

Dissertationsthema:

Analyse Ytterbium-dotierter Materialien für den Einsatz in ultrakurzgepulsten Scheibenlasersystemen

Katrin Sarah Wentsch

Ultrakurzpuls-Laserstrahlquellen mit hohen Spitzen- und Ausgangsleistungen sind derzeit Gegenstand zahlreicher Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Diese Laser-systeme werden zum Beispiel in der Materialbearbeitung, in der Medizin und im wissenschaftlichen Bereich eingesetzt. Das Konzept des modengekoppelten Scheibenlasers ist dazu prädestiniert, die Anforderungen an hohe Ausgangs- und Pulsspitzenleistungen direkt aus einem Hochleistungsoszillator ohne zusätzliche Verstärkerstufen zu ermöglichen.

Durch die Scheibengeometrie des laseraktiven Mediums, typischerweise mit einer Dicke im Bereich von 100 bis 300 μm und einem Durchmesser von 6 bis 20 mm, wird eine effektive Wärmeabfuhr erreicht, um gute Strahlqualitäten bei hohen Ausgangsleistungen zu erzielen. Durch das dünne laseraktive Medium sind bei hohen Spitzenleistungen nichtlineare Effekte vernachlässigbar. Die Kombination aus Scheibenlaser und sättigbarem Halbleiterspiegel (SESAM) bildet ein System, das über die Flächen der Moden auf der Scheibe und dem SESAM leistungsskalierbar ist. Es ermöglicht hohe Ausgangsleistungen bei kurzer Pulsdauer.

Im Rahmen der Arbeit wurde das Potenzial (neuartiger) Ytterbium-dotierter Laserkristalle für den Einsatz in passiv modengekoppelten Scheibenlaseroszillatoren untersucht. Folgende Laserkristalle wurden nach Materialeigenschaften wie z. B. der thermischen Wärmeleitfähigkeit und der Emissionsbandbreite, die hohe Ausgangsleistungen und ultrakurze Pulsdauern im Bereich von Pikosekunden (10^{-12}) und Femtosekunden (10^{-15}) ermöglichen, selektiert und eingehender analysiert: $\text{Yb:Sc}_2\text{SiO}_5$, Yb:CaGdAlO_4 , Yb:CaF_2 und $\text{Yb:Lu}_2\text{O}_3$.

Die Eignung dieser Kristalle im Dauerstrichbetrieb wurde durch maximale Ausgangsleistungen von 280 W für $\text{Yb:Sc}_2\text{SiO}_5$, 152 W für Yb:CaGdAlO_4 , 250 W für Yb:CaF_2 und 670 W für $\text{Yb:Lu}_2\text{O}_3$ gezeigt. In passiv modengekoppelten Scheibenlaser-oszillatoren wurde mit $\text{Yb:Sc}_2\text{SiO}_5$ eine mittlere Ausgangsleistung von 27,8 W bei einer Pulsdauer von 298 fs demonstriert. Mit Yb:CaGdAlO_4 wurden bei 300 fs 28 W bzw. bei einer kürzeren Pulsdauer von 197 fs 20 W demonstriert.