



LISA – HOCHSTABILE FASERVERSTÄRKER FÜR DIE GRAVITATIONSWELLEN-DETEKTION

Aufgabenstellung

Für den zukünftigen weltraumbasierten Gravitationswellendetektor LISA (Laser Interferometer Space Antenna) wird ein schmalbandiger, linear polarisierter und hochstabiler Grundmodelaser mit einer Ausgangsleistung von > 2 W und einer Phasenmodulation bei $\pm 2,4$ GHz um die Zentralwellenlänge von 1064 nm benötigt. Im Rahmen eines Projekts der Europäischen Weltraumagentur ESA als Studie für die LISA-Mission wurde in einer ersten Phase vom Fraunhofer ILT gemeinsam mit Partnern ein leistungsstabilisierter Faserverstärker mit einer Ausgangsleistung von > 2 W entwickelt und aufgebaut. In der aktuellen Phase der Studie soll der Verstärker überarbeitet und hinsichtlich der Leistungsstabilität im niedrigen Frequenzbereich optimiert sowie die verbauten Komponenten für den Satelliteneinsatz getestet und qualifiziert werden.

Vorgehensweise

Zur Minimierung der verstärkten Spontanemission (ASE) und deren Einfluss auf die Leistungsstabilität des Systems wurden ein Redesign des Lasers durchgeführt und ein zweistufiger Faserverstärker aufgebaut. Dessen relatives Intensitätsrauschen (RIN) im Frequenzbereich von 10^{-5} Hz bis 10^5 Hz und die notwendige Modulation der Seitenbänder werden detailliert untersucht. Aufgrund der extrem hohen Stabilitätsanforderungen

müssen beim Aufbau im Labor alle thermischen Einflüsse so weit wie möglich minimiert werden, sodass sowohl eine thermische Einhausung des Lasers selbst als auch des Messaufbaus notwendig sind.

Ergebnis

Der am Fraunhofer ILT aufgebaute hochstabile Faserverstärker mit einer spektralen Linienbreite unter 10 kHz bei 1064 nm erzeugt eine Ausgangsleistung von > 2 W. Leistungsanteile aufgrund nichtlinearer Effekte, insbesondere stimulierter Brillouin-Streuung (SBS) und ASE, sind minimiert. Zusätzlich werden ein Polarisationsgrad von 25 dB und eine sehr gute Strahlqualität mit Beugungsmaßzahl M^2 von 1,1 erreicht. Im gesamten Frequenzbereich erfüllt der Verstärker die Anforderung an die RIN, sodass, bis auf die in aktuellen Untersuchungen noch zu demonstrierende Phase Sideband Fidelity, alle geforderten Spezifikationen nachgewiesen werden konnten.

Anwendungsfelder

Der hochstabile und schmalbandige Faserverstärker kann neben dem Einsatz in weltraumbasierten und erdgebundenen Gravitationswellendetektoren mit Anpassung auch für die satellitengestützte Gravitationsfeldmessung, für das Kühlen und Fangen von Atomen sowie in Kommunikationsanwendungen verwendet werden.

Die Arbeiten werden von der Europäischen Weltraumorganisation ESA unter dem Kennzeichen 4000119715/17/NL/BW gefördert.

Ansprechpartner

Pelin Cebeci M. Sc., DW: -8028
 pelin.cebeci@ilt.fraunhofer.de

Dr. Oliver Fitzau, DW: -442
 oliver.fitzau@ilt.fraunhofer.de

1 Thermische Einhausung des Faserverstärkers und des Messaufbaus zur Stabilisierung.