

Fertigungstechnologien

Die Fertigungstechnologien an der Ernst-Abbe-Hochschule sind ein sehr industrienaher Forschungsbereich. Zentral ist zum einen die **Werkstoffbearbeitung mittels Laser**: Markieren, Abtragen, Schweißen. Durch den Einsatz von Laserstrahlung können ganz neue Anwendungsgebiete erschlossen werden, insbesondere bei der Wahl des Materials. Zum anderen ist die **Werkzeug- und Zerspantechnik** ein Forschungsgebiet an der EAH. Hier liegen Erfahrungen zur optimalen Gestaltung von Werkzeugen und Technologien mittels Simulation und Experiment vor.

LASERMATERIALBEARBEITUNG

Die Weiterentwicklung von Werkstoffen in Wissenschaft und Industrie stellt wachsende Anforderungen an deren Bearbeitung. Konventionelle Verfahren stoßen hier häufig an ihre Grenzen oder sind gar nicht mehr einsetzbar. Das Erforschen von Wechselwirkungsprozessen zwischen dem Material und der Laserstrahlung steht im Fokus der Untersuchungen.

Durch die Verwendung von **Ultrakurzpuls (UKP) Lasern**, das heißt mit Pulsdauern von weniger als

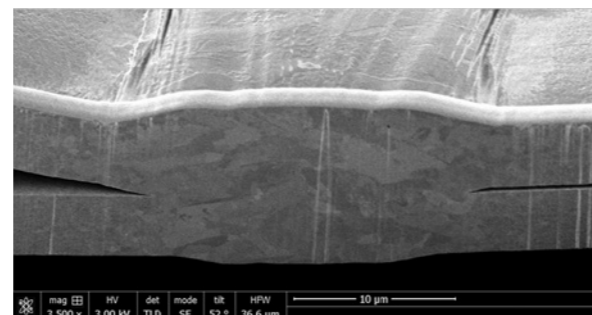
10 Pikosekunden, sind (nahezu) alle Werkstoffe bearbeitbar. Durch diese kurzen Pulse wird ein Aufheizeffekt des Grundmaterials während des Abtragprozesses weitestgehend verhindert. Daher treten ungewollte thermische Effekte, wie beispielsweise Schmelzerscheinungen oder Verfärbungen nicht auf. Das steigert die erreichbare Präzision und die Qualität des Abtrags im Vergleich zur Bearbeitung mit längeren Pulsdauern oder im kontinuierlichen Laserbetrieb.

Spezifikationen

- » Maximale Strukturiefen bis zu 2 mm
- » Minimale Strukturbreiten bis zu 20 µm
- » Oberflächen mit Rauheiten $R_q \geq 0,2 \mu\text{m}$
- » Formgenauigkeit $< 25 \mu\text{m}$
- » Abtragsraten bis zu $10 \text{ mm}^3/\text{min}$
- » Anwendbarkeit des Verfahrens bei Metallen, Kunststoffen und hartspröden Materialien



Mikrofluidikchip mit CrNi-Insert



FIB-Präparation einer Schweißverbindung von 5 µm starken Stahlfolien

Mit dem **Laserstrahl-Mikroschweißen** kann man auch bei geringen Materialstärken stoffschlüssige und prozesssichere Mikrofugeverbindungen realisieren. Gerade dort ist es schwierig thermisch induzierte Verformung zu vermeiden und eine sichere Verbindung zu gewährleisten. Mit der lokal stark begrenzten Energiezufuhr durch einen Laser und einer angepassten Prozessführung kann dem mit dem

Laserstrahl-Mikroschweißen begegnet werden. Mit der Entwicklung einer entsprechenden Spannvorrichtung können mit diesem Verfahren Materialstärken von bis zu 5 µm im sogenannten Nahtschweißen verbunden werden. Für das Mikroschweißen sind aufgrund des minimalen Energieeintrages nahezu alle Stähle sowie eisenfreie Metalle und Legierungen geeignet.

Spezifikationen

- » Materialstärken bis zu 5 µm
- » Geeignet für Stähle und Nichteisenmetalle
- » Hohe Prozesseffizienz & -sicherheit
- » Angepasste Prozessführung
- » Spannvorrichtungsentwicklung
- » Artgleiche und artfremde Verbindungen

Das **Beschriften oder Markieren mittels Laserstrahl** besitzt besonders im industriellen Einsatz eine große Bedeutung. Mit Hilfe des Lasers wird eine fälschungssichere, abriebfeste und dauerhafte Markierung erreicht, die mit konventionellen Mitteln nicht realisierbar wäre. In Abhängigkeit von Material, Strahlquelle und Prozessführung bewirkt das Verfahren einen Farbumschlag an der Bauteiloberfläche oder einen Materialabtrag.

Auch das Einschreiben ins Innere transparenter Werkstoffe ist durchführbar. 2D- und 3D-Beschriftungssysteme ermöglichen sowohl die Beschriftung von ebenen Formen als auch von Freiformflächen. An der EAH wird die Wirkung verschiedener Strahlquellen auf das Material und die Eigenschaften der entstehenden Markierung untersucht. Damit können auch neue Einsatzbereiche für das Laserstrahl-Beschriften erschlossen werden.



