

Innovatives Software-Tool zum Design von Q-switch-Lasern

(Christoph Pflaum, Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies, SAOT)

Technologie

Die Schwierigkeit bei der Herstellung von Festkörperlaser besteht darin, eine vorgegebene Leistung, Strahlqualität und bei gepulsten Lasern zusätzlich eine vorgegebene Pulsdauer zu erhalten. Insbesondere ist es oft nicht möglich, gleichzeitig eine

- hohe Strahlqualität,
- hohe Leistung und
- kurze Pulsdauer

zu erreichen. Stand der Technik bei der numerischen Simulation von Festkörperlaser sind die Gauss-Moden-Analyse, die numerische Lösung der skalaren Ratengleichungen und die Beam-Propagation-Methode (BPM) mit dem Iterationsverfahren von Fox und Li. Mit diesen drei Verfahren ist es nicht möglich, die Strahlqualität von Festkörperlaser zu berechnen. Insbesondere gibt das BPM-Verfahren nur einen Hinweis auf die Modenform, nicht aber auf den genauen Wert der Strahlqualität von insbesondere Q-switch Laser.

An der SAOT wurde daher ein innovatives Berechnungsverfahren von Festkörperlaser im cw- und Q-switch-Betrieb entwickelt. Dieses beruht auf einer dynamischen Multimoden-Analyse^{1,2} von Gauss-Moden (siehe Abbildung 1). Zur Berechnung der Strahlqualität und der Leistung von Hochleistungslaser wurden sogenannte Super-Gauss-Moden entwickelt, die eine genaue und schnelle Berechnung auch bei Lasern mit großem M^2 ermöglichen.

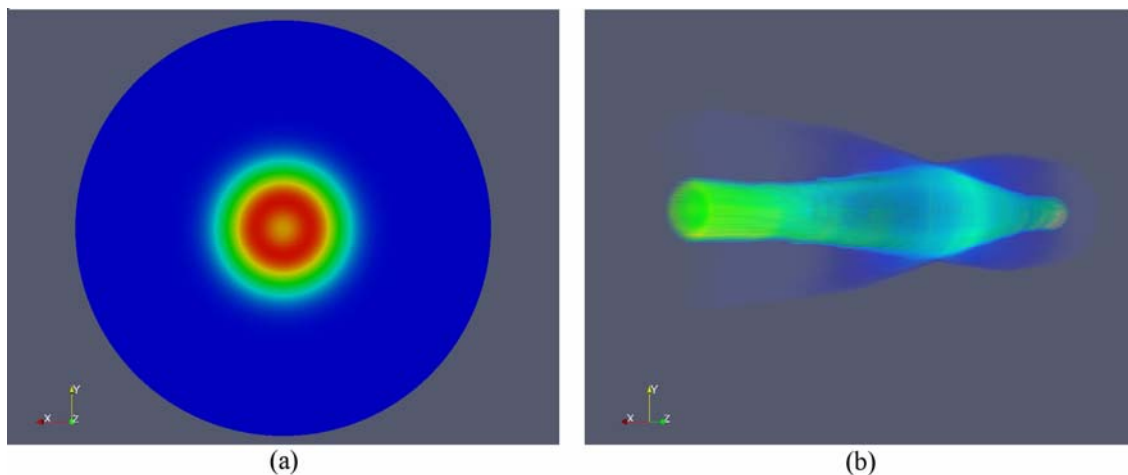


Abbildung 1: Berechnungen mit der dynamischen Multimodenanalyse (DMA)

a) Berechnetes Strahlprofil eines Lasers im cw-Betrieb.

Berechnetes M^2 : 1.6 (cw), 1.0 (Q-switch)

b) zugehörige Populationsinversionsdichte.

¹ B.Heubeck,C.Pflaum, Numerical Simulation of Multiple Modes in Solid State Lasers. Proceedings SPIE 6190 (2006).

² M. Wohlmuth, C. Pflaum, K. Altmann, M. Paster, and C. Hahn. Dynamic multimode analysis of Q-switched solid state laser cavities, Optics Express , Vol. 17, Issue 20, (2009).

Software

Das an der SAOT entwickelte Verfahren zur Berechnung der Strahlqualität von Festkörperlasern ist in der Software

Advanced Software Laser Design (ASLD)

integriert. ASLD ist eine innovative Laser-Design-Software für Festkörperlaser. Sie zeichnet sich aus durch

- einfache Bedienbarkeit (moderne graphische Oberfläche),
- geringe Simulationszeiten (wichtig bei Parameteranalyse) und
- genaue Berechnung von Strahlqualität, Leistung und Pulsdauer.

