

# Generierung von Multi-Material-Bauteilen mittels Laserstrahlschmelzen Generation of multi-material components by selective laser sintering

Projekträger | Fördermittelgeber: Deutsche Forschungsgemeinschaft (SFB 814/Teilprojekt B6)  
Executing Organization: German Research Foundation (CRC 814/Sub-project B6)

## Aufgabenstellung

Das übergeordnete Ziel des Forschungsvorhabens ist die Additive Fertigung von polymeren Multi-Material-Bauteilen, welche aus Bereichen verschiedener Kunststoffe mit klar definierten Grenzflächen bestehen und damit lokal unterschiedliche Bauteileigenschaften aufweisen. Zu deren flexiblen Herstellung wird ein neuer Prozess erforscht, der auf der Technologie des selektiven Laserstrahlschmelzens beruht. Diese Notwendigkeit ergibt sich aus der Limitierung des konventionellen Prozesses auf die Fertigung von Bauteilen aus einem einzelnen Ausgangswerkstoff.

## Vorgehensweise

Um das Ziel zu erreichen, sind neue Strategien zum Pulverauftrag sowie zur Bestrahlung erforderlich. Die zu untersuchenden Auftragsmechanismen müssen die flexible Ablage verschiedener Pulverwerkstoffe zu Schichten mit klar definierten Trennzonen erlauben. Für den heterogenen Pulverauftrag stehen sowohl Vibrationsdüsen als auch ein neuer Prozess auf Basis des elektrofotografischen Wirkprinzips im Fokus der Forschung. Die Bestrahlungsstrategie muss das selektive Erwärmen der unterschiedlichen Pulverwerkstoffe auf ihre jeweiligen Vorheiztemperaturen und das Aufschmelzen ermöglichen, wobei verschiedene Strahlquellen und Strahlformungselemente zur zeitlich-räumlich flexiblen Energiedeposition eingesetzt werden.

## Ergebnisse

Unter Verwendung der Vibrationsdüsen erzeugte Pulververteilungen konnten mittels angepasster Bestrahlungsstrategie, wobei der niederschmelzende Werkstoff unmittelbar nach dem Auftrag durch die hohe Bauraumtemperatur und der hochschmelzende Werkstoff über einen scannergeführten CO<sub>2</sub>-Laser aufgeschmolzen werden, zu geometrisch komplexen, mehrschichtigen Werkstoffverbunden verarbeitet werden (linkes Bild). Parallel wurde zur Untersuchung der Elektrophotographie für den Einsatz im Laserstrahlschmelzprozess ein experimentelles Zwei-Kammer-System aufgebaut (rechtes Bild). Während in einer Kammer nach der Erzeugung des Ladungsmusters auf einem Fotoleiter die Pulveraufnahme erfolgt, findet in der zweiten Kammer die Ablage und Verarbeitung der Pulverschicht unter Prozessbedingungen statt. Die Eignung der Elektrophotographie zum mehrschichtigen Auftrag konnte anhand von Polypropylen gezeigt werden.

## Task

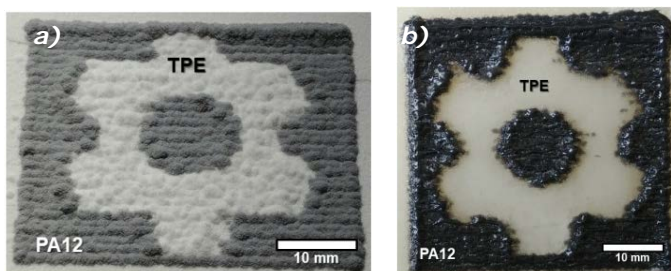
The main objective of the project is the Additive Manufacturing of polymeric multi-material components consisting of regions of various polymers with well-defined boundary zones, resulting in locally different part properties. For the flexible generation of such compounds, a new process based on selective laser melting is investigated. Therefore, the limitation of the conventional process to the fabrication of parts made of one single base material has to be overcome.

## Method

To achieve this aim, new strategies concerning powder deposition and irradiation are necessary. The powder deposition mechanisms need to enable the flexible deposition of different powder materials to generate layers with well-defined interfaces. For the heterogeneous powder deposition, both vibration nozzles and a novel process based on electrophotography are investigated. The exposure strategy has to allow the selective heating of the different powders up to their respective preheating temperatures and the melting of the materials. For this purpose, different radiation sources and beam shaping elements which allow spatial and temporal flexibility regarding the energy deposition are utilized.

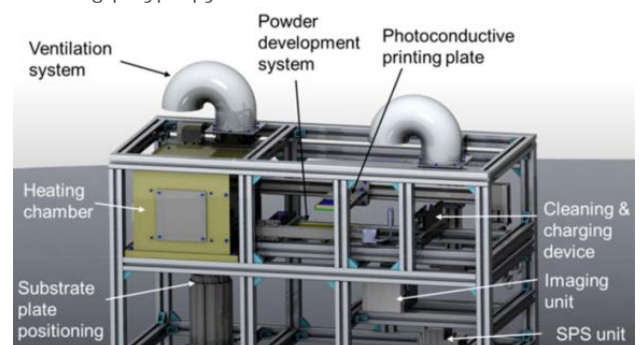
## Results

Employing an adjusted exposure strategy, wherein the low-melting polymer melts directly after deposition due to the elevated temperature in the building chamber and the high-melting material is melted by a CO<sub>2</sub> laser beam, powder layers deposited by vibration nozzles were successfully processed to generate geometrically complex, multilayered compounds (image on the left). For the fast and effective deposition of arbitrary powder patterns, a two-chamber setup has been built (image on the right) in order to investigate electrophotography for laser melting application. While one chamber includes charging of the photoconductor as well as the powder pick-up, the second chamber enables the deposition and processing of the powder under typical process conditions. The applicability of electrophotography for the preparation of complex powder patterns in a multilayer fashion has been demonstrated using polypropylene.



Mittels Vibrationsdüsen aufgetragene Pulverschicht (a) und drei-schichtiges Multi-Material-Bauteil (b)

Powder layer deposited by vibration nozzles (a) and three-layered multi-material component



Zwei-Kammer-Aufbau für den elektrofotografischen Pulverauftrag

Two-chamber setup for the electrophotographic powder deposition