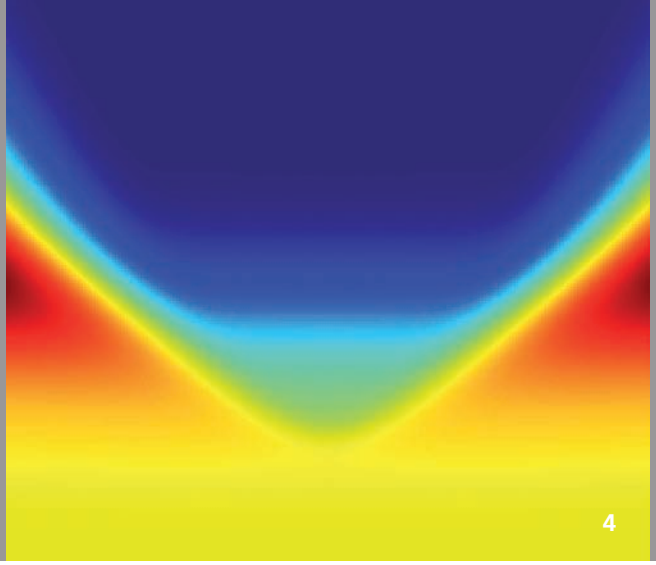


MODELLIERUNG VON QUASI-DREI-NIVEAU-LASERKRISTALLEN

Aufgabenstellung

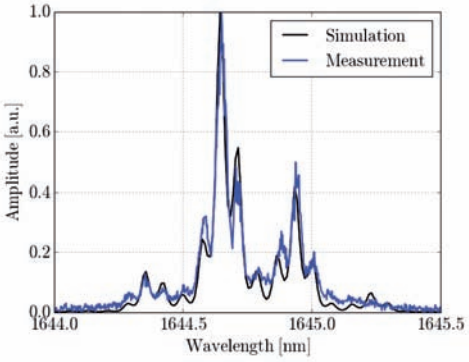
Gepulste, resonant gepumpte Quasi-Drei-Niveau-Laser im Nanosekundenbereich haben viele Anwendungsfelder: Materialbearbeitung, Fernerkundung, Wissenschaft und Militär. Bei solchen Lasermedien ist die Pumplichtabsorption intensitätsabhängig und es findet durch Laseremission eine räumliche Umverteilung der Anregung statt. Durch diese erhöhten Abhängigkeiten ist eine Optimierung mit analytischen oder eindimensionalen numerischen Modellen kaum möglich.

Vorgehensweise

Die Eigenschaften relevanter Quasi-Drei-Niveau Lasermedien werden in eine Simulation abgebildet. Hierbei werden numerisch die Ratengleichungen im Lasermedium für den gepulsten Betrieb in drei räumlichen, einer zeitlichen und optional auch in einer spektralen Dimension gelöst. Neben Materialparametern der Kristalle können auch deren Temperatur sowie Resonatorparameter vorgegeben werden. Unter Berücksichtigung der räumlichen Verteilung von Pump- und Laserstrahlung ist dann eine Optimierung der Parameter wie Dotierung, Kristalldimensionen, Wirtskristall und Resonatordesign möglich.

Ergebnis

Das implementierte Modell wurde genutzt, um im Rahmen eines Projekts mit dem DLR spektrale Eigenschaften eines Er:YAG-Lasers zu erklären (siehe Grafik) und dessen Auslegung zu optimieren. Für ein MOPA-System zur Kohlenstoffdioxid-Detektion wurden in Projekten mit dem DLR und der ESA verschiedene Holmium bzw. Erbium dotierte Kristallsysteme nachgebildet, um das optimale Verstärkungsmedium für den Anwendungsfall zu finden. Literaturdaten konnten reproduziert werden und das genannte System befindet sich nun im experimentellen Aufbau. Zudem konnten verschiedene Methoden zur Erzeugung von Pulsfolgen verglichen und verbessert werden.



Vergleich eines gemessenen Laserspektrums mit der Simulation.

Anwendungsfelder

Neben Auslegung neuer Strahlquellen können auch über den Vergleich experimenteller Messwerte mit dem Modell bestehende Systeme analysiert, besser verstanden und optimiert werden.

Ansprechpartner

M.Sc. Philipp Kucirek
Telefon +49 241 8906-8108
philipp.kucirek@ilt.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Marco Hoefer
Telefon +49 241 8906-128
marco.hoefer@ilt.fraunhofer.de

3 Gepumpter Er:YAG-Kristall in einer Wärmesenke.

4 Falschfarbenbild der Anregung in einem Ho:YLF-Kristall nach einem Laserpuls.

Änderungen bei Spezifikationen und anderen technischen Angaben bleiben vorbehalten. 04/2014.