Prozess). Neben diesen werden zusätzlich Polypropylen-Regenerate (rPP) aus P-C- und Post-Industrial (P-I)-Quellen als Matrixmaterial herangezogen und umfas-send charakterisiert. Durch im Idealfall vollständige Einsparung von Neumaterial und Senkung des Energiebedarfs durch den einstufigen LightCycle-Prozess werden vor-handene Ressourcen optimal genutzt, massiv CO2 eingespart, und Stoffkreisläufe durch Upcycling zu hochwertigen technischen Produkten geschlossen.
Dafür muss (1) ein neues SGC-Verfahren in Form einer LightCycle-Pilotanlage entwi-ckelt, (2) eine Rezeptiermethodik für die thermooxidative Stabilisierung und Glasfa-ser(GF)-Verstärkung aus Rezyklat erarbeitet, (3) eine Inline-Messtechnik für die konti-nuierliche Detektion von GF-Gehalt und Schmelzequalität in Echtzeit entwickelt, und (4) die Wirkzusammenhänge zwischen relevanten Prozessparametern und den me-chanischen Eigenschaften der TC-Bauteile im Hinblick auf eine in einem Nachfolgepro-jekt zu entwickelnde KI-basierte Qualitätsregelung bestimmt werden. Diese vier inno-vativen Entwicklungen sind wichtige Elemente einer robusten Prozessführung mit ho-her stofflicher und energetischer Effizienz.

Schlussendlich werden (5) die compoun-dierten GF-verstärkten Regranulate im Rahmen einer Fallstudie für die Herstellung eines einfachen thermoplastischen Demonstrator-Bauteiles mit UD-Tape Verstärkung und GF-rPP-Umspritzung verwendet, um die Anwendbarkeit des Verfahrens unter Beweis zu stellen. Mit Hilfe von (6) Ökobilanzierung wird der verbesserte ökologische Fußabdruck für den einstufigen Prozess (LightCycle-Pilotanlage) gegenüber dem zwei-stufigen für die Herstellung von rPP-Leichtbau-Spritzgussteilen gegenübergestellt.
Das Projektkonsortium aus Industrie und Wissenschaft leistet damit einen wesentli-chen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft und positiven Klimawirkung durch die Steigerung der Verfahrenseffizienz des einstufigen Verfahrens, sowie durch die Substitution von Primärressourcen mit recycelten Materialien.

Abstract

Fiber-reinforced thermoplastic composite components with low weight, so-called lightweight components for transport and mobility, lead to significant CO2 savings. Despite established production technologies and weight savings, further progress in lightweight construction is increasingly difficult because the sustainability of these products is currently not given due to the unresolved recycling problem, although the regulations require, among other things, 85 % recycling of an end-of-life vehicle. De-spite near-net-shape production and advanced automation, the production of poly-propylene (PP) organic sheets or PP-UD tapes for lightweight construction generates up to 40 % waste, only some of which has so far been recycled. Complicated compo-nent geometries also require subsequent trimming of the organic sheet or UD tape reinforced parts after forming. The recycling of secondary composites made from thermoplastic organic sheets or UD tapes has hardly been researched, which results in obstacles to the use of recyclates, especially in the automotive industry due to high quality requirements and tight specifications. Recyclates also have a "heat history" that usually makes reprocessing difficult. Fiber-reinforced composite components there-fore end up as post-consumer (P-C) waste for incineration. Consequently, the devel-opment of innovative recycling concepts and a new process technology with a closed product cycle are necessary for a broad market application.
The aim of this project is to further develop injection molding compounding (SGC) as an innovative process technology for the closed-loop and energy-efficient recycling of glass fibre composite waste (LightCycle process). In addition, polypropylene re-claims (rPP) from P-C and post-industrial(P-I) sources are used as matrix material and extensively characterized. By ideally completely saving new material and reducing en-ergy requirements through the one-step LightCycle process, existing resources are optimally used, massive CO2 savings are made, and material cycles are closed through upcycling into high-quality technical products.
For the upcycling of these materials, (1) a new injection molding compounding process in the form of a LightCycle pilot plant is being developed, (2) a formulation metho-dology for thermo-oxidative stabilization and glass fiber reinforcement from recycled material is being worked out, (3) a new inline measurement technique for continuous detection of glass fiber content and melt quality is being developed, and (4) the cause-effect relationships between relevant process parameters and the mechanical proper-ties of the TC components are being determined with regard to an AI-based quality control system to be developed in a follow-up project. These four developments are important elements of a robust process control with high material and energy efficien-cy. Finally, the compounded glass fiber reinforced regranulates will be used (5) in a case study for the production of a simple thermoplastic demonstrator component with PP-UD tape reinforcement and GF-rPP overmolding to prove the applicability of the process. Life cycle assessment (6) is used to compare the improved environmental footprint for the single-stage process (LightCycle pilot plant) versus the two-stage for the production of rPP lightweight injection molded parts.
By increasing the process efficiency of the single-stage process and by substituting primary resources with re-cycled

materials the project consortium from industry and science contributes to the circular economy and positive climate impact.

Projektkoordinator

- Montanuniversität Leoben Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung

Projektpartner

- ENGEL AUSTRIA GmbH
- Gabriel-Chemie Gesellschaft m.b.H.
- Johannes Kepler Universität Linz Linz Institut of Technology LIT Factory
- LEISTRITZ EXTRUSIONSTECHNIK GMBH