



## ULTRAKURZPULS-LASER- STRAHLQUELLE BEI 3,4 $\mu\text{m}$ FÜR DIE BEARBEITUNG VON POLYMEREN

### Aufgabenstellung

Die Wellenlänge eines Lasers kann für die Effizienz und Qualität von Laserbearbeitungsprozessen entscheidend sein. Beispielsweise weisen verschiedene Polymere eine ausgeprägte Absorption bei einer Wellenlänge von 3,4  $\mu\text{m}$  auf. Dieser Wellenlängenbereich wird jedoch von kommerziell etablierten Lasern, z. B. Festkörper- und Faserlasern, nicht adressiert. Dagegen ist die Transmission von Polymeren in dem gut erschlossenen Wellenlängenbereich bei 0,5  $\mu\text{m}$  oder 1  $\mu\text{m}$  sehr groß, was das Einbringen von Energie in Material erschwert.

Im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts IMPULS werden INNOSLAB-basierte modulare ps-Laser hoher Leistung für eine kosten- und leistungseffiziente Ultrakurzpulslaserbearbeitung mit absorptionsangepassten Wellenlängen untersucht. Für die effiziente Bearbeitung von Polymeren wird die Ausgangswellenlänge dieser Laser mittels nichtlinearer Frequenzkonversion gezielt an das Absorptionsmaximum der Polymere angepasst.

### Vorgehensweise

Im Projekt IMPULS werden verschiedene konzeptionelle Ansätze für die parametrische Frequenzkonversion von 1  $\mu\text{m}$  nach 3,4  $\mu\text{m}$  untersucht. Diese bestehen aus einem optisch-parametrischen Generator sowie optional aus einem oder mehreren nachgeschalteten optisch-parametrischen Verstärkern, in denen PPLN-Kristalle mit großen Aperturen als nichtlineare Medien zum Einsatz kommen.

### Ergebnis

Auf Basis eines dreistufigen, parametrischen Frequenzkonverters wurde eine Strahlquelle mit einer mittleren Ausgangsleistung von 15 W bei einer Emissionswellenlänge von 3,4  $\mu\text{m}$ , einer Pulsdauer von 10 ps und Pulsfrequenzen von 300 kHz bis 1 MHz realisiert.

### Anwendungsfelder

Die hier entwickelte Strahlquelle kann zum Strukturieren und Schneiden von Polymerfolien, z. B. PE, PEN und PP, eingesetzt werden. Die Analyse von parametergleichen Schneidexperimenten bei 1  $\mu\text{m}$  und 3,4  $\mu\text{m}$  Wellenlänge zeigt, dass durch die optimierte Wellenlänge Schnitte bei 20- bis 50-fach geringerer Leistung möglich sind. Außerdem zeigen Schnittkanten bei einer Prozesswellenlänge von 1  $\mu\text{m}$  aufgrund des höheren Wärmeeintrags eine ausgeprägte Neigung zu Farbumschlägen. Dies tritt bei einer Wellenlänge von 3,4  $\mu\text{m}$  nicht oder nur in deutlich vermindertem Maße auf.

Das diesem Bericht zugrundeliegende FuE-Vorhaben wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 13N13966 durchgeführt.

### Ansprechpartner

Dr. Sebastian Nyga  
Telefon +49 241 8906-123  
sebastian.nyga@ilt.fraunhofer.de

Dr. Bernd Jungbluth  
Telefon +49 241 8906-414  
bernd.jungbluth@ilt.fraunhofer.de

### Schnittfuge in PEN-Folie:

- 2 ... nach Laserschnitt mit 3,4  $\mu\text{m}$  Wellenlänge.
- 3 ... nach Laserschnitt mit 1  $\mu\text{m}$  Wellenlänge.