

Radiale und 3D-Mikrobearbeitung von Werkstücken mittels UKP-Laser

Studiengang: Master of Science in Engineering
Betreuer: Prof. Dr. Torsten Mähne, Prof. Dr. Beat Neuenschwander
Experte: Ernst Wilhelm Böckler (SCANLAB GmbH)

Mittels Ultrakurzpulslasern (UKP) ist es möglich Oberflächen hochpräzise und schonend zu bearbeiten. Dabei hat die Strategie zur Strukturierung grossen Einfluss auf die benötigte Prozesszeit. Ziel dieser Arbeit war es eine neuartige radiale Bewegungstrajektorie zu evaluieren und zu implementieren. Diese ermöglicht es kreisförmige Werkstücke mit bisher unerreichten Geschwindigkeiten zu bearbeiten.

Ausgangslage

An der Berner Fachhochschule forscht das Institute for Applied Laser, Photonics and Surface Technologies (ALPS) an der Oberflächenstrukturierung mit Ultrakurzpulslasern. Der Einsatz solcher Laser, welche im Femto- und Pikosekundenbereich arbeiten, ermöglicht es, Material präzise und schonend abzutragen. Dabei ist die Trajektorie (Abb. 1), welche gefahren wird, von grosser Bedeutung. So ist die Lünette einer Uhr eine beispielhafte Anwendung für eine radiale Bewegungsform. Bis anhin war es nur möglich lineare Bewegungen zu fahren.

Aufgabenstellung

Das Ziel dieser Arbeit war die Erforschung radialer Bearbeitungstrajektorien. Dabei ging es darum diese in der Steuerungssoftware zu implementieren und zu analysieren, für welche Strukturen diese tatsächlich effektiv sind. In einem weiteren Schritt sollte das 2D-Scansystem durch eine optische z-Achse zu einem 3D-System ausgebaut werden.

Realisierung

Zunächst wurde die spiralförmige und die kreisförmige Trajektorie definiert und umgesetzt. Dabei galt es diese in die in C++ implementierte Steuerungssoftware zu integrieren. Modellierungen und Messungen der beiden Strategien haben gezeigt, dass die Spirale der kreisförmigen Trajektorie in Bezug auf die

Prozessgeschwindigkeit überlegen ist. Basierend auf dieser Erkenntnis wurde entschieden, mit der Spirale im Fokus weiterzufahren. Diese wurde schrittweise weiter optimiert. So wurden bidirektionale Scanverfahren in Scan- wie auch in Cross-Scan-Richtung entwickelt. Auch neue Methoden, um Prozessparameter (z.B. den Schleppverzug) zu berücksichtigen, mussten entworfen werden. In einem letzten Schritt wurde eine optische z-Achse in das System integriert, welche es ermöglicht die Fokusslage des Lasers dynamisch zu steuern.

Ergebnisse

Radiale Trajektorien wurden erfolgreich in die bestehende Software integriert. Dabei konnte die spiralförmige Strategie optimiert werden, wodurch die Prozesszeit weiter verkürzt wird. Durch die erforderliche Neustrukturierung der Software wurde auch der Weg bereitet, um künftig mit wenig Aufwand weitere Trajektorien zu implementieren. Vergleiche der neuen Trajektorie und der konventionellen linearen Bewegung haben gezeigt, dass radiale Bewegungen für gewisse Strukturen einen deutlichen Geschwindigkeitsvorteil bringen. So dauert ein Durchgang über eine Uhrenlünette, wie in der Abb. 1. dargestellt, nur noch 2.3 s anstelle von 7 s. Dies entspricht einer Verbesserung von rund 300 %. Die Integration einer optischen z-Achse mithilfe eines ExcelliShifts ermöglicht es nun den Fokus entlang einer gewölbten Oberfläche nachzuführen. Dadurch können auch unebene Werkstücke (Abb.2) über die ganze Fläche bearbeitet werden.



Dominic Joshua von Bergen
dominic@von-bergen.com

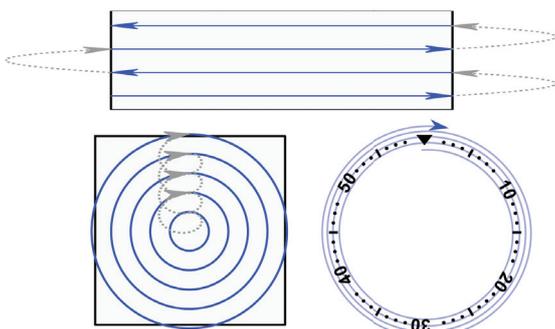


Abb. 1: Trajektorien (oben: linear, unten links kreisförmig, unten rechts spiralförmig über Lünette)

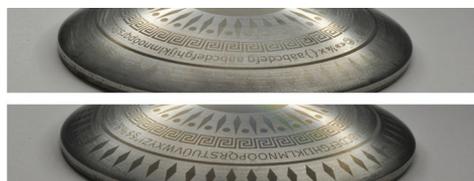


Abb. 2: Testmuster auf gewölbter Oberfläche (oben: ohne Fokusschaltung, unten: mit Fokusschaltung)