

*Titel: Aufbau und Optimierung eines kompakten und leistungsfähigen fs-Diodenlasersystems*

Dipl.-Ing. Tobias Schlauch, Lehrstuhl für Photonik und Terahertztechnologie

Kurzpulslaser kommen in vielfältigsten Anwendungen zum Einsatz, wie z. B. in der Materialbearbeitung oder der medizinischen Bildgebung, aber auch als Quelle zur Erzeugung von THz-Strahlung oder in der optischen Nachrichtentechnik. Die bedeutendste Gruppe kommerzieller Kurzpulslaser bilden die Festkörperlaser, deren Spezifikationen hinsichtlich Pulsdauer und vor allem Pulsleistung kaum zu übertreffen sind. Dennoch besitzen sie einen großen Nachteil durch ihre Komplexität, da sie optisch durch einen zweistufigen Prozess gepumpt werden. Halbleiterlaser können direkt elektrisch gepumpt werden, so dass sie eine kompakte und kostengünstige Alternative zu Festkörperlasern darstellen.

Diese Arbeit behandelt den Aufbau eines neuartigen, passiv modengekoppelten fs-Diodenlasersystems und die Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich seiner Kompaktheit, der Pulsdauer und der Pulsleistung. Das System besteht aus einem externen Laserresonator, einem optischen Trapezverstärker und einem kompakt aufgebauten externen Pulskompressor.

Der Resonator in FTECAL (Fourier-Transform External Cavity Laser)-Geometrie bildet das Kernstück des Lasers. Sein Aufbau ermöglicht das resonatorinterne Eingreifen in die Laserdynamik, wie es in gängigen Festkörperlasern ebenfalls zur Anwendung kommt. Die Zuhilfenahme der SHG-FROG-Messung (Second Harmonic Generation – Frequency-Resolved Optical Gating) ermöglicht hierbei eine Analyse des Einflusses der unterschiedlichen geometrischen und elektrischen Parameter auf die Eigenschaften der Lichtpulse.

Der Trapezverstärker ist notwendig, um die durchschnittliche optische Leistung von wenigen mW auf einen Wert im W-Bereich zu erhöhen.

Die emittierten Laserpulse weisen aufgrund der Kopplung von Real- und Imaginärteil der Suszeptibilität des Halbleiters einen stark ausgeprägten Chirp auf. Da der Chirp die direkte Erzeugung von fs-Pulsen nicht zulässt, ist der externe Pulskompressor zur Kompensation dieses unabdingbar. Hinter dem Gesamtsystem wurden Pulse mit einer Wiederholrate von 345 MHz und Pulsleistungen von 6.5 kW gemessen, die für ein Diodenlasersystem den weltweiten Spitzenwert bilden.

Die Funktionsfähigkeit der Lasers wurde zudem in einem THz Time-Domain Spektrometer demonstriert, in welchem ein Titan-Saphir-Laser erfolgreich ersetzt wurde.

Neben der Analyse und der Optimierung der Pulscharakteristika lag ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit auf der kompakten Bauform des Lasersystems. Unter Berücksichtigung der zuvor gewonnenen Erkenntnisse wurde dieses auf einem kleinen und tragbaren Breadboard (30cm·30cm) aufgebaut. Der Großteil der mechanischen Komponenten wurde speziell für das System angefertigt. Neben der passiv gekühlten Laserdiode des Resonators verfügt der Trapezverstärker über eine aktive Wasserkühlung.