

Jenaer Laserphysiker verzehnfachen Pulsspitzenleistung Thulium-basierter Ultrakurzpusfaserlaser und erhalten Preis auf US-amerikanischer Konferenz

Ultrakurze Pulse bei einer Wellenlänge um 2 μm sind interessant für eine Vielzahl technischer und wissenschaftlicher Applikationen. Sie bieten einen optimalen Startpunkt für die direkte nichtlineare Frequenzkonversion in den mittleren infraroten Wellenlängenbereich (3-5 μm) oder für die Erzeugung kohärenter Röntgenstrahlung (wenige nm). Auf der Basis von Thulium-dotierten Großkernfasern sind am Institut für Angewandte Physik bereits in der Vergangenheit leistungsstarke, gepulste Lasersysteme um 2 μm Emissionswellenlänge mit hoher Repetitionsrate und Pulsspitzenleistungen im Bereich von 100 MW entwickelt worden. Im Zuge detaillierter Untersuchungen zur Verstärkungscharakteristik Thulium-dotierter Großkernfasern konnte nun ein Ultrakurzpuslaserlasersystem realisiert werden, welches Pulsspitzenleistungen von bis zu 2 GW mit 200 fs-Pulsen bei einer Durchschnittsleistung von 28 W erreicht [1]. Die zehnfache Steigerung des Pulsspitzenleistungsrekordes für Thulium-basierte Faserlaser ist ein wichtiger Schritt innerhalb der Evolution dieser Systeme, von welchen zukünftig erwartet wird, noch größere Pulsspitzenleistungen als die hochentwickelten Ytterbium-basierten Faserlaser zu erreichen.

Basierend auf den den am Institut für Angewandte Physik neu entwickelten Thulium-basierten Ultrakurzpusfaserlasern konnten Experimente zur nichtlinearen Pulsverkürzung durchgeführt werden. Konkret wird dabei das Pulsspektrum durch die Propagation innerhalb einer gasgefüllten Hohlkernkapillare verbreitert und der Laserpuls anschließend dispersiv auf wenige optische Zyklen verkürzt. Dieses Konzept ist wie das des Faserlasers hochleistungstauglich. Daher eignet sich die Kombination Thulium-basierter Faserlaser mit nichtlinearer Kompression ausgesprochen gut zur Realisierung intensiver Laserpulse um 2 μm Wellenlänge mit wenigen optischen Zyklen und bei hoher Repetitionsrate. Eine Laserquelle mit derartigen Eigenschaften ist sehr interessant für wissenschaftliche Anwendungen wie beispielsweise die Erzeugung hoher harmonischer Ordnungen der Laserfrequenz mit viel Photonenfluss. In dem durchgeführten Kompressionsexperiment konnte eine Pulskompression auf 46 fs (sieben optische Zyklen) Pulsdauer und 4 GW Pulsspitzenleistung bei 15 W Durchschnittsleistung realisiert werden. Diese Ergebnisse wurden kürzlich auf der Fachkonferenz „Advanced Solid State Lasers“ in Boston, USA vorgestellt. Dort honorierte eine Fachjury den wissenschaftlichen Gehalt sowie die Präsentation der Arbeit durch Martin Gebhardt mit einem „Outstanding Student Presentation Award“.

[1] C. Gaida et al., "Thulium-doped fiber chirped-pulse amplification system with 2 GW of peak power," Opt. Lett. 41, 4130-4133 (2016)