

R. Ebert, U. Löschner, L. Hartwig, S. Klötzer, J. Schille, A. Streek, T. Süß, H. Exner

Rapid Microtooling mit laserbasierten Verfahren - anlagentechnische Realisierung



Seit 2006 wird an der Hochschule Mittweida ein Forschungsvorhaben zur Untersuchung verschiedener Rapid Microtooling Verfahren im Rahmen der Innoprofile - Initiative vom BMBF gefördert. Hierzu wurden von der Forschungsgruppe bisher zwei Laseranlagen entwickelt und aufgebaut, die im Folgenden kurz vorgestellt werden sollen:

Multifunktionsanlage

Die Multifunktionsanlage wurde vollständig auf Granitbasis aufgebaut. Zur Entkopplung von äußeren Schallquellen wurde eine separate Schutzumhausung angebracht, welche keinen direkten Kontakt zum Granit hat (Abb. 1).

An der Anlage stehen an zwei Stationen wahlweise zwei Laserquellen für die Verfahren Lasermikrosintern, 3D Lasermikroschneiden und Lasermikrostrukturieren zur Verfügung (Tab. 1).

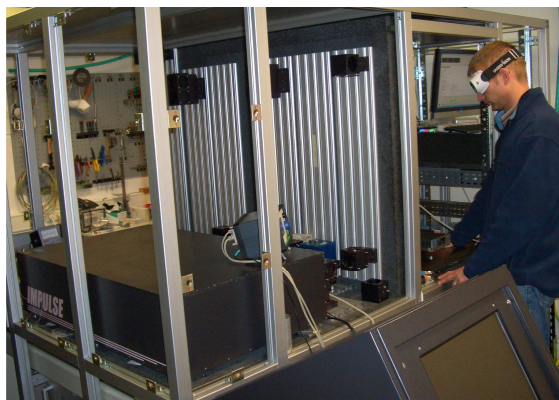


Abb.1: Multifunktionsanlage

Tab.1: Laserparameter

	Laser 1	Laser 2
Typ	fs - Faserlaser Impulse	Nd:YVO ₄ -Laser IS41-E
Wellenlänge	1030 nm	1060 nm
mittlere Leistung	bis 20 W (ohne Modulator)	bis 40 W (cw)
Repetitionsrate	0 - 25 MHz	0 - 40 kHz
Pulsenergie	bis 10 µJ	bis 3 mJ
min. Pulsdauer	300 fs (FHWM)	6 ns

Beide Laserquellen weisen eine hervorragende Strahlqualität auf, so dass eine Fokussierung auf einen Durchmesser von 17µm bei Verwendung einer 56mm Scanneroptik kein Problem darstellt (Abb. 2 u. 3). Zusätzlich stehen Scanner-Optiken mit 63 und 80mm Brennweite zur Verfügung. Die eingesetzten Scanner sind temperaturstabilisiert, wodurch eine hohe Langzeitpräzision gegeben

ist. Durch akustooptische Modulatoren im Strahlengang ist eine schnelle Steuerung der beiden Strahlen bis hin zu Einzelpulsen möglich. Zur Pulszeitmessung am fs-Laser wurde ein Autokorrelator integriert. Die Ansteuerung der Laser (Leistung, Frequenz) erfolgt von den jeweiligen Bearbeitungsstationen aus. Eine schrittsynchrone Bearbeitung ist möglich.

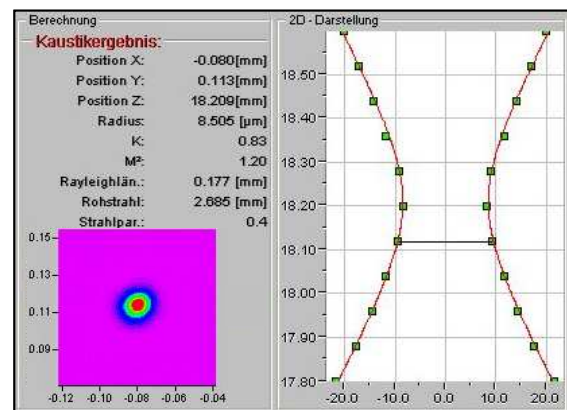


Abb.2: Strahlprofilmessung Laser 1, $M^2 = 1,20$

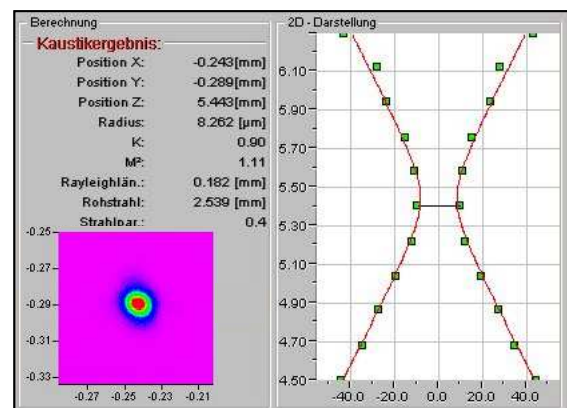


Abb.3: Strahlprofilmessung Laser 2, $M^2 = 1,11$

Die Integration eines weiteren ps - Laserstrahles mit einer Leistung > 20W in die Anlage wird derzeit vorbereitet.

Mikrobearbeitungs-Station

An der Mikrobearbeitungsstation kann die Relativbewegung zur Probe wahlweise mit Scanner oder xyz-Tisch erfolgen. Der Tisch zeichnet sich durch sehr hohe Präzision (Auflösung 10nm, Positioniergenauigkeit besser 1µm) und Dynamik (Linearantriebe) aus. Die synchrone Ansteuerung von Tisch und Scanner ist in Arbeit. Vertikale und horizontale Drehachsen stehen für die Bearbeitung ebenfalls zur Verfügung.

