



## IN-SITU-ANALYSE VON LASERBEARBEITUNGS-PROZESSEN MITTELS PUMP-PROBE-MIKROSKOPIE

### Aufgabenstellung

Bearbeitungsprozesse mittels ultrakurz gepulster (UKP) Laserstrahlung liefern qualitativ hochwertige Ergebnisse, bieten derzeit im Vergleich zu konventionellen Verfahren jedoch eine geringe Produktivität. Ansätze zur Steigerung der Produktivität mithilfe von Hochleistungsstrahlquellen basieren auf der Verwendung von hohen Pulswiederholungsraten zur schnelleren Strahlableitung, dem Einsatz von Pulsbursts sowie der Erzeugung von Multistrahlen zur Parallelbearbeitung. Bei der skalierten Materialbearbeitung können zusätzliche Akkumulations- und Abschirmungseffekte sowie eine veränderte Absorption auftreten. Um die Energiedeposition im Werkstück zu steuern, ist das Verständnis dieser Effekte unerlässlich. Die Pump-Probe-Mikroskopie bietet eine Analysemöglichkeit, um diese Anregungs-, Abschirmungs- und Akkumulationseffekte im Prozess zu beobachten.

### Vorgehensweise

Zur Beobachtung von Akkumulationseffekten wird ein Pump-Probesystem mit hohen Repetitionsraten und Burst-Konfiguration realisiert. Der Probepuls wird zur Schattenfotografie der durch den Pumpimpuls erzeugten Modifikation genutzt. Die vom Projektpartner TRUMPF GmbH & Co. KG speziell entwickelten UKP-Strahlquellen ermöglichen dabei die Schattenfotografie-

1 Hochrepetitives Pump-Probe-System (Bearbeitungsstation).

2 In-situ-Analyse von Multispots.

aufnahmen über einen besonders weit ausgedehnten Beobachtungszeitraum. Zur schnellen Strahlableitung wird ein Mikroskanner des Projektpartners LightFab GmbH genutzt.

### Ergebnis

Mit dem realisierten System können Abschirmungseffekte zwischen Burstpulsen auf Materialoberflächen mit einer Zeitauflösung von 300 fs analysiert werden. Im Volumen transparenter Materialien lassen sich zudem nichtlineare Absorptionseffekte untersuchen. Das System ist insbesondere für die Analyse der Puls-zu-Puls-Wechselwirkung für nahezu beliebig räumlich geformte Strahlverteilungen geeignet. Somit lassen sich unterschiedlichste maßgeschneiderte UKP-Abtragprozesse darstellen und in-situ analysieren.

### Anwendungsfelder

Das System bietet eine hochauflösende räumliche und zeitliche Prozessdiagnostik für hochrepetitive UKP-Prozesse an Oberflächen von nahezu allen Werkstoffen und darüber hinaus im Volumen transparenter Materialien. Die Anwendungsgebiete reichen von großflächigen Entschichtungsprozessen für die Glasindustrie über die Skalierung zur Herstellung von Mikrofluidiken für die Medizintechnik bis hin zur Erstellung kleinster Geometrien für die Halbleiterindustrie oder Bauteile für quantentechnologische Endanwendungen. Das diesem Bericht zugrundeliegende FuE-Vorhaben wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung BMBF im Rahmen der Förderinitiative »Femto Digital Photonic Production« (Femto DPP) unter dem Förderkennzeichen 13N13307 durchgeführt.

### Ansprechpartner

Martin Kratz M. Sc., DW: -581 | Prof. Arnold Gillner, DW: -148  
 martin.kratz@ilt.rwth-aachen.de | arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de