

## sustainableSLS

Höchst-nachhaltiges SLS bio- & Rezyklat-basierter Polymere, Zero-Waste an Pulvern & recyclingoptimiertes Postprocessing

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Produktion der Zukunft, Produktion der Zukunft, 41. Ausschreibung Produktion der Zukunft (KP)	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.09.2022	<b>Projektende</b>	31.08.2025
<b>Zeitraum</b>	2022 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	Nachhaltiges Selektives Laser Sintern, Recycling-optimierte Atmosphärendruck-Plasmabeschichtung, Bio- und Rezyklat-basierte SLS Pulver, SLS Restpulververwertung, Energie-effiziente SLS		

### Projektbeschreibung

Wichtigste Ziele der Kunststoffindustrie sind die Reduktion des CO<sub>2</sub>-Footprints durch den Umstieg von fossilen auf biobasierte Rohstoffe sowie die Vermeidung Kunststoff-Mikro- und Nanopartikel als Abfallproblematik mit Anreicherung in Boden und Gewässern. Während im Bereich der konventionellen Spritzguss-Fertigung bereits seit mehr als 15 Jahren große Anstrengungen zur Entwicklung neuer, „grüner“ Werkstoffe, der dafür geeigneten ressourcenschonenden Anlagen und der notwendigen Recyclingketten unternommen werden, fehlt diese Ökologisierung im Bereich der additiven Fertigung (AM, 3D-Druck) als Alternativtechnologie mit deutlich höherem Potential an Leichtbau und Gewichtseinsparung als Basis der energieeffizienten Bauteilnutzung. Optimierungspotential besteht hier bei holistischer Betrachtung der gesamten Kunststoff-3D-Druck-Produktionskette, z.B. im Fall von Selektivem Lasersintern (SLS) mit höchsten erreichbaren mechanischen Eigenschaften aller AM-Verfahren, in allen Bereichen von Materialauswahl zur Pulverherstellung über die industrielle AM-Prozesstechnik bis zum Postprocessing. Optimiertes Recycling erfordert dabei den Verzicht auf Multimaterialien sowie auf die Einbringung von Verunreinigungen durch Ersatz von Füllstoffen für Verschleißschutz und hohe UV-Beständigkeit bzw. Ölen und Fetten durch hochfunktionelle Beschichtungen.

Das Projekt sustainableSLS greift diese Aspekte auf und widmet sich als übergeordnetem Projektziel der signifikanten Steigerung der Nachhaltigkeit von SLS-3D-gedruckten Komponenten durch holistische Betrachtung und Ökologisierung der gesamten Prozesskette, d.h.

- innovativen bio- und/oder Rezyklat-basierten Ausgangsmaterialien (SLS-Pulver ausgehend von vergleichbaren, ökologisch optimal verträglichen Polymertypen aus dem Spritzguss (PA 10-10, Recycling-PP))
- Nutzung von recyclingfreundlichen Metamaterialien (aus eigener Grundlagenforschung) anstatt von Multi-Materialien in Kombination mit simulationsbasierten, topologieoptimierter Auslegung
- SLS-Fertigungsprozesse unter reduziertem Energieverbrauch und Leistungsspitzen als Basis einer Energieverfügbarkeits-abhängigen Prozesssteuerung (Basis für Nutzung hoher Anteile erneuerbarer elektrischer Energie / Photovoltaik)
- annähernd vollständige Pulvernutzung durch auch ökonomische Verwertung stark gealterter Restpulver im SLS- sowie in konventionellen Fertigungsprozessen mit definierten Festigkeitseinschränkungen basierend auf genauer Kenntnis der sich

verändernden Material- und Prozesseigenschaften

- Postprocessing durch Kohlenstoff-basierte Beschichtung als Ersatz für verschleiß-/ reibungsmindernde und UV-absorbierende Füllstoffe und somit als Basis für optimal ohne Festigkeitseinbußen durch Füllstoffe herstellbaren Rezyklaten (als End-of-Life-Szenario nicht nur SLS-gedruckter, sondern auch konventionell hergestellter Komponenten aus diesen Polymertypen).

