



---

## ROBOTERBASIERTE UKP-STRUKTURIERUNG AUF FREIFORMFLÄCHEN

---

### Aufgabenstellung

Funktionale laserbasierte Oberflächenstrukturierungen werden derzeit in der Regel mittels hochpräziser 5-Achs-CNC-Maschinen und spiegelgeführter Laserstrahlung durchgeführt. Für die flexible Bearbeitung einer breiten Produktpalette bieten 6-Achs-Roboter eine kostengünstige Alternative. Aufgrund der geringen Absolutgenauigkeit kommerzieller Roboter ist jedoch eine sensorgestützte Kompensationsstrategie für die Mikrostrukturierung mit Genauigkeitsanforderungen  $< 10 \mu\text{m}$  erforderlich. Eine weitere Herausforderung besteht in der Faserführung der für die Präzisionsbearbeitung eingesetzten Ultrakurzpuls-Laserstrahlung in der Roboteranlage.

### Vorgehensweise

Bei der Strukturierung großer 3D-Bauteile erfolgt eine mathematische Zerlegung der Oberfläche in 2D-Patches, die Schicht für Schicht abgetragen werden. Um eine Textur ohne sichtbare Patchgrenzen zu erzeugen, müssen die Patches in jeder Schicht auf  $< 10 \mu\text{m}$  wiederholgenau positioniert werden. Zur Kompensation der unzureichenden Roboter-genauigkeit wird eine Sensorik für die Positionsvermessung und -korrektur entwickelt. Dazu wurde die Anlage mit einem globalen Messsystem sowie einer lokalen koaxial in den Laserstrahlengang integrierten Kamera ausgestattet. Durch »Optical Flow«-Algorithmen wird aus den Kamerabildern ein Verschiebungsvektor zwischen Soll- und Istposition berechnet und dieser durch Korrektur von Roboterposition und Scanvektoren ausgeglichen. Zur zeitsynchronen Regelung des Roboters, des Laserscanners und der Sensorik wird eine echtzeitfähige EtherCat SPS eingesetzt.

### Ergebnis

Für die Gesamtmaschinensteuerung und Kommunikation zwischen den Einzelsystemen wurde eine modulare Software aufgebaut. Mit dieser kann eine Neuzustellung des Roboters sowie eine Neuberechnung der Scanvektoren zur Kompensation der Positionsabweichungen erfolgen. Mit dem Kamera- und Beleuchtungssystem konnten in einem Testaufbau vorgegebene Verschiebungen in den aufgezeichneten Bilddaten mit einer Wiederholgenauigkeit  $< 1 \mu\text{m}$  reproduzierbar gemessen werden.

### Anwendungsfelder

Die 3D-Oberflächenstrukturierung findet Anwendung im Werkzeugbau, z. B. zur Herstellung von Designstrukturen oder Mikrostrukturen zur Oberflächenfunktionalisierung. Im Automobilbereich werden so optische und haptische Designstrukturen auf die Armaturen im Fahrzeuginnenraum aufgebracht.

Die Arbeiten werden im Rahmen des NRW-Projekts FOCUS unter dem Förderkennzeichen EFRE-0801603 durchgeführt.

### Ansprechpartner

Astrid Saßmannshausen M. Sc, DW: -638  
astrid.sassmannshausen@ilt.fraunhofer.de

Frederic Schulze B. Sc, DW: -8320  
frederic.schulze@ilt.fraunhofer.de

- 3 *Industrieroboter mit Laserscanner  
und koaxial integrierter Sensorik  
(Kamera und Fremdbeleuchtung 808 nm).*
- 4 *Strukturierte Oberflächentexturen.*