

# Inline-Oberflächenstrukturierung metallischer Halbzeuge mittels Laserstrahlung für 3D-Hybrid-Bauteile

## Inline surface structuring of semi-finished metal parts by laser radiation for 3D-hybrid-parts

Projektträger | Fördermittelgeber: Projektträger Karlsruhe (PTKA) | Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Executing Organisation: Project Management Agency Karlsruhe (PTKA) | Federal Ministry of Education and Research (BMBF)

### Aufgabenstellung

Leichtbau in Multi-Material-Design ist ein wesentlicher Schlüssel zu zukunftsträchtiger, ressourceneffizienter Elektromobilität. Die Leistungsfähigkeit einer hybriden Struktur, hier eines intrinsischen Metall-FKV-Hybridverbundes (FKV: Faser-Kunststoff-Verbund), hängt maßgeblich von der Verbindungsfestigkeit zwischen Metall und FKV ab. Im Forschungsprojekt werden die Leistungs- und Serienfähigkeit der Inline-Oberflächenstrukturierung metallischer Halbzeuge mittels Laserstrahlung für 3D-Hybrid-Bauteile, zur direkten Anhaftung mittels Mikroformschluss im Formpressverfahren, untersucht.

### Vorgehensweise

Für die Erzeugung optimierter Mikrostrukturen, die einen Mikroformschluss ermöglichen, müssen geeignete Strukturtypen und die dazugehörigen Laser- und Prozessparameter bestimmt werden. Darüber hinaus erfolgt eine vergleichende Betrachtung von mechanischer Stabilität abhängig von der Vorbehandlung des Metalls mit und ohne Haftvermittler sowie mit und ohne Laserstrukturierung. Um die in der Anwendung geforderten Taktzeiten der Bauteilherstellung zu erreichen, wird spezielle Lasersystemtechnik zur Prozessbeschleunigung mittels Parallelisierung und Robotik entwickelt.

### Ergebnisse

Bei diesem Fügeprozess ist die Anhaftung von mikrostrukturiertem Metall und FKV signifikant von der Oberflächen- und Strukturbodenrauheit des Metalls sowie resultierenden Hinterschneidungen abhängig. Im Projekt konnte eine verbesserte Anhaftung durch statistische, hierarchische Strukturen, wie in den Abbildungen unten dargestellt, erreicht werden. Die resultierenden Verbindungsfestigkeiten sind vergleichbar beziehungsweise besser als bei der Verwendung eines Haftvermittlers. Eine weitere Steigerung der Verbindungsqualität sowie der Prozessbeschleunigung wird untersucht. Für die Parallelisierung des Strukturierungsprozesses wird eine Lasersystemtechnik mit einem Spatial Light Modulator (SLM) zur Erzeugung einer arbiträren Strahlgeometrie realisiert. Untersuchungen mit neuen SLMs zeigen eine gute Verwendbarkeit auch bei hohen Laserleistungen ( $> 150$  W).

### Task

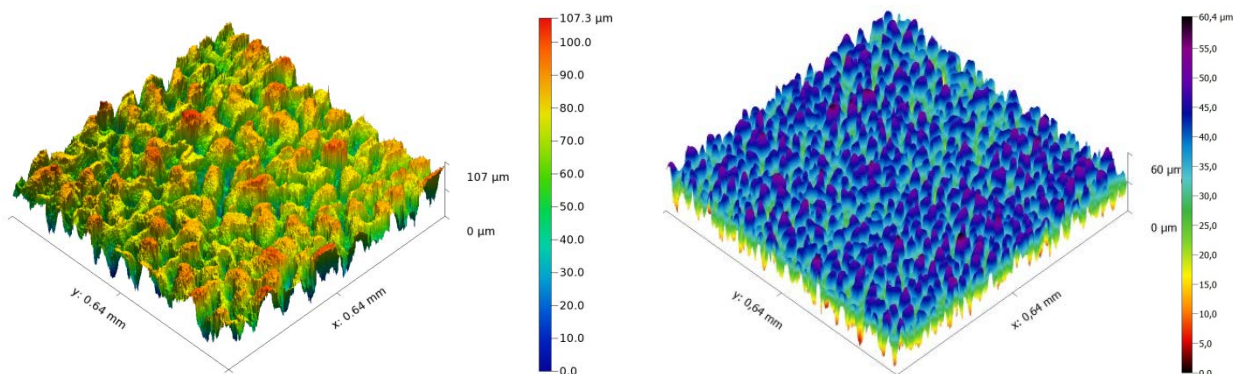
Lightweight construction with multi-material-components is the key for sustainable and resource-efficient electromobility. The performance of hybrid structures, in this case an intrinsic metal-FRP-composite (FRP: fiber-reinforced polymer), is strongly dependent on the joint strength of metal and organic sheet. Within the research project performance and capability for series production of inline surface structuring of semi-finished metal parts by laser radiation for 3D-hybrid-parts is investigated. This enables direct adhesion by micro-scale interlocking within a compression molding process.

### Approach

Generating optimized micro-structures that enable micro-scale interlocking requires the determination of appropriate structure types and corresponding laser and process parameters. Furthermore comparative studies on surface pretreatment with, respectively without bonding agent and with respectively without laser structuring will show dependencies on mechanical stability as well as on corrosion behavior. Additionally customized laser system technology for process acceleration by parallelization and robotics will be developed to reach the required cycle times within the application.

### Results

For this joining process the joint strength of micro structured metal and FRP is significantly dependent on the surface roughness as well as resulting undercuts. Within this project an improved adhesion quality has been achieved using statistical, hierarchical structures as depicted below. The resulting joint strengths are comparative and even better as with the appliance of an adhesion agent. Further improvements on the joint quality and processing time are investigated. Parallelization of this structuring process is achieved by laser system technology including a spatial light modulator (SLM) for the generation of arbitrary beam geometries. It was determined that new SLMs can be used at high laser powers ( $> 150$  W).



Lasermikrostrukturierte Oberflächen von hochfestem Stahl für 3D-Hybrid-Bauteile, dominierende Strukturgröße 80 ... 100  $\mu\text{m}$  (li) sowie 40 ... 60  $\mu\text{m}$  (re.), gemessen mit Laser-Scanning-Mikroskop, Darstellung in Falschfarben  
Laser-microstructured surfaces of high-tensile steel for 3D-hybrid-parts, dominating structure size 80 ... 100  $\mu\text{m}$  (left) and 40 ... 60  $\mu\text{m}$  (right), measured by a laser scanning microscope, depiction with pseudocolors