Finale Ziele des Projektkonsortiums aus dem SLS-Lohnfertiger und Anlagenhersteller DISTech, den Key-Kompetenz-Partnern im Bereich (3D-Druck-)Simulation und Optimierung (SinusPro), Pulverherstellung (TCKT) und Plasma-Jet-Technologie- und Prozess-Entwicklung (Inocon, JR) sind gemeinsam mit dem PCCL als auf Materialprüfung, SLS-Prozess und -Material spezialisiertem Forschungspartner sind neben dem Aufbau von entscheidendem Anlagen- und Prozess-Knowhow für SLS und APPD-Beschichtung v.a.:

- bio- und Rezyklat-basierte SLS-Materialien (PA 10-10 und PP) zur zukünftigen industriellen Fertigung von Bauteilen in speziell hochbelasteten Antriebssträngen (Automotive-, Consumer- und Maschinenbau-Bereich)
- dadurch auch erweiterte Leichtbaumöglichkeiten durch die AM
- verringerte Pulverkosten durch maximierte Rezyklat-Nutzung
- die Verfügbarkeit eines Recycling-optimierten Schutzes von hochbelasteten SLS-Polymeroberflächen gegen Reibung, Verschleiß und UV-Degradation durch reine Kohlenstoff-Beschichtungen.

Die industrielle Verwertung der Ergebnisse ist 2 Jahre nach Projektende im Rahmen des bereits derzeit etablierten „One-Stop-Shops“ für SLS-Bauteilentwicklung und -Serienfertigung geplant, welcher über ein breites Netzwerk aus Herstellern und OEMs im Automotive- und Consumer-Product-Bereich mit hohem Interesse an neuen „grünen“ Materialien in ökologisierten AM-Prozessen verfügt.

## **Abstract**

The most important goals of the plastics industry are the reduction of the CO<sub>2</sub> footprint by switching from fossil to bio-based raw materials and the avoidance of plastic micro- and nanoparticles as waste problems with accumulation in soil and water. While in the field of conventional injection molding production, great efforts have been made for more than 15 years to develop new, "green" materials, the appropriate resource-saving systems and the necessary recycling chains, this "green mission" is missing in the field of additive manufacturing (AM, 3D-Printing). However, since AM is a modern, alternative technology with significantly higher potential for lightweight construction and weight savings as the basis for energy-efficient use of components, the "green mission" is also promising here. There is significant optimization potential through a holistic view on the entire plastic 3D printing production chain. E.g. in the case of selective laser sintering (SLS) with the highest achievable mechanical properties of all AM processes: starting from material selection for powder production to industrial AM process technology to Post processing. Optimized recycling requires the avoidance of multi-materials and impurities by replacing fillers for wear protection and high UV resistance or oils and greases through highly functional coatings. The project sustainableSLS picks up these aspects and aims, as the overall project goal, at a significant increase of the sustainability of SLS-3D-printed components. This is reached through a holistic view on the sustainability potentials along the entire process chain, i.e.

- innovative bio- and / or recycle-based raw materials (SLS powder based on comparable, ecologically compatible polymer types from injection molding (PA 10-10, Recycled-PP)
- Use of recycling-friendly metamaterials (from own basic research) instead of multi-materials in the simulation-based, topology-optimized design
- SLS manufacturing processes with reduced energy consumption and power peaks as the basis of energy availability-

dependent process control (basis for the use of high proportions of renewable electrical energy / photovoltaics)

- Almost 100 % powder use through an economic recycling of heavily aged SLS residual powder in SLS and / or other conventional manufacturing processes (definition of reduced strength based on precise knowledge of the change in material and process properties)

- Post-processing using carbon-based coating as a replacement for wear- / friction-reducing and UV-absorbing fillers and thus as the basis for recyclates without corresponding losses in strength (as an end-of-life scenario, not only for SLS-printed, but also for conventionally produced components made from these polymer types).

The final goals of the project consortium consisting of the SLS contract and system manufacturer DISTech, the key competence partners in the field of (3D printing) simulation and optimization (SinusPro), powder production (TCKT), plasma jet development (Inocon, JR) and the research partner specialized in material testing, SLS process and material development (PCCL) are:

- Building up crucial system and process know-how for SLS and APPD coating
- Bio- and recycle-based SLS materials (PA 10-10 and PP) for the future industrial production of components in highly stressed power trains (automotive, consumer and mechanical engineering sectors)
- as a consequence, expanded lightweight construction options through additive manufacturing
- Reduced powder costs through the maximized use of recycle materials
- the availability of a "green" protection of highly stressed SLS polymer surfaces against friction, wear and UV degradation by means of pure carbon coatings that are optimized for circular economy

The industrial exploitation of the results is planned two years after project end as part of the already established "one-stop shop" for SLS component development and series production, which is integrated in a broad network of manufacturers and OEMs in the automotive and consumer product areas. In this network, a high interest for new "green" materials in ecological AM processes is present.

## **Projektkoordinator**

- Polymer Competence Center Leoben GmbH

## **Projektpartner**

- DISTECH Disruptive Technologies GmbH
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- INO GmbH
- Transfercenter für Kunststofftechnik GmbH
- Montanuniversität Leoben