

# Optimierte Laser-Scan-Strategien für die mehrschichtige Bearbeitung von Oberflächen

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

Ultrakurzpulslaser (UKP) sind das ideale Werkzeug für die Mikrobearbeitung. Die BFH entwickelt UKP-Prozesse, mit welchen hochpräzise Bearbeitungen möglich werden. Zur Erhöhung der Präzision und Reduktion der Prozesszeit wurde die Ansteuerung neu implementiert. Dabei wurde die Verarbeitungskette der Prozessdaten neu strukturiert und die Wegtrajektorie neu definiert. Durch die Änderungen konnte die Produktivität bei gleicher Präzision um bis zu 400 % gesteigert werden.

## Umfeld

Die Basis dieser Arbeit ist das UKP-Laser-Bearbeitungssystem des Instituts ALPS. Die Laserpulse werden durch einen Galvometer-Scanner auf das Werkstück abgelenkt. In vorherigen Arbeiten wurde das Scan-System mit dem Laser synchronisiert, wodurch das Gesamtsystem die maximale Präzision erreicht. Ein nur unzureichend gelöstes Problem war, dass die Scan-Spiegel aufgrund der Beschleunigungen zu schwingen begannen.

## Vorbereitende Arbeiten

In einem ersten Schritt wurde die Scan-Trajektorie neu definiert. Anstelle der Linienbefehle werden nun Mikrovektoren verwendet, welche mit einer definierten Zyklen-Zeit abgearbeitet werden. Dadurch kann als zusätzliche Bedingung an die Bewegung die Limitierung des Rucks berücksichtigt werden, so dass sich das Schwingen der Spiegel reduziert. Weiter sollte die Bildinformationen in die Prozessplanung integriert werden. Durch die Analyse des Bildes sollten nicht zu markierende Bereiche am Bildrand ignoriert werden. Dadurch, dass sich die Markierstrecke reduziert, sollte auch die Prozesszeit sinken.

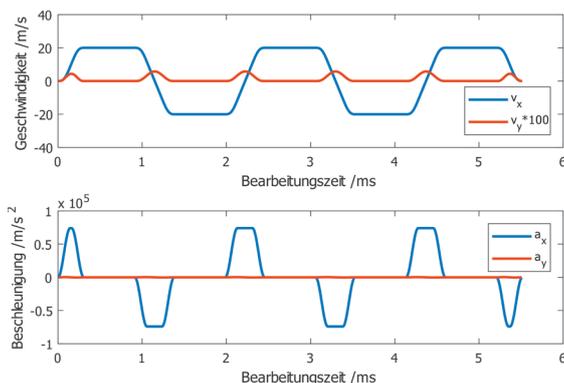


Abb. 1: Neu definierte Bewegungstrajektorie ohne Sprung bei der Wende

## Vorgehen

Die prototypenhaft umgesetzten Optimierungen sollten in einer neuen Anwendung implementiert werden. Es galt dabei die Performance des Systems zu maximieren. Dazu wurde der Kern der Anwendung in C++ entwickelt. Zusätzlich wurde eine GUI implementiert, welche auf dem Kern aufbaut. Zwischen den beiden Teilen werden keine grossen Datenmengen übertragen, sondern lediglich Kommandos und Parameter. Diese Massnahme trägt entscheidend zu einem effizienten Speichermanagement bei, dass das Kopieren grosser Datenmengen weitgehend vermeidet.

## Resultat

Die neue optimierte Wendetrajektorie (Abb. 1) verbessert die Präzision des Systems deutlich. Der Positionsfehler der einzelnen Pulse beträgt rund  $1 \mu m$ . Der Markierprozess kann nun unmittelbar nach der Wende des Laserstrahls starten, da keine ungewollten Schwingungen im Ablenssystem mehr angeregt werden. Durch diese Massnahmen konnte, die Bearbeitungszeit für das Lasern des Reliefs der Schweiz um einen Drittel gesenkt werden.

Zusätzlich Zeit kann durch das Optimieren der zu fahrenden Trajektorie basierend auf der Objektkontur eingespart werden. Das Einsparungspotential ist dabei abhängig von der zu erzeugenden Struktur. So konnte das Relief der Schweiz in einem Viertel der ursprünglichen Bearbeitungszeit erzeugt werden. Abb. 2 zeigt die Basisdaten und das resultierende Relief.

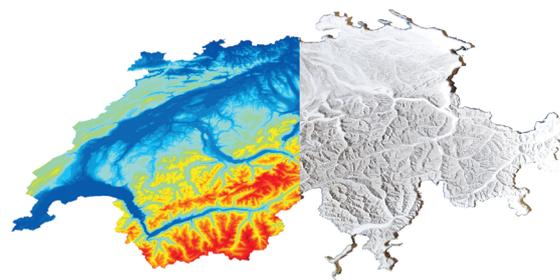


Abb. 2: Relief der Schweiz, Basisdaten links, das markierte Ergebnis rechts, Prozesszeit: 17 h statt 66 h



Markus Adrian Gafner  
markus.gafner@hotmail.com