

## Q 67 Präzisionsmessungen II

Zeit: Donnerstag 14:00–15:45

Raum: HIV

Q 67.1 Do 14:00 HIV

**Charakterisierung rauscharmer Spannungsreferenzen für LISA** — ●ROLAND FLEDDERMANN, FRANK STEIER, MICHAEL TRÖBS, ANTONIO F. GARCIA MARIN, FELIPE GUZMAN CERVANTES, VINZENZ WAND, GERHARD HEINZEL und KARSTEN DANZMANN — Albert-Einstein-Institut Hannover, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik und Universität Hannover, Callinstr. 38, D-30167 Hannover

Laser Interferometer Space Antenna (LISA) ist eine gemeinschaftliche ESA/NASA Mission mit dem Ziel, Gravitationswellen im Frequenzband von  $10^{-4}$  bis  $10^{-1}$  Hz mittels satellitengestützter Laserinterferometrie zu detektieren. Für LISA sind Spannungsreferenzen mit hoher Stabilität im mHz-Bereich für unterschiedliche Anwendungen von großer Bedeutung. Hierzu zählt unter anderem die Feinabstimmung der Referenz-Cavity zur Festlegung der nominalen Laserfrequenz sowie die Ansteuerung von Piezo-Aktuatoren. Im mHz-Bereich spielen insbesondere Langzeitschwankungen der Temperatur als Rauschquelle eine große Rolle. Kommerziell verfügbare Spannungsreferenzen sind für diesen Bereich schwer zu spezifizieren, da ihre Stabilität stark von den äußeren Bedingungen abhängt. Eine Reihe von Präzisionsmessungen lieferte eine relative Stabilität von etwa  $10^{-6}/\sqrt{\text{Hz}}$  bei 1 mHz. Wir geben eine kompakte Übersicht über Anwendungen, Rauschverhalten und dessen Optimierung.

Q 67.2 Do 14:15 HIV

**Strahlungsdruckeffekte in Interferometern mit aufgehängten Spiegeln.** — ●STEFAN HILD und DAS GEO600-TEAM — Albert-Einstein-Institut Hannover, Max-Planck-Institut fuer Gravitationsphysik und Universitaet Hannover, Callinstr. 38, D-30167 Hannover

Die optischen Komponenten von interferometrische Gravitationswellendetektoren wie GEO600 sind als Pendel aufgehängt, um sie von seismischen Störungen zu entkoppeln. Die gleichzeitige Verwendung hoher Lichtleistung führt zum Auftreten von signifikanten Strahlungsdruckeffekten. Der Vortrag berichtet sowohl über strahlungsdruck bedingte Probleme (z.B.: Lockacquisition und Strahlungsdruckrauschen), wie auch über strahlungsdruckbedingte optomechanische Kopplungen, die zur Empfindlichkeitssteigerung der Gravitationswellendetektoren genutzt werden können.

Q 67.3 Do 14:30 HIV

**Interferometrie mit diffraktiver Optik** — ●OLIVER BURMEISTER, ALEXANDER BUNKOWSKI, DANIEL FRIEDRICH, KARSTEN DANZMANN, and ROMAN SCHNABEL — Albert-Einstein-Institut Hannover, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik und Universität Hannover, Callinstr. 38, 30167 Hannover

In zukünftigen erdgebundenen laserinterferometrischen Gravitationswellendetektoren wird die im Interferometer umlaufende Leistung im Megawatt-Bereich liegen. Die Absorption in den transmissiven Elementen führt dabei zu gravierenden thermischen Störungen, die die Empfindlichkeit des Detektors beeinträchtigen. In rein-reflektierenden Interferometern werden die transmittierenden Optiken durch verlustarme dielektrische Reflexionsgitter ersetzt. Für die Einkopplung in einen Fabry-Perot Resonator kann bspw. ein niedereffizientes Reflexionsgitter in 2. Ordnung Littrow verwendet werden [1]. Ein solcher Einkoppler hat drei gekoppelte Ports, wodurch die charakteristischen Eigenschaften eines solchen Resonators beeinflusst werden [2]. Die experimentelle und theoretische Untersuchung eines 3-Port Gitterresonators mit interferometrischen Recycling-Techniken [3] wird vorgestellt.

[1] A. Bunkowski et. al., Opt. Lett. **29**, 2342 (2004).[2] A. Bunkowski et. al., Opt.Lett. **30**, 1183 (2005).[3] G. Heinzl et. al. , Phys. Rev. Lett. **81**, 5493 (1998).

Q 67.4 Do 14:45 HIV

**Faserlaser basierte optische Frequenzkämme für Weltraumwendungen** — ●KATHARINA PREDEHL, RONALD HOLZWARTH und THEODOR W. HÄNSCH — Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermannstr. 1, 85748 Garching

Aufgrund des kompakten und robusten Aufbaus, des niedrigen Gewichtes und Leistungsbedarfs erscheinen Faserlaser basierte optische Frequenzkämme für Weltraumwendungen sehr attraktiv. Daher wird am Max-Planck-Institut für Quantenoptik momentan untersucht, inwieweit der Einsatz unter Weltraumbedingungen eine Modifikation dieser Systeme

erfordert.

Dazu werden die im Faserlaser verwendeten Fasertypen auf ihre Strahlungshärte getestet. Des Weiteren wird untersucht, wie sich der Laser im Thermalvakuum verhält und inwieweit mechanische Belastungen seinen Betrieb beeinflussen.

