



2

## ABSENKUNG DER REPETITIONSRATE VON MODENGEKOPPELTEN ULTRA-KURZPULS-FASERLASERN

### Aufgabenstellung

Ultrakurzpuls-Laser finden ein immer größer werdendes Anwendungsfeld in der industriellen Materialbearbeitung. Als Seedquelle für Hochleistungssysteme werden häufig modengekoppelte Faserlaser eingesetzt, deren Repetitionsrate typischerweise im Bereich um ca. 50 MHz liegt und damit für viele Anwendungen in der Materialbearbeitung zu hoch ist. Zur Absenkung der Repetitionsrate können aktiv gesteuerte Pulspicker verwendet werden, wodurch die Komplexität des Systems erhöht wird und die Effizienz sinkt. Um dies zu umgehen, soll ein rein passiver Resonator entwickelt werden, der direkt Repetitionsraten um 10 MHz liefert.

### Vorgehensweise

Unter Berücksichtigung der Einflüsse von Dispersion, nichtlinearen Effekten, Verstärkung und Verlusten im Resonator auf die zeitlichen und spektralen Eigenschaften der Pulse wird zunächst eine theoretische Untersuchung mit einer semianalytischen Simulation durchgeführt.

Auf Basis dieser Ergebnisse wird zunächst ein passiv modengekoppelter Faserresonator mit einer Repetitionsrate von ca. 30 MHz, einer Pulsenergie von 0,5 nJ und einer Pulsdauer von 45 ps realisiert. Zur weiteren Verringerung der Repetitionsrate wird die Resonatorlänge vergrößert. Hierzu werden verschiedene Methoden untersucht. Zur Erreichung eines hohen Integrationsgrads wird die Verwendung einer Hohlkernfaser favorisiert.

### Ergebnis

Durch eine Verlängerung des Resonators werden Repetitionsraten um 10 MHz erreicht. Dabei werden die weiteren Pulsparameter nicht beeinflusst.

Für einen Einzelpuls existieren in einer Faser Limits in Bezug auf die maximal erreichbare Pulsspitzenleistung. Diese Limits können unter Verwendung einer externen Nachverstärkung nach dem Prinzip der Divided Pulse Amplification (DPA) umgangen werden. Als Konzeptstudie wurde dies für eine einstufige DPA demonstriert.

### Anwendungsfelder

Die demonstrierten Parameter ermöglichen den effizienten Einsatz in der Mikro- und Nanofertigung. Mit dem untersuchten Konzept kann die Repetitionsrate bei effizientem Laserbetrieb an die jeweilige Anwendung angepasst werden.

### Ansprechpartner

Patrick Baer M.Sc.  
Telefon +49 241 8906-8251  
[patrick.baer@ilt.fraunhofer.de](mailto:patrick.baer@ilt.fraunhofer.de)

Dipl.-Phys. Oliver Fitzau  
Telefon +49 241 8906-442  
[oliver.fitzau@ilt.fraunhofer.de](mailto:oliver.fitzau@ilt.fraunhofer.de)