

Laserbearbeitung von additiv gefertigten Bauteilen zur Erhöhung der Bauteilqualität Improvement of the quality of 3D printed parts by subsequent laser processing

Projekträger | Fördermittelgeber: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen, Programm: ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Executing Organisation: Federation of Industrial Research Associations, Program: ZIM – Central Innovation Program SME of the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy

Aufgabenstellung

In diesem Vorhaben wird ein effizientes, lasergestütztes Nachbearbeitungsverfahren für additiv gefertigte Bauteile aus thermoplastischen Kunststoffen entwickelt. Hierbei ist 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 wird ein Scanner-geführter CO₂-Laser genutzt, welcher wahlweise gepulst oder kontinuierlich betrieben werden kann. Mit Hilfe gepulster Laserstrahlung wird das additiv gefertigte Bauteil mittels Laserablation subtraktiv nachbearbeitet, um Welligkeiten, Stufen und geometrische Abweichungen auszugleichen. Auftretende Mikrorauheiten werden mit Hilfe kontinuierlicher CO₂-Laserstrahlung durch sogenanntes Laserpolieren entsprechend der gewünschten Oberfläche vermindert.

Ergebnisse

Bisherige Untersuchungen zeigen, dass die Rauheit lasergesinterter Bauteile durch das Laserpolieren signifikant verbessert werden kann. Dabei erwies sich der Einsatz fokussierter Laserstrahlung mit einer Fokusbreite von 250 µm unter Stickstoffatmosphäre als ideal, wobei auf den Bauteiloberflächen eine Verbesserung der mittleren Rauheit S_a von ca. 14 µm auf ca. 7 µm und auf den Bauteilseitenflächen von ca. 25 µm auf ca. 15 µm erzielt wurde. Mittels gepulster Laserstrahlung konnte zudem gezeigt werden, dass ein definierter, kalter Ablationsprozess ebenso mit einer verbesserten Rauheit einhergehen kann. Dies wird durch Pulslängen von 1 µs bei einer Repetitionsrate von 25 kHz erreicht, wobei Ablationstiefen pro Puls von 26 µm mit resultierenden Rauheitswerten von ca. 6 µm einhergehen.

Task

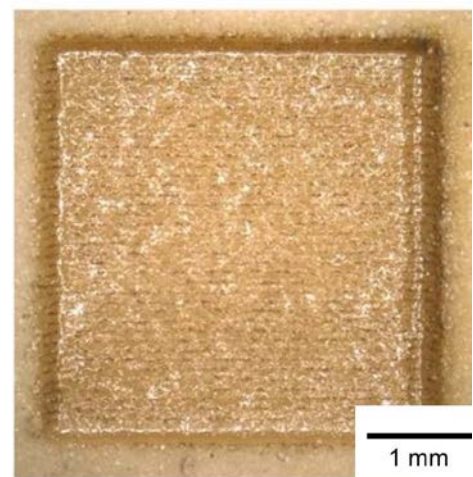
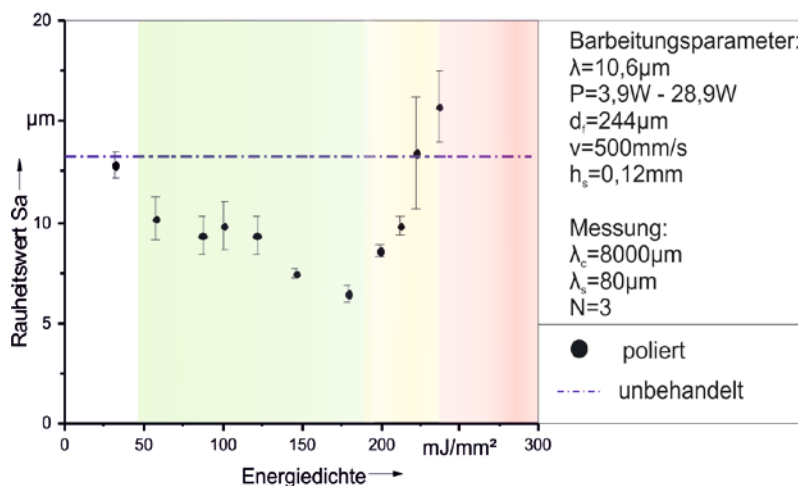
The scope of this project is the development of a laser-based process enabling efficient post-processing of thermoplastic polymer components fabricated by additive manufacturing. The process should allow to improve the functionality of the manufactured components significantly and to reach the quality of injection-molded components regarding mechanical properties, geometric accuracy and surface quality, whereas the advantages of additive manufacturing, which are freedom of design and ecologic and economic efficiency, are maintained for small lot sizes.

Approach

The process uses a CO₂ laser with scanner which can be switched between pulsed and continuous lasing mode. The pulsed laser beam allows the subtractive processing of 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 the surface roughness of laser-sintered parts can be reduced significantly. By laser polishing under nitrogen atmosphere using a laser beam with a focal width of 250 µm, the average roughness S_a was improved from 14 µm to 7 µm on top on the part and from 25 µm to 15 µm on the sides of the part. Moreover, laser pulses were applied to achieve cold ablation, resulting also in improved surface roughness. By applying a pulse length of 1 µs at a repetition rate of 25 kHz, ablation depth of 26 µm per pulse and S_a value of 6 µm was achieved.



Resultierende Rauheit beim Laserpolieren mit verschiedenen Energiedichten (links) und Mikroskopaufnahme einer SLS-PEEK-Bauteiloberfläche nach Laserablation mit gepulster CO₂-Laserstrahlung ($f_{\text{Rep}} = 1 \text{ KHz}$; $t_p = 1 \mu\text{s}$; $n = 3$) (rechts)
Surface roughness upon laser polishing with different energy densities (left) and microscopic image of SLS PEEK component upon laser ablation with pulsed CO₂ laser beam ($f_{\text{Rep}} = 1 \text{ KHz}$; $t_p = 1 \mu\text{s}$; $n = 3$) (right)