

Laserbearbeitung von additiv gefertigten Bauteilen zur Erhöhung der Bauteilqualität

Improvement of the quality of 3D printed parts by subsequent laser processing

Projektträger | Fördermittelgeber: AiF Projekt GmbH, Programm: ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Executing Organisation: AiF Projekt GmbH, Program: ZIM – Central Innovation Program SME of the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy

Aufgabenstellung

In diesem Vorhaben wurde ein effizientes, lasergestütztes Nachbearbeitungsverfahren für additiv gefertigte Bauteile aus thermoplastischen Kunststoffen entwickelt. Hierbei war es das Ziel, die Funktionalität der additiv gefertigten Kunststoffbauteile signifikant zu verbessern und die Qualität von Spritzgussbauteilen hinsichtlich mechanischer Eigenschaften, Maßhaltigkeit und Oberflächenqualität annähernd zu erreichen, wobei gleichzeitig die Vorteile der Additiven Fertigung bezüglich Designfreiheit und ökonomischer und ökologischer Effizienz bei kleinen Losgrößen erhalten bleiben.

Vorgehensweise

Es wurde ein Scanner-geführten CO₂-Laser unter Stickstoffatmosphäre eingesetzt, welcher wahlweise gepulst oder kontinuierlich betrieben werden kann. Mit Hilfe gepulster Laserstrahlung wurde das additiv gefertigte Bauteil mittels Laserablation subtraktiv nachbearbeitet, um Welligkeiten, Stufen und geometrische Abweichungen auszugleichen. Auftretende Mikrorauheiten wurden mit Hilfe kontinuierlicher CO₂-Laserstrahlung durch sogenanntes Laserpolieren entsprechend der gewünschten Oberfläche vermindert.

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass durch Laserpolieren mit kontinuierlicher CO₂-Laserstrahlung die Oberflächenrauheit um bis zu 50 % auch bei großen Einfallswinkeln (bis 60 °) reduziert werden kann. Durch Laserablation mittels gepulster CO₂-Laserstrahlung kann zudem die Bauteiltoleranz durch gezielten Abtrag mit minimalen Ablationstiefen pro Puls von ca. 25 µm signifikant verbessert werden. Die abgetragenen Oberflächen weisen eine um bis zu 65 % reduzierte Oberflächenrauheit auf (siehe Abbildung links), was zu einer signifikanten Verbesserung der mechanischen Eigenschaften (siehe Abbildung rechts) bei vollständiger Bearbeitung der Bauteile führt.

Task

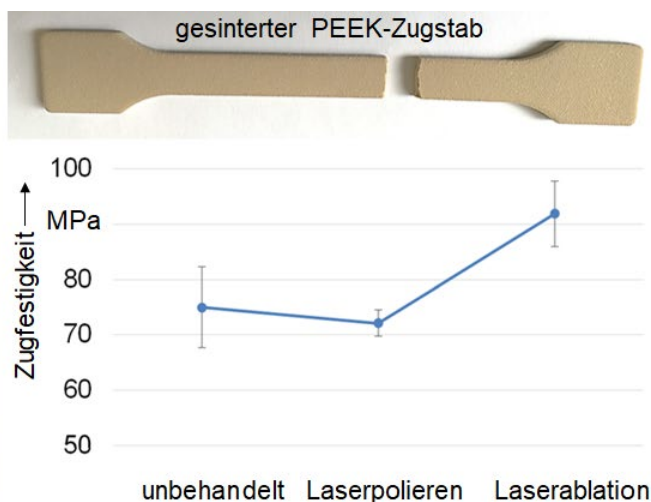
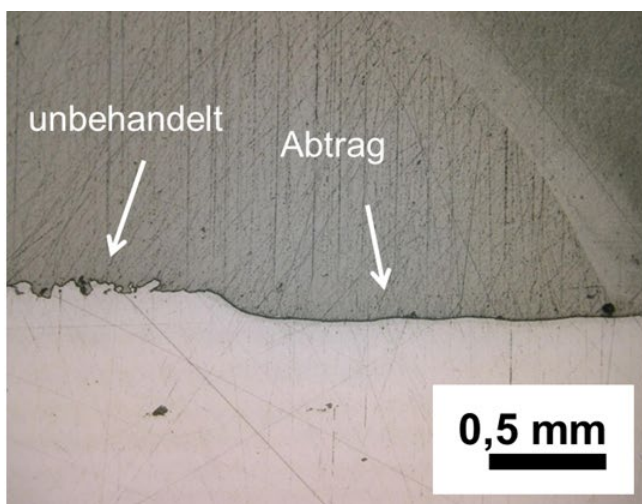
In this project, an efficient laser-assisted post processing method for additively manufactured components made of thermoplastic materials was developed. The aim was to significantly improve the functionality of the additively manufactured plastic components and to approximately achieve the quality of injection-molded components with regard to mechanical properties, dimensional accuracy and surface quality, while at the same time the advantages of additive manufacturing concerning freedom of design and economic and ecological efficiency with small lot sizes are maintained.

Approach

The process uses a scanning CO₂ laser which can be switched between pulsed and continuous emission mode. The pulsed laser beam allows the subtractive processing of additively manufactured components by laser ablation in order to remove geometrical deviations like waviness or steps. Micro roughness can be reduced by laser polishing (remelting) using continuous wave CO₂ laser radiation.

Results

The results show that laser polishing with continuous wave CO₂ laser radiation can reduce surface roughness by up to 50%, even at high angles of incidence (up to 60 °). By laser ablation using pulsed CO₂ laser radiation, the component tolerance can be significantly improved by selective ablation with minimal ablation depths per pulse of about 25 µm. The ablated surfaces show up to 65 % reduced surface roughness (see figure at left), resulting in a significant improvement in mechanical properties (see figure at right) with complete processing of the components.



Schliffbildaufnahme der Oberflächentopologie nach der Laserablation (links) und resultierende Zugfestigkeit gemessen an nach- bzw. nicht nachbearbeiteten Zugprüfkörpern (rechts)
Micrograph of the surface topology after laser ablation (left) and resulting tensile strength measured on post processed or non post processed tensile test specimens (right)