Glasbeschriftung mit UKP



Anlassfarbenmarkierung auf Titan

Spezifikationen

- » Strahlquellen: Festkörper-, Gas- und Ultrakurzpulslaser
- » Materialien: Metall, Glas, Keramik, Kunststoff, Holz, Leder, u.a.
- » 2D- und 3D-Oberflächenflächen
- » Gravur, Farbumschlag, Innenmarkierungen und Anlassfarben möglich
- » Mikro- bis Makrobauteile bearbeitbar
- » Beschriftung ab Losgröße 1

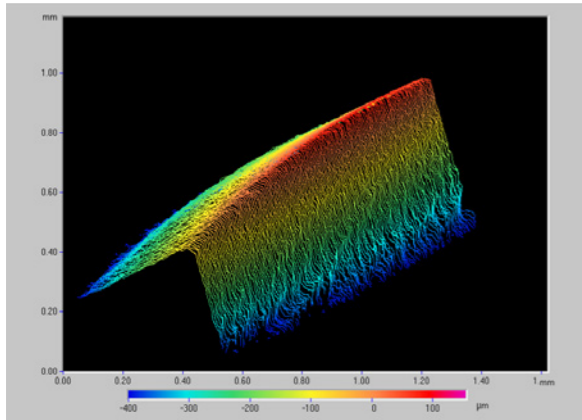
WERKZEUG- UND ZERSPANTECHNIK

Auf dem Gebiet der Werkzeug- und Zerspantechnik werden Möglichkeiten zur optimalen Gestaltung von Werkzeugen und Technologien für konkrete Bearbeitungsaufgaben untersucht.

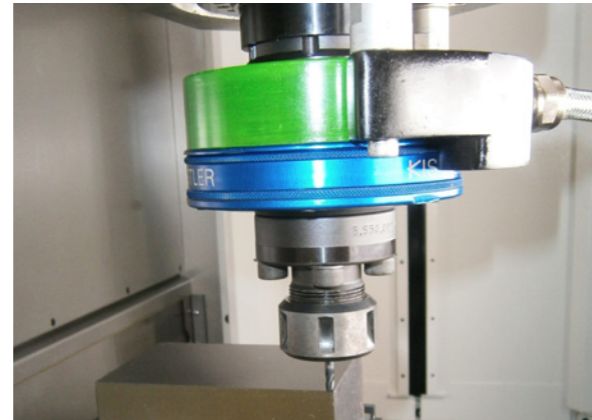
Um den experimentellen Aufwand einzugrenzen, kommt zur Vorausberechnung optimaler Konfigurationen und Parameter Simulationssoftware zur Anwendung. Erfahrungen liegen diesbezüglich mit der Modellierung von Zerspanvorgängen mittels der Finite-Elemente-Methode (FEM) und Computational Fluid Dynamics (CFD) vor. Die Validierung der Ergebnisse

sowie die genaue Abstimmung der Komponenten des Wirksystems erfolgen dann mittels Experiment. Zur Beurteilung des Fertigungsergebnisses werden relevante werkzeug- und werkstückseitige sowie prozessbegleitende Kenngrößen erfasst und ausgewertet.

Verfahrensseitig können in die Untersuchungen das Drehen, das Bohren und das Fräsen einbezogen werden. Auf dem Gebiet des FräSENS wurden bisher vor allem Lösungen für den Einsatz im Werkzeug- und Formenbau erarbeitet. Hierbei lag der Schwerpunkt auf der Optimierung von Werkzeugen.



Messprotokoll zur Beurteilung der Schneidengeometrie, Messgerät: MikroCAD Premium (GFM)



Versuchsaufbau zur Messung der Komponenten der Zerspankraft beim Fräsen, Messgerät: Rotierendes Schnittkraftdynamometer (KISTLER)

Spezifikationen

- » 3-Achs-CNC- und 5-Achs-CNC-HSC-Bearbeitung
- » Spindeldrehzahlen bis zu 28.000 min⁻¹ beim Fräsen
- » Beschleunigung der Vorschubachsen bis zu 2 g
- » maximal bearbeitbarer Bauraum von 450 mm x 600 mm x 200 mm beim Fräsen
- » Spindeldrehzahlen bis zu 3750 min⁻¹ beim Drehen
- » maximal bearbeitbare Werkstücklänge von 1095 mm und maximal bearbeitbarer Werkstückdurchmesser von 400 mm beim Drehen
- » Erfassung von Kraftkomponenten bis zu ± 10 kN
- » Erfassung von Beschleunigungen bis zu ± 5 g

Ausstattung

Lasermaterialbearbeitung

- » CO₂-Laser Rofin DC 020 Slablaser
- » UKP-Laser Trumpf TruMicro 5050
- » UKP-Laser Amplitude Satsuma HP2
- » 5-Achs-Laseranlage Trumpf TruLaser Cell 3000
- » Beschriftungslaser Keyence 30W 3D
- » Roboterzelle
- » Faserlaser SPI
- » Rofin 1,5 kW Faserlaser

Werkzeug- und Zerspantechnik

- » CNC-Dreh- und Frästechnik
- » Gleitschleifanlage
- » Messmikroskop
- » Form- und Rauheitsmessgerät
- » Schneidkantenmessgerät
- » Kraft- und Schwingungsmesstechnik
- » Simulationssoftware: DEFORM® 2D/3D, MSC Marc, LS-Dyna, ANSYS® Fluent

Kontakt Lasermaterialbearbeitung

Prof. Dr. Jens Bliedtner

Telefon +49 (03641) 205-444

E-Mail Jens.Bliedtner@eah-jena.de



Kontakt Werkzeug- und Zerspantechnik

Prof. Dr.-Ing. Marlies Patz

Telefon +49 (03641) 205-306

E-Mail Marlies.Patz@eah-jena.de