

## Q 12: Laserentwicklung: Festkörperlaser III

Zeit: Montag 16:30–18:00

Raum: VMP 6 HS-C

Q 12.1 Mo 16:30 VMP 6 HS-C

**Stabilitätsuntersuchungen an Hochleistungs-CW-Faser-Lasern mit fs-Laser geschriebenen FBGs** — ●FABIAN STUTZKI, CESAR JAUREGUL, JENS THOMAS, CHRISTIAN VOIGTLÄNDER, STEFAN NOLTE, JENS LIMPert und ANDREAS TÜNNERMANN — Friedrich-Schiller-Universität Jena Institut für Angewandte Physik (IAP)

Die Stabilität von monolithischen Faser-Lasern zeigt im Hochleistungs-CW-Betrieb einen gravierenden Unterschied zwischen Single-Mode-(SM) und Large Mode Area-Fasern (LMA). Während SM-Fasern nur den Grundmode führen und einen stabilen Laserbetrieb ermöglichen, kann die Modenkonzurrenz in LMA-Fasern eine ungewünschte Instabilität hervorrufen.

In ersten Experimenten konnten einzelne Moden charakterisiert und ihre Entstehung erklärt werden. Durch einen geringen Biegeradius konnte ein einfacher Modenfilter realisiert und eine Stabilisierung erzielt werden. Eine Stabilisierung durch unterschiedliche Modenverluste ist demnach möglich.

Basierend auf den bisherigen Experimenten sollen effizientere Moden-Filter und neue Cavity-Designs untersucht werden. Als vielversprechende Idee soll ein Modenfilter nach Vorbild eines Fabry-Perot-Interferometers realisiert werden. Auch ein neuartiges Cavity-Design, das eine gezielte Modenkonzurrenz zur Stabilisierung des Lasers ausnutzt, soll untersucht werden.

Q 12.2 Mo 16:45 VMP 6 HS-C

**Ein leistungsstarkes, schmalbandiges, kontinuierliches Ytterbium-Faserverstärkersystem bei 1091 nm** — ●RUTH STEINBORN, FRANK MARKERT, DANIEL KOLBE, MARTIN SCHEID, ANDREAS MÜLLERS und JOCHEN WALZ — Institut für Physik, Universität Mainz, D-55128 Mainz

Ein stabiler leistungsstarker Laser bei einer Wellenlänge von 545,5 nm ist ein entscheidender Bestandteil zur Erzeugung von kohärenter kontinuierlicher Strahlung bei 121,56 nm, dem 1S – 2P-Übergang in Antiwasserstoff [1]. Eine solche Lichtquelle kann über die Frequenzverdopplung eines Festkörper-Lasersystems bei 1091 nm realisiert werden. Hierzu sollen 50 mW Ausgangsleistung einer gitterstabilisierten Laserdiode in einem Ytterbium-Faserverstärker auf mehrere Watt verstärkt werden.

Im Vortrag werden erste Ergebnisse vorgestellt. Es soll der Einfluss von verschiedenen Faserlängen und -typen behandelt werden.

[1] M. Scheid, D. Kolbe, F. Markert, J. Walz, T. W. Hänsch, Continuous-Wave Lyman- $\alpha$  Generation using Solid-State Lasers, To be published

Q 12.3 Mo 17:00 VMP 6 HS-C

**Einfrequenter Erbium-Faserverstärker als Laserquelle für Gravitationswellendetektoren** — ●MARKUS WIESSELL<sup>1,2</sup>, VINCENT KUHN<sup>1,2</sup>, PETER WESSELS<sup>1,2</sup> und JÖRG NEUMANN<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Laser Zentrum Hannover e.V., Hollerithallee 8, 30419 Hannover — <sup>2</sup>Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research - QUEST, Welfengarten 1, 30167 Hannover

Thermisches Rauschen stellt eine Limitierung der Empfindlichkeit der derzeitigen Generation erdgebundener Gravitationswellendetektoren (GWD) dar, welche durch Kühlen der Testmassen sowie eine geeignete Materialwahl bei zukünftigen Generationen verringert werden soll. Silizium ist vielversprechend, setzt allerdings einen Wechsel von 1064 nm zu längeren Wellenlängen voraus. Hierfür erscheinen 1550 nm geeignet, für die zudem aufgrund von Anwendungen z.B. in der Telekommunikation weitreichende Grundlagen zur Realisierung geeigneter Laserquellen geschaffen wurden. Für GWD ergeben sich allerdings hinsichtlich Ausgangsleistung und Stabilität besondere Anforderungen.

Wir präsentieren das Konzept sowie erste Ergebnisse eines einfrequenter Erbium-Faserverstärkersystems mit in der Vorverstärkerstufe erreichten Ausgangsleistungen von bis zu 874 mW. Messungen zur Optical Noise Figure, sowie zu Intensitäts- und Phasenrauschen, welches mit einem unbalancierten Mach-Zehnder-Interferometer analysiert wurde, werden vorgestellt, sowie verschiedene Pumpkonfigurationen gegeneinander abgewogen. Zudem wird der Einfluss der Erbium-Dotierung auf den Verstärkerbetrieb diskutiert und eine Abschätzung der Linienbreite gegeben.

