



STRAHLQUELLEN MIT EINER WELLENLÄNGE VON 2 μm ZUR GRAVITATIONSWELLEN-DETEKTION

Aufgabenstellung

Gravitationswellendetektoren ermöglichen einen alternativen Zugang zu interstellaren Prozessen wie z. B. der Kollision von Sternen und schwarzen Löchern, die sich durch spezifische Signaturen in Form von Gravitationswellen detektieren lassen. Sie bilden somit eine wichtige Ergänzung zu anderen etablierten Beobachtungsmethoden bei der Erforschung des Universums. Im Projekt E-TEST werden Schlüsseltechnologien für einen Gravitationswellendetektor der dritten Generation, auch bekannt als Einstein-Teleskop, entwickelt. Dazu wird am Fraunhofer ILT ein hochstabiler Laser mit einer Wellenlänge von etwa 2 μm und einer spektralen Linienbreite von weniger als 10 kHz entwickelt, welcher innerhalb eines Interferometers zur Detektion kleinster, durch Gravitationswellen induzierte Längenänderungen genutzt werden soll.

Vorgehensweise

Zur Erzeugung von Strahlung mit einer schmalen Linienbreite bei einer Wellenlänge von etwa 2090 nm werden unterschiedliche Festkörperlaserkonzepte untersucht. Als erster Ansatz wird ein unidirektionaler Ringoszillator, basierend auf Ho:YAG-Kristallen, entwickelt. Mithilfe der daraus gewonnenen Erkenntnisse soll ein nichtplanarer Ringoszillator entwickelt werden, welcher besonders zur Erzeugung von Strahlung mit niedriger Linienbreite geeignet ist. Zur Verstärkung der erzeugten Strahlung wird ein mehrstufiges Faserlaserkonzept,

basierend auf Holmium-dotierten Fasern, entwickelt. Mithilfe einer aktiven Regelung unterschiedlicher Aktuatoren sollen die extrem hohen Stabilitätsanforderungen erfüllt werden. Zum Pumpen des Faserlasers werden hochstabile Thulium-dotierte Faserlaser bei einer Wellenlänge von ca. 1950 nm entwickelt.

Ergebnis

Nach der Entwicklung des Konzepts wurde experimentell die erste Stufe des Faserlasers zur Verstärkung von Strahlung um 2090 nm realisiert. Die nächsten Schritte sind die aktive Stabilisierung der Ausgangsleistung sowie die experimentelle Untersuchung des Festkörperlasers.

Anwendungsfelder

Strahlquellen mit Wellenlängen um 2 μm haben neben Gravitationswellendetektoren weitere Anwendungsbereiche, unter anderem in der Quantentechnologie, der Medizintechnik und der Materialbearbeitung. Während in der Interferometrie ein verbessertes Signal-Rausch-Verhältnis des Gravitationswellendetektors angestrebt wird, ist in der Medizintechnik und der Materialbearbeitung die verbesserte Absorption der 2 μm Strahlung relevant.

Dieses Projekt wird durch Interreg EMR, Europäischer Fonds für regionale Entwicklung EFRE sowie vom Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.

Ansprechpartner

Patrick Baer M. Sc., DW: -8251
patrick.baer@ilt.fraunhofer.de

2 Thulium-dotierter Faserverstärker für ETEST.