



SINGLE-FREQUENCY- ER:YLUAG-LASER BEI 1645 NM FÜR EIN METHAN-LIDAR

Aufgabenstellung

Die Verteilung und Menge der Treibhausgase CO_2 und CH_4 in der Atmosphäre haben Einfluss auf das Klima und sind deswegen Gegenstand der Forschung. Zu ihrer Messung mittels LIDAR-Verfahren können Absorptionslinien der Moleküle im Bereich um $1,6 \mu\text{m}$ herangezogen werden. Diese müssen mit schmalbandiger Laserstrahlung (Linienbreite $< 20 \text{ MHz}$, »single-frequency«) angesprochen werden. Dies wird bislang mit nichtlinearen Konverterstufen (OPO/OPA) realisiert. Die direkte Erzeugung mittels Festkörperlaser basierend auf Erbium-dotierten Kristallen verzichtet auf zusätzliche nichtlineare Prozesse und verspricht daher Vorteile bei Effizienz und Robustheit. Beides sind wichtige Faktoren für einen späteren Einsatz auf Satelliten.

Vorgehensweise

Es wird ein Festkörperlaser mit einem Erbium-dotierten Laserkristall aufgebaut, der mit Faserlasern bei 1532 nm Wellenlänge gepumpt wird. Der Laserkristall Er:YLuAG hat eine gezielt optimierte Zusammensetzung, bei der das Maximum des Emissionswirkungsquerschnitts im Erbium-Ion bei der avisierten Emissionswellenlänge liegt. Der Laseroszillator wird mit einer Repetitionsrate von 100 Hz gütegeschaltet und mit aktiver Resonatorlängenregelung longitudinal einmodig (»single-frequency«) betrieben.

Ergebnis

Erstmals wurde mit dem Lasermaterial ein gepulster Laser aufgebaut, welcher derzeit im Single-Frequency-Betrieb eine Pulsenergie von $2,3 \text{ mJ}$ bei ca. 3 Prozent optischer Effizienz und $M^2 = 1$ erreicht. Die Pulsdauer liegt bei 90 ns . Erstmals wurde so in einer Methan-Referenzzelle die Methan-Absorptionslinie bei $1645,1 \text{ nm}$ (in Luft) mitsamt ihrer Substruktur erfolgreich im Labor ohne nichtlineare Konverterstufen vermessen.

Momentan ist die Pulsenergie durch die verfügbare Pumpleistung begrenzt. Ausgehend von den bisher gewonnenen Ergebnissen wird eine Effizienzsteigerung um mindestens einen Faktor zwei von einer verbesserten Kristallkühlung und einem optimierten Design des Laserresonators erwartet und untersucht.

Anwendungsfelder

Laserstrahlung mit Wellenlängen um $1,6 \mu\text{m}$ findet auch in der Medizintechnik Anwendung. Zusätzlich kommt eine Nutzung zur Bearbeitung von im sichtbaren Wellenlängenbereich transparenten Materialien infrage.

Die Arbeiten wurden durch das BMBF unter dem Kennzeichen 01 LK 0905 B gefördert.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Ansgar Meissner
Telefon +49 241 8906-132
ansgar.meissner@ilt.fraunhofer.de

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

2 Er:YLuAG-Laserkristall.

3 Single-Frequency-Laser mit Er:YLuAG-Kristall.