In den Strahlungstests wurden Standard-Telekom, Erbium-dotierten und hoch-nichtlinearen Fasern Protonen-, Neutronen- und Gammastrahlung verschiedener Energien und Flussdichten ausgesetzt. Während der Bestrahlung wurde die zeitliche Entwicklung der Transmission bei 1310 nm vermessen.

Es zeigte sich, dass die Transmission während der Bestrahlung exponentiell abnahm und dass diese Abnahme linear von der Flussdichte abhing. Nach der Bestrahlung stieg die Transmission wieder leicht an. Bei allen Messungen wurden die größten Verluste bei den Erbium-dotierten Fasern beobachtet. Ursachen und Gegenmaßnahmen werden diskutiert.

Q 67.5 Do 15:00 HIV

**Laser Phasenlock mit geringer Lichtleistung für LISA** — ●FRANK STEIER<sup>1</sup>, JOHANNA BOGENSTAHL<sup>2</sup>, GUDRUN DIEDERICH<sup>1</sup>, ROLAND FLEDDERMANN<sup>1</sup>, ANTONIO F. GARCÍA MARÍN<sup>1</sup>, FELIPE GUZMÁN CERVANTES<sup>1</sup>, OLIVER JENNRICH<sup>3</sup>, JENS REICHE<sup>1</sup>, SASCHA SKORUPKA<sup>1</sup>, MICHAEL TRÖBS<sup>1</sup>, VINZENZ WAND<sup>1</sup>, GERHARD HEINZEL<sup>1</sup> und KARSTEN DANZMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Albert-Einstein-Institut Hannover, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik und Institut für Gravitationsphysik der Universität Hannover, Callinstr. 38, D-30167 Hannover — <sup>2</sup>Department of Physics and Astronomy, University of Glasgow, Glasgow G12 8QQ, United Kingdom — <sup>3</sup>ESTEC, Noordwijk, The Netherlands

Der satellitengestützte Gravitationswellendetektor LISA (Laser Interferometer Space Antenna) soll astronomische Quellen im Bereich von  $10^{-4}$  Hz bis  $10^{-1}$  Hz beobachten. Dazu werden Weglängenänderungen zwischen frei fallenden Testmassen mittels eines Heterodyn-Interferometers gemessen. Aufgrund des grossen Abstandes zwischen den Satelliten von etwa  $5 \cdot 10^6$  km hat der einlaufende Strahl eine Lichtleistung in der Größenordnung von 100 pW. Der lokale Laser muss phasenstarr auf dieses eintreffende Licht stabilisiert werden, mit einer kontrollierten variablen Frequenzverschiebung von bis zu 20 MHz. Hier werden ein Prototyp einer solchen Stabilisierung und erste Ergebnisse vorgestellt.

Q 67.6 Do 15:15 HIV

**Optical Metrology System of the LISA Gravitational Wave Detector** — ●DENNIS WEISE<sup>1</sup>, CLAUD BRAXMAIER<sup>1,2</sup>, PETER GATH<sup>1</sup>, HANS-REINER SCHULTE<sup>1</sup>, ULRICH JOHANN<sup>1</sup>, and MARCELLO SALUSTI<sup>3</sup> — <sup>1</sup>EADS Astrium GmbH, Claude-Dornier-Str., 88090 Immenstaad — <sup>2</sup>Fachhochschule Konstanz, Brauneeggerstr. 55, 78462 Konstanz — <sup>3</sup>European Space Agency, P.O. Box 299, 2200 AG Noordwijk ZH, The Netherlands

We give an overview of the current status of the optical metrology system utilized within the Laser Interferometer Space Antenna (LISA) satellites for gravitational wave detection. In order to achieve a strain sensitivity in the range of  $10^{-20}/\sqrt{\text{Hz}}$  at 5 mHz with a 5 million kilometer arm length, an absolute measurement accuracy of about  $10 \text{ pm}/\sqrt{\text{Hz}}$  is required. Heterodyne interferometry with differential wavefront sensing is employed as main metrology principle. The current design foresees a strap-down concept, in which an optical readout provides position as well as attitude information of the free floating proof mass with respect to the local optical bench (cf. talk by Thilo Schuldt, Humboldt-Universität zu Berlin). This measurement is combined with a second interferometric measurement of the distance between the local and the remote optical bench to yield the science signal for one interferometer arm. A frequency swap between transmitted and local reference beam is introduced to reduce the effect of straylight on the 100 pW measurement beam.

Q 67.7 Do 15:30 HIV

**Optisches Frequenzverteilungssystem bei 1120 nm** — ●BIRGITTA BERNHARDT, RONALD HOLZWARTH und THEODOR W. HÄNSCH — Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Str. 1, 85748 Garching

Wir beschreiben den Einsatz eines infraroten, faserlaserbasierten Frequenzkammes als optischen Frequenzsynthesizer. Dabei soll für verschiedene Experimente am Max-Planck-Institut für Quantenoptik Licht einer genau bekannten Frequenz bei 1120 nm bereitgestellt werden. Es soll

nach zweifacher Frequenzverdopplung (280 nm) zur Laserkühlung von Mg-Ionen dienen.

Ein Dauerstrich-Faserlaser wird auf eine entsprechende Mode des Frequenzkammes stabilisiert und als Referenzfrequenz über ein Glasfasernetz im Institut verteilt. Die Genauigkeit der vorhandenen Cs Uhr von  $10^{-13}$  wird dabei leicht erreicht.

Dopplerverschiebungen, die durch die temperaturabhängige Längenänderung der Glasfasern resultieren, können mit Hilfe eines akustooptischen Modulators herauskorrigiert werden. Damit sollten sich Übertragungsgenauigkeiten von  $10^{-16}$  und besser erzielen lassen.