

Glätten laserstrahlbearbeiteter Oberflächen

Fachgebiet: Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Valerio Romano, Dr. Marc Schmid, Kramer Thorsten

Experte: Armin Heger

Ultrakurz-Puls-Laser eignen sich, um präzise 3D-Mikrostrukturen zu erzeugen. Die Präzision wird jedoch nur bei einer niedrigen Abtragrate erreicht und die Bearbeitung ist entsprechend langsam. Ziel der Arbeit war daher, einen Prozess zu entwickeln, welcher bei gleichem Abtragsvolumen halb so viel Zeit benötigt und die gleiche Oberflächenqualität erreicht. Eine neue Bearbeitungsstrategie macht diesen Gegensatz von Geschwindigkeit und Qualität nun für Edelstahl möglich.

Problemstellung

Pikosekunden-Laserstrahlung bearbeitet Materialien mit sehr wenig thermischer Beeinflussung, so dass kaum Defekte im Material auftreten. Sie ist in der Lage, feine aber matte Strukturen zu erzeugen, die einen Mittenrauwert (R_a) von $0.10 \mu\text{m}$ aufweisen (Abb. 2 Links). Doch diese Präzision ist nur mit einem Bruchteil der maximalen Laserleistung möglich und die Bearbeitung nimmt deswegen viel Zeit in Anspruch.

Vorgehen

Ein mehrstufiges Bearbeitungsverfahren mit Pikosekunden-Laserstrahlung wurde entwickelt, ähnlich dem Schrappen und Schlichten beim Fräsen. Mit derselben Laserstrahlquelle und dem Einsatz von Puls-Bursts wird zuerst bei hoher Leistung schnell abgetragen und anschliessend durch Anschmelzen wieder eine glatte Oberfläche erzeugt. Die so erreichte Rauheit entspricht der einer langsamen, präzisen Bearbeitung.

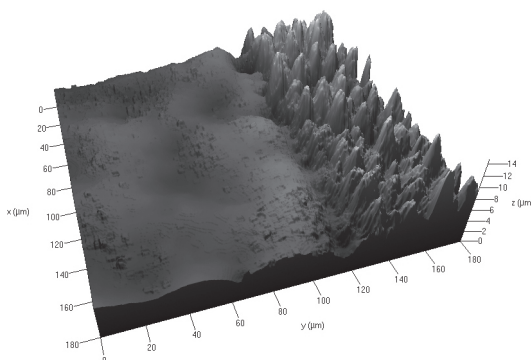


Abbildung 1: Links: Geglättete Oberfläche Rechts: grobe Bearbeitung

Resultate

Parametersätze sind für zwei Bearbeitungsstrategien entwickelt worden. Die erste Strategie, bei der das Material nur wenige Mikrometer tief verändert wird, benötigt ab einer Bearbeitungstiefe von $29 \mu\text{m}$ nur halb so viel Zeit wie herkömmlich. In einem ersten Schritt wird mit zehnfacher mittlerer Leistung der langsamen Bearbeitung abgetragen, dabei entsteht eine hügelige Oberfläche mit $R_a 2.3 \mu\text{m}$ (Abb. 2 Mitte). Danach folgt ein Glättungsvorgang, der die Oberfläche anschlüpft, so dass sie wieder ein R_a von $0.10 \mu\text{m}$ aufweist (Abb. 2 Rechts). Der Unterschied der Mittenrauwerte kann mit Hilfe von Laserscanmikroskopaufnahmen verdeutlicht werden (Abb. 1): Rechts ist die hügelige grobe Bearbeitung mit $R_a 2.3 \mu\text{m}$ und Links die geglättete mit $R_a 0.10 \mu\text{m}$ zu sehen. Die zweite Strategie ist schon ab $6 \mu\text{m}$ Bearbeitungstiefe genauso wirtschaftlich, verändert das Material jedoch tiefer und bearbeitete Stufen weisen keine präzisen Kanten mehr auf.



Darius Marwik

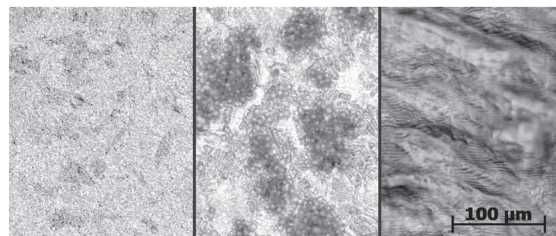


Abbildung 2: Links: Präzise Bearbeitung Mitte: Grobe Bearbeitung Rechts: Geglättet