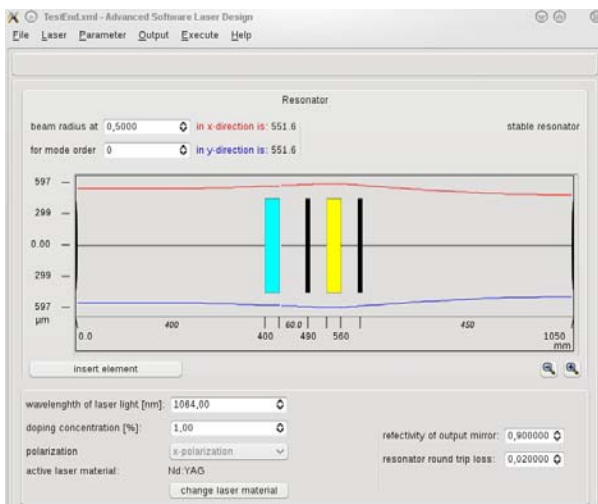
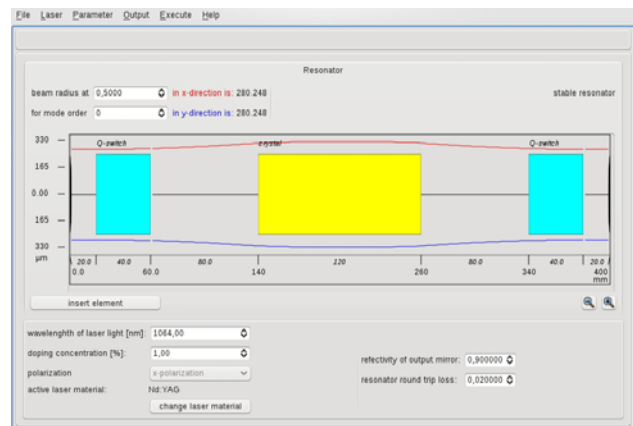


Abbildung 3 : Graphische Oberfläche der Software ASLD: Seitlich gepumpter Laser.

Abbildung 2 : Graphische Oberfläche der Software ASLD: Endgepumpter Laser.



Die Software ASLD wird kontinuierlich weiterentwickelt und berücksichtigt komplexe physikalische Vorgänge in Festkörperlasern. Der jetzige Stand der Software enthält:

- Berechnung von endgepumpten und seitlich gepumpten Lasern,
- frequenzabhängiges Absorptionsverhalten des Laserkristalls,
- Berechnung der Stabilität des Lasers und dessen Strahldurchmesser,
- Schnelle Berechnung von thermischen Effekten mit Hilfe einer zeitdynamischen 3-dimensionalen Finite-Elemente-Analyse,
- dynamische Multimoden-Analyse basierend auf Gauss-Moden mit Berechnung der Ausgangsleistung, der Strahlqualität und der Pulsdauer (Für Hochleistungslaser werden spezielle Super-Gauss-Moden verwendet),

- Graphische Oberfläche mit Abspeicherung des Projektes als XML-File. Die graphische Oberfläche ermöglicht eine intuitive Eingabe von optischen Elementen wie
 - Linsen, Spiegel, Interfaces,
 - Q-switch-Elemente,
 - Laserkristall mit Pumplichtverteilung und Beschreibung der Kühlung,
 - Blenden und Super-Gaußsche Spiegel.

Das zu verwendende Lasermaterial wählt der Benutzer aus einer mitgelieferten Datenbank aus. Die Eingabe einzelner physikalischer Parameter entfällt daher.

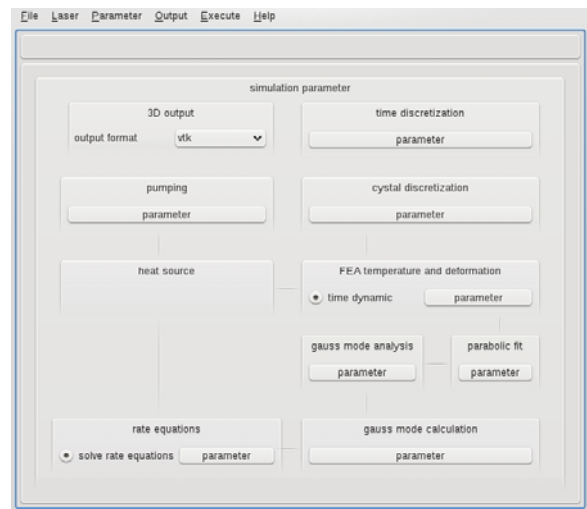
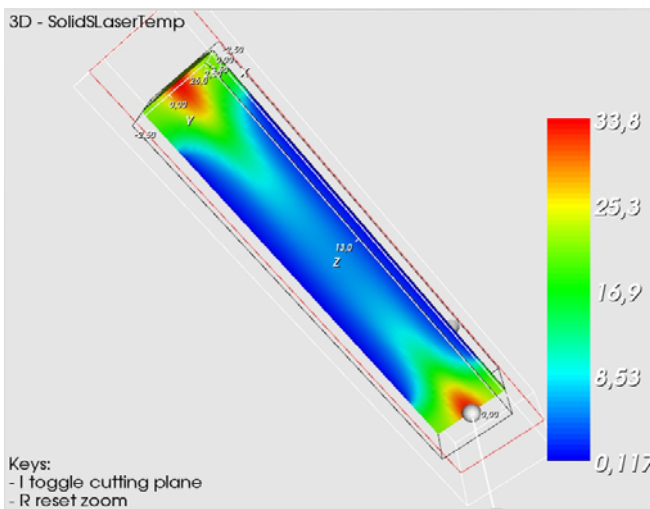


Abbildung 4: Graphische Oberfläche der Software ASLD.
 Links: Visualisierung der Temperatur in einem Laser.
 Rechts: Simulationsparameter der Software nach Modulen geordnet.

Die Software

Advanced Software Laser Design (ASLD)

wird ab Frühjahr 2011 kommerziell erhältlich sein.

Informationen zur Software sind erhältlich bei:

Zhabiz Rahimi (zhabiz@asld.de)
 Prof. Dr. Christoph Pflaum (pflaum@asld.de)