

## MODELLIERUNG UND SIMULATION DER ERZEUGUNG OPTISCHER FILAMENTE MIT UKP-LASERSTRAHLUNG

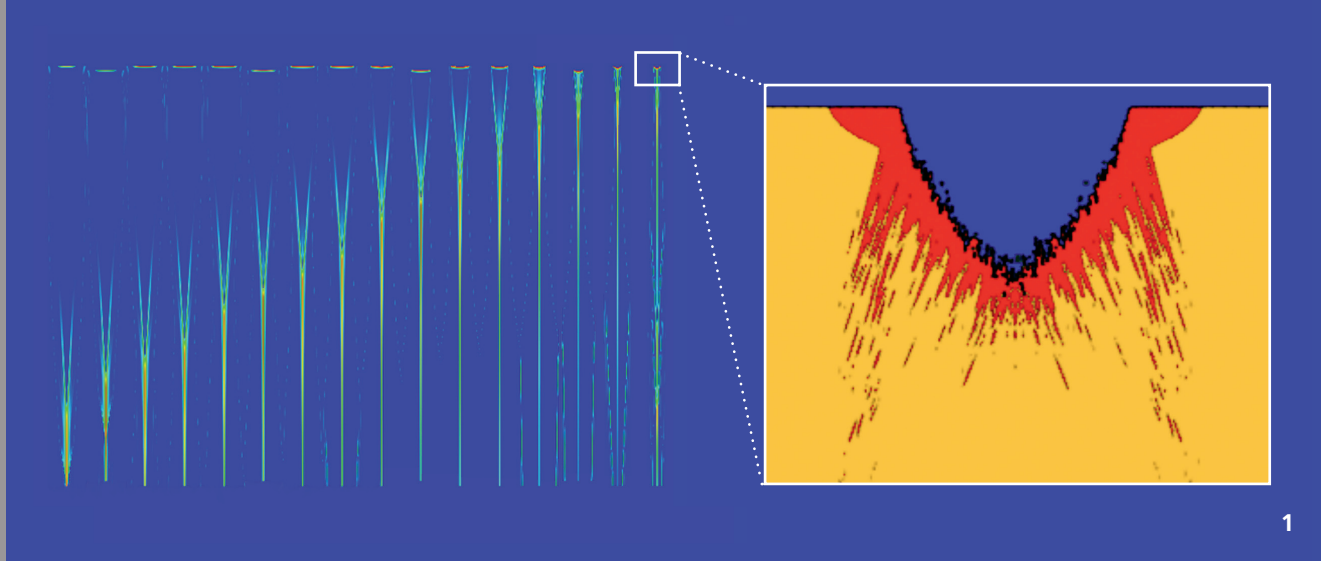
### Aufgabenstellung

Bei der Bestrahlung (semi-)transparenter Werkstoffe mit ultrakurz gepulster Laserstrahlung lassen sich Filamentstrukturen (d. h. Modifikationen mit großer Ausdehnung in Propagationsrichtung und stark begrenzter Ausdehnung senkrecht dazu) im Materialvolumen erzeugen. Im Experiment ist der Einfluss von technischen Parametern auf die Entstehung und Ausprägung der optischen Filamente zwar prinzipiell mit entsprechendem Aufwand untersuchbar, die physikalischen Ursachen und Mechanismen bleiben jedoch ohne die unterstützende Erläuterung eines numerischen Modells verborgen. Daher sind mathematisch-physikalische Modelle und deren numerische Implementation (Simulation) essenzielle Werkzeuge, um Anwendern die systematische Erforschung von Filamentstrukturen zu ermöglichen.

### Vorgehensweise

Der bereits bestehende Simulationscode zur Beschreibung der nicht-linearen Absorption, Propagation und Ablation wird um den Effekt der Selbstfokussierung erweitert und ermöglicht so die Beschreibung der Filamentbildung wie auch die Untersuchung parametrischer Abhängigkeiten dieser Ausbildung.

1 Simulierte Filamente und Abtrag unter Variation der Fokusslage (Ausschnitt: vergrößerte Abtragskontur).



1

### Ergebnis

Der erweiterte Simulationscode zeigt sowohl in der Beschreibung des Abtrags dielektrischer Werkstoffe als auch in der Beschreibung von durch optische Filamente hervorgerufenen Modifikationen im Materialvolumen eine hervorragende Übereinstimmung mit experimentellen Befunden. Die neu erworbenen Möglichkeiten wurden bereits dazu eingesetzt, den im Labor experimentell untersuchten Einfluss parametrischer Variationen (z. B. Fokuslagenvariation) auf optische Filamente im Rahmen einer numerischen Berechnung wiederzugeben (siehe Ausschnitt Bild 1).

### Anwendungsfelder

Für die adäquate Nutzung bzw. nutzungsgerechte Beeinflussung der Filamentbildung bei Laserfertigungsverfahren wie dem Filamentschneiden und der In-Volume-Materialmodifikation (z. B. dem Schreiben von Wellenleitern) sind das erstellte numerische Werkzeug und die daraus abgeleiteten Kenntnisse der physikalischen Mechanismen von wesentlicher Bedeutung.

### Ansprechpartner

Dipl. Phys. Urs Eppelt  
 Telefon +49 241 8906-163  
 urs.eppelt@ilt.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Lisa Bürgermeister  
 Telefon +49 241 8906-610  
 lisa.buergermeister@ilt.fraunhofer.de