Die Fokussierung der Laserstrahlung kann alternativ zur Scanneroptik auch mit kurzbrennweitigen Spiegel- oder Gradientenoptiken erfolgen. Fokussdurchmesser im Bereich von 3-4µm sind dadurch realisierbar.

In die Bearbeitungsstation ist Messtechnik integriert, so dass während des Bearbeitungsprozesses sukzessive die Maßhaltigkeit geprüft werden kann.

Perspektivisch ist eine automatische Prozessrückkopplung geplant. Als Messtechnik steht angepasst auf den jeweiligen Anwendungsfall ein Triangulations- oder Konfokalsensor zur Verfügung (Tab. 2).

Tab.2: Sensorparameter

	Triangulation	Konfokal
Typ	LK-G32	Punktsensor CF4
Messabstand	30 - 50 mm	4 mm
Messbereich	10 mm	1 mm
z - Auflösung	< 1µm	< 0,025µm
Messoberfläche	streuend	reflektierend

Sinter-Station

Die Kammer an der Sinter-Station kann bis zu einem minimalen Druck 10^{-6} mbar evakuiert werden. Durch ein integriertes Massenspektrometer ist eine Prozesskontrolle hinsichtlich laserinduzierter Verdampfung möglich. In die Sinterkammer können verschiedene Kammerplattformen flexibel integriert werden. An die derzeitigen Plattform sind bis zu 6 Ringrakel montierbar (Abb. 4). Der Sinterbaureaum hat einen maximalen Durchmesser von 35mm und eine maximale Höhe von 50mm.

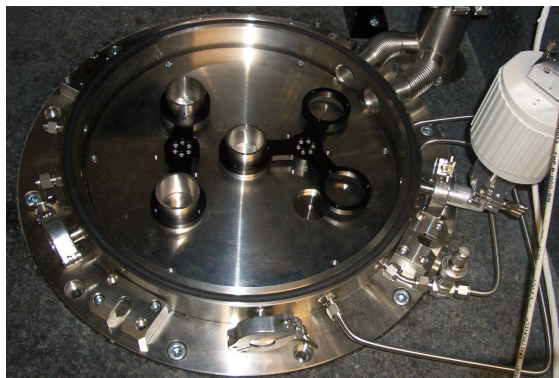


Abb. 4: Kammerplattform mit 5 Ringrakel

Anlage zum Mikropulverauftragschweißen

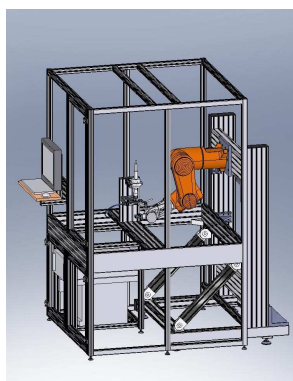


Abb. 5: Konstruktion

Die Anlage wurde unter Einbindung eines Präzisionsroboters aufgebaut (Abb. 5 und 6). Sie ist vollständig gekapselt und kann innen mit Wasser gespült werden. Der zugehörige Pulverförderer CPF1-VD ist speziell für Pulver bis zu Korngrößen $1\mu\text{m}$ ausgelegt. Die Laseroptik und die Pulverdüse sind feststehend, das zu bearbeitende Teil wird mit dem Roboter frei im Raum bewegt. Die Positioniergenauigkeit beträgt $\pm 20\mu\text{m}$. Als Laserquelle kommt ein Faserlaser zum Einsatz (Tab.3). Dieser bietet den Vorteil eines großen Parameterfeldes zur Optimierung des Prozesses.

Tab.3: Laserparameter

Typ	Faserlaser SE-M-20-10-1080-N-20-DC
Wellenlänge	1080 nm
mittlere Leistung	bis 20 W
Repetitionsrate	0 - 500 kHz, cw
Pulsenergie	bis 1 mJ
Pulsdauer	15 - 200 ns



Abb. 6: Anlage zum Mikropulverauftragschweißen

Ausblick

Derzeit wird eine weitere Anlage zur Hochrate-Mikrobearbeitung aufgebaut. Mit ihr sollen Flächenbearbeitungsraten von bis zu $50\text{ cm}^2/\text{s}$ bei Auflösungen von $50\mu\text{m}$ erreicht werden. An der Anlage wird eine Ultrakurzzeitkamera (hsfc-pro 4 Kanal plus) für die Prozessbeobachtung zur Verfügung stehen.

Statusseminar

Am **13.12.2007** findet an der Hochschule Mittweida von 10.00-16.00 Uhr das erste Stausseminar der Forschungsgruppe statt. Neben detaillierten Informationen zur Anlagentechnik wird der Stand der vier Verfahren:

- Lasermikrosintern
- 3D Lasermikroschneiden
- Mikropulverauftragschweißen
- Lasermikrostrukturieren

vorgestellt. Interessenten sind dazu herzlich eingeladen. Anmeldungen können unter ebert@htwm.de erfolgen.

Unser besonderer Dank gilt dem BMBF für die Förderung der Technologieentwicklung (03IP506) und allen kooperierenden Firmen für die sehr gute Zusammenarbeit.


UNTERNEHMEN
 Die BMBF-Innovationsinitiative
 Neue Länder **REGION**

Kontakt

R. Ebert
 Hochschule Mittweida (FH)
 Technikumplatz 17
 09648 Mittweida, Deutschland
 Tel.: 03727 581401 / Fax: 03727 581496
 E-Mail: ebert@htwm.de