Q 12.4 Mo 17:15 VMP 6 HS-C

**Faserverstärkersystem mit arbiträren und festen Pulsformen im ns- und ps-Bereich** — ●GEORG HERINK, SEBASTIAN BÜSCHE, THOMAS THEEG, MATTHIAS HILDEBRANDT, MAIK FREDE, JÖRG NEUMANN und DIETMAR KRACHT — Laser Zentrum Hannover e.V., Hollerithallee 8, D-30419 Hannover

Die Entwicklung eines Faserverstärkersystems für Pulsquellen bei 1064 nm mit arbiträren Pulsdauern von einigen 10-100 ns und festen Pulsdauern von 50 ps bei Wiederholraten von 10 kHz bis MHz wird präsentiert. In den vorgestellten Experimenten wird die Integration unterschiedlicher Seedquellen in Ytterbium und Neodym dotierte, vollständig faserbasierte Verstärker untersucht. Diodenlaser-basierte Seedquellen bieten eine große Pulsvariabilität durch direkte Strommodulation oder externe elektro-optische Modulatoren. Nahezu beliebige zeitliche Laserpulsformen mit Pulslängen von unter 3 ns werden erzeugt und in nachfolgenden Faserverstärkerstufen zu mittleren Ausgangsleistungen von einigen Watt verstärkt. Die Pulsformung infolge von Verstärkungssättigung und die Entwicklung des optischen Spektrums infolge von verstärkter spontaner Emission, sowie nichtlinearer Effekte werden untersucht. In einem weiteren Betriebsmodus mit extrem kurzen, aber festen Pulsdauern von 50 ps können mit faserverstärkten Laserdioden zusätzliche Applikationsfelder in der optischen Messtechnik und Materialbearbeitung erschlossen werden.

Q 12.5 Mo 17:30 VMP 6 HS-C

**Effiziente Femtosekunden-Laser geschriebene Kanal-Wellenleiterlaser in Nd:YAG Kristallen** — ●THOMAS CALMANO, JÖRG SIEBENMORGEN, ORTWIN HELLMIG, KLAUS PETERMANN und GÜNTER HUBER — Institut für Laser-Physik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Mit Laserpulsen im Femtosekunden-Bereich können durch nichtlineare Absorption Materialveränderungen in transparenten dielektrischen Medien erzeugt werden. In Nd-dotierten und undotierten YAG-Kristallen führt diese Materialveränderung zur Zerstörung der kristallinen Struktur im Fokus der fs-Pulse.

Aufgrund des elasto-optischen Effekts bewirken Spuren aus zerstörtem Material eine lokale spannungsinduzierte Erhöhung des Brechungsindex um umgebendes Material um  $\Delta n \approx 10^{-3}$ . In diesen Bereichen konnte Wellenleitung gezeigt werden.

Durch Schreiben zweier paralleler Spuren in einem Abstand von 25  $\mu\text{m}$  wurden im Bereich zwischen den Spuren Wellenleiter mit geringen Verlusten hergestellt.

Lasertätigkeit der Wellenleiter konnte über die Rückkopplung an den Endflächen aufgrund der Fresnel-Reflexion von  $R \approx 9\%$  gezeigt werden. Es wurde eine maximale Ausgangsleistung von 336 mW bei 690 mW eingekoppelter Pumpleistung bei einer Schwelle von 75 mW und einem differentiellen Wirkungsgrad von  $\eta_s = 54\%$  erreicht. Weiterhin werden Ergebnisse mit direkt verspiegelten Endflächen bei verschiedenen Auskoppelgraden diskutiert.

Q 12.6 Mo 17:45 VMP 6 HS-C

**Spatially resolved x-ray diffraction measurements of stress-induced fs-laser written YAG waveguides** — ●OLIVER HENNEBERG<sup>1</sup>, RALF MENZEL<sup>1</sup>, ROBERT ELSNER<sup>1</sup>, DIETMAR KORN<sup>1</sup>, JÖRG SIEBENMORGEN<sup>2</sup>, and GÜNTER HUBER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Potsdam, Institut für Physik und Astronomie, Potsdam, Deutschland — <sup>2</sup>Universität Hamburg, Institut für Laser-Physik, Hamburg, Deutschland

Homogeneous Nd:YAG crystals are widely used as an active medium in solid state lasers. Tracks of material damage were inscribed in YAG crystals using a fs-laser system. Due to a stress-induced change of the refractive index waveguiding is possible in different channels in the surrounding region of the written tracks. The diameter of the waveguides is about 20  $\mu\text{m}$ .

In order to get more detailed information about the waveguide and its surrounding area spatially resolved x-ray diffraction measurements have been performed at the synchrotron HASYLAB. YAG with its cubic symmetry has a lattice constant of  $a = 1.2 \text{ nm}$ . Selecting a bragg peak from the diffraction pattern, we compared the distorted and undistorted material. First results show a slightly shifted position of that bragg peak in the waveguide compared to undistorted YAG, indicating a change of the lattice constant of the material. A detailed discussion of the results will be given at the conference.