

## Recycle4Repair

Upscaling von rPET mittels Pulverbett-basierter Additiver Fertigung, Leichtbaudesigns & nachhaltigem Postprocessing

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Produktionstechnologien, Produktionstechnologien, Schlüsseltechnologien für nachhaltige Produktion Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.06.2024	<b>Projektende</b>	31.05.2027
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2027	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	Rezyklatverwertung; PET (Polyethylenterephthalat); pulverbett-basierte Additive Fertigung; Metamaterialkonzept zur Materialreduktion; Nachhaltiges Färben		

### Projektbeschreibung

Aufgrund gesetzlich eingeführter Kunststoffrecycling-Quoten werden steigende Mengen an hochwertigem Rezyklat im industriellen Maßstab verfügbar. Aktuell gibt es für den Massenkunststoff PET (Polyethylenterephthalat) ein Überangebot durch Verpackung, Flaschen, Alttextilien. Wurde Recycling-PET (rPET) in der Vergangenheit vorwiegend für die Herstellung von Textilien (Polyesterfasern) v.a. in Südostasien exportiert, führen Einfuhrverbote zu hoher Verfügbarkeit in Europa, d.h. zu Überangebot trotz des zunehmenden Einsatzes für rezyklierte Flaschen im Lebensmittel- und Getränkebereich.

Großtechnisch verfügbare Reaktoren ermöglichen zudem die Herstellung von hochwertigem Rezyklatmaterial von im Einsatz depolymerisiertem PET. PET per se ist ein teilkristallines Polymer mit guten mechanischen und tribologischen Eigenschaften. Jedoch zeigt PET sehr langsame Kristallisationskinetik, wodurch mit gängigen Verarbeitungsverfahren (Spritzguss, Blasformen) durch die raschen Abkühlgeschwindigkeiten amorphes PET entsteht, das transparent aber auch deutlich weniger belastbar ist.

Für additive Pulverbettprozesse wie das Selektive Lasersintern (SLS) ist langsame Abkühlung aber typisch. Ziele von „Recycle4Repair“ sind daher die Erschließung dieser nachhaltigen Materialressource zur Herstellung langlebiger hochfester & -zäher PET Bauteile durch die Verwendung von Rezyklat und dadurch signifikante Reduktion des „CO<sub>2</sub>-Fussabdrucks“. Weiters sind durch die SLS die typischen Vorteile der additiven Fertigung (komplexe/integrale Geometrien, Personalisierung, kurzes „Time to Product“, etc.) zugänglich sowie Losgrößen von Kleinst- bis Mittelserienproduktion.

Lange Lebensdauer, „Design-for-Repair“ und rasche Reparierbarkeit (d.h. ohne globale Ersatzteilversorgung) sind wichtige Zukunftsthemen des Green-Deals. Hauptziel von „Recycle4Repair“ ist es daher, nicht nur Neuprodukte (z.B. Brillen, Gehäuse) in Klein-/Mittelserien zukünftig durch rPET und die etablierten Recyclingketten zugänglich zu machen, sondern vor allem auf Demonstrator-Ebene die nachhaltige Herstellung von Ersatzteilen von Haushalts- und Elektrogeräten („Commodities“) durch die Projektpartner (Haratech als SLS-Technologieverbreiter und Nemeton als -entwickler) zusammen mit deren Kunden (d.h. namhafte österr. Hersteller / Lieferanten) zu entwickeln. Dabei wird auch auf das durch SLS mögliche Leichtbaupotential sowie auf Single-Material-Konzepte durch Metamaterialien (Verformbarkeit durch Struktur anstatt kaum rezyklierbaren Multimaterialien) fokussiert.

