

DEFORMATION ULTRA-KURZER LASERPULSE DURCH OPTISCHE SYSTEME

Aufgabenstellung

Die Verwendung von Scansystemen hat sich in der Lasermaterialbearbeitung bewährt, stellt aber bei Bearbeitungsprozessen mit ultrakurzen Laserpulsen (< 1 ps) neue Anforderungen an die optischen Systeme zur Fokussierung der Strahlung hinter dem Scanner. Dispersion in Strahlführungs- und Formungsoptiken verursacht Verzögerungen zwischen Pulsund Phasenfront und führt zu einer scanwinkelabhängigen Deformation der Pulsfront. Als Konsequenz ergeben sich bei der Materialbearbeitung auf dem Werkstück lokal variierende Pulseigenschaften, die unerwünschte ortsabhängige Bearbeitungsergebnisse verursachen. Ziel ist, scanwinkelabhängige Pulsfrontdeformationen für optische Systeme zu simulieren sowie geeignete Methoden zur Kompensation zu entwickeln.

Vorgehensweise

Die vollständige Feldinformation bestehend aus Amplitude und Phase wird in der Beobachtungsebene hinter einem optischen System auf Basis wellenoptischer Methoden simuliert. Daraus werden sowohl die Puls- als auch die Phasenfront extrahiert, deren zeitliche Differenz berechnet und schließlich die Deformation bzw. die Verkippung der Pulsfront in Bezug auf die Phasenfront bestimmt.

Ergebnis

Erste Simulationen zeigen, dass die Pulsfront eines Laserpulses, der eine f-Theta-Optik unter einem Winkel durchläuft, gegenüber der Propagationsrichtung verkippt ist. Dieser sogenannte Pulsfront-Tilt ist scanwinkelabhängig. Deformation und Verkippung der Pulsfront führen zu einer signifikanten Verlängerung der Pulsdauer im Fokus sowie einer Vergrößerung des Fokusvolumens.

Anwendungsfelder

Die Simulationen ermöglichen eine Abschätzung des Einflusses optischer Systeme auf das Fokussierverhalten und damit auf den Materialbearbeitungsprozess. Weitere Schritte bestehen darin, das beschriebene Analyseverfahren in den Designprozess optischer Systeme zu integrieren, um scanwinkelabhängige Effekte der Pulsdeformation zu reduzieren.

Ansprechpartner

M.Sc. Lasse Büsing Telefon +49 241 8906-359 lasse.buesing@ilt.fraunhofer.de

Dr. Jochen Stollenwerk Telefon +49 241 8906-411 jochen.stollenwerk@ilt.fraunhofer.de

¹ Räumliche Intensitätsverteilung eines fokussierten Laserpulses zu verschiedenen Zeiten.