Da PET Rezyklat nur als Granulat erhältlich ist, wird sich Recycle4Repair auch mit der Umwandlung von Granulat in für das

SLS Verfahren geeignete Pulverform bei PCCL und MUL beschäftigen. Für optimale Kreislaufwirtschaft werden innovative Oberflächenfunktionalisierung für Farbe, lebensdauererhöhende und gebrauchsoptimierende Eigenschaften als Alternative derzeitiger Duromer-basierter Lackierung mit starker Reduktion der Rezyklat-Qualität („Downcycling“) benötigt. Um alternative Färbeprozesse gleichzeitig energieeffizient und ohne Umwelttoxizität zu gestalten, werden zur Vorbehandlung innovative Atmosphärendruck-Plasmabeschichtungs-Verfahren mit Nutzung von ökonomischer Plasma-Jet-Technologie von Inocon gemeinsam mit JR entwickelt. Diese umfassen innovative Entfärbung der rPET-SLS-Oberflächen durch Bleichen, Plasmaätzen / -beschichten mit Abriebbeständigkeit, niedriger Reibung, UV-Schutz und antistatische Ausstattung für eine anschließende homogene Färbung.

## **Abstract**

Due to legally introduced plastic recycling quotas, increasing quantities of high-quality recyclate are becoming available on an industrial scale. Currently, there is an oversupply of the mass plastic PET (polyethylene terephthalate) due to packaging, bottles, used textiles. Whereas in the past recycled PET (rPET) was exported mainly for the production of textiles (polyester fibres), especially to Southeast Asia, import bans lead to very high availability in Europe, i.e. to oversupply despite the increasing use for recycled bottles in the food and beverage sector. Large-scale reactors also enable the production of high-quality recycled material from PET that has been depolymerised in use. PET per se is a semi-crystalline polymer with excellent mechanical and tribological properties. However, PET exhibits very slow crystallisation kinetics, which means that the common processing methods (injection moulding, blow moulding) produce amorphous PET due to the rapid cooling rates, which is transparent but also significantly less resilient.

However, slow cooling is typical in additive manufacturing with powder bed processes (selective laser sintering, SLS). The aims of "Recycle4Repair" are therefore to exploit this sustainable material resource for the production of long-lasting, high-strength & tough PET components and through the use of recyclate-based materials, a significantly reduced "CO2 footprint". Furthermore, SLS offers the typical advantages of additive manufacturing (complex/integral geometries, personalisation, short "time to product", etc.) and allows small to medium series production.

Long life time, "design-for-repair" and easy reparability (i.e. without global spare parts supply) are important future topics of the green deal. The main goal of "Recycle4Repair" is therefore not only to make new products (e.g. glasses, housings) in small/medium series accessible through rPET and the established recycling chains in the future, but above all, at the demonstrator level, the sustainable production of spare parts for household and electrical appliances ("commodities") by the project partners (Haratech as SLS technology pioneer and Nemeton as developer) together with their customers (i.e. renowned Austrian manufacturers / suppliers). The focus will also be on the exploitation of the lightweight potential in SLS and the use of the single-material concepts accessible through metamaterials (deformability through structure instead of hardly recyclable multi materials).

As PET recyclate is only available as granulate, Recycle4Repair will also address the transformation of granulate into powder form suitable for the SLS process at PCCL and MUL. For improved circularity, innovative surface functionalisation for colour, life-enhancing and use-optimising properties are required as an alternative to the current duromer-based coatings with strong reduction of recyclate quality ("downcycling"). To make alternative colouring processes simultaneously energy efficient and without environmental toxicity, innovative atmospheric pressure plasma coating processes using economical plasma jet technology will be developed by Inocon together with JR and used for the pre-treatment. These include innovative

decolourisation of rPET-SLS surfaces by bleaching, plasma etching/coating with abrasion resistance, low friction, UV protection and antistatic properties for subsequent homogeneous colouring.

### **Projektkoordinator**

- Polymer Competence Center Leoben GmbH

### **Projektpartner**

- INO GmbH
- HARATECH GmbH
- Montanuniversität Leoben
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- NEMETON Innovation GmbH