

Q 18: Präzisionsmessungen und Metrologie III

Zeit: Dienstag 14:00–15:45

Raum: 3D

Q 18.1 Di 14:00 3D

Gequetschtes Licht für den Gravitationswellendetektor GEO 600 — HENNING VAHLBRUCH, ●ALEXANDER KHALAIDOVSKI, SIMON CHELKOWSKI, MORITZ MEHMET, BORIS HAGE, HARTMUT GROTE, BENNO WILLKE, HARALD LÜCK, KARSTEN DANZMANN und ROMAN SCHNABEL — Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert Einstein Institut), Hannover, Deutschland

Eine der großen Herausforderungen der modernen Experimentalphysik ist der direkte Nachweis der im Jahre 1916 von Albert Einstein vorhergesagten Gravitationswellen. Im Laufe der letzten Jahre hat daher ein weltweites Netzwerk interferometrischer Detektoren den Betrieb aufgenommen, um eine direkte Messung der durch Gravitationswellen bedingten winzigen Längenänderungen zu erbringen. Zukünftige Detektoren werden in ihrer Empfindlichkeit im wesentlichen durch Quantenrauschen limitiert sein. Einen Ansatz, dieses zu verringern und somit die Sensitivität der Interferometer weiter zu erhöhen, bietet der Einsatz gequetschter Zustände des elektromagnetischen Feldes mit nichtklassischer Rauschdistribution. Der Beitrag diskutiert den Aufbau eines "table-top" Interferometers mit nichtklassisch verbesserter Sensitivität sowie die geplante Implementierung der vorgestellten Konzepte in den britisch/deutschen Gravitationswellendetektor GEO 600.

Q 18.2 Di 14:15 3D

Charakterisierung einer Siliziumnitrid-Membran — ●TOBIAS WESTPHAL, YANBEI CHEN, STEFAN DANILISHIN, DANIEL FRIEDRICH, STEFAN GOSSLER, KENTARO SOMIYA, KAZUHIRO YAMAMOTO, KARSTEN DANZMANN und ROMAN SCHNABEL — Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (AEI), Institut für Gravitationsphysik der Leibniz Universität Hannover, Callinstr. 38, 30167 Hannover

Quantenmechanisches Strahlungsdruckrauschen gewinnt in den Gravitationswellendetektoren der nächsten Generation zunehmend an Bedeutung. Zur Bestätigung der bisherigen theoretischen Modelle bauen wir ein strahlungsdruckdominiertes Interferometer auf. Die optomechanische Kopplung dieses Quanteneffekts wird durch einen beidseitig genutzten Endspiegel realisiert, welcher durch eine Siliziumnitrid-Membran ausgeführt wird.

Die ersten Ergebnisse der Charakterisierung dieser Membran hinsichtlich mechanischer Güte und optischer Eigenschaften sowie das Layout des darauf basierenden Interferometers werden hier vorgestellt.

Q 18.3 Di 14:30 3D

Phasengenauigkeit von elektro-optischen Modulatoren für die wissenschaftliche Weltraummission LISA — ●SIMON BARKE, MICHAEL TRÖBS, BENJAMIN SHEARD, GERHARD HEINZEL und KARSTEN DANZMANN — Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik, Hannover, Germany

Die Laser Interferometer Space Antenna (LISA) besteht aus drei jeweils 5 Millionen Kilometer entfernten Satelliten, die ein Interferometer aufspannen und über Phasenverschiebungen der Schwebungssignale Gravitationswellen detektieren.

Da die Größe der erwarteten Phasenverschiebungen im Bereich von wenigen $\text{pm}/\sqrt{\text{Hz}}$ liegt, stellt dies enorme Anforderungen an die Phasemessung: Phasenänderungen aufgrund von Schwankungen in der Referenzfrequenz können nicht von Gravitationswellen-Signalen unterschieden werden. Die für LISA zur Verfügung stehenden Taktgeber erfüllen jedoch nicht die nötigen Anforderungen an die Frequenzgenauigkeit. Um die Missionsziele zu erreichen, soll das Frequenzrauschen der Taktgeber miteinander verglichen werden, um es nachträglich vom Messsignal zu subtrahieren. Dazu wird das Signal der Taktgeber mittels elektro-optischer Modulatoren (EOMs) als Seitenbänder auf die Laserstrahlen aufgeprägt, so dass das Rauschen der Taktgeber zu den entfernten Satelliten übertragen werden kann. Das durch die EOMs zusätzlich eingefügte Phasenrauschen darf hierbei nicht mehr als $1 \text{ pm}/\sqrt{\text{Hz}}$ betragen. Der Vortrag beschreibt mögliche Rauschquellen der untersuchten EOMs und stellt neben dem Messaufbau für die Bestimmung der Phasengenauigkeit auch erste Ergebnisse vor.

Q 18.4 Di 14:45 3D

LTPDA - Datenanalyse für LISA Pathfinder — ●ANNEKE MONS-KEY, INGO DIEPHOLZ, FELIPE GUZMAN, FRANK STEIER, MARTIN HEWITSON, GERHARD HEINZEL und KARSTEN DANZMANN — Albert-Einstein-Institut, Callinstr. 38, Hannover

LISA (Laser Interferometer Space Antenna) ist eine gemeinsame Satellitenmission von ESA und NASA und soll den direkten Nachweis von Gravitationswellen im Bereich 0,1 mHz - 1 Hz liefern. Um kritische Technologien vorab zu testen, wird zuvor die Mission LISA Pathfinder durchgeführt. LISA Pathfinder wird voraussichtlich 2010 gestartet.

Zur Datenanalyse von LISA Pathfinder wurde in MATLAB ein Softwaretool zusammengestellt, das aus einer Vielzahl für die Auswertung nötiger Algorithmen aufgebaut ist, die von jedem Benutzer individuell zusammengestellt werden können. Die Idee ist, dass die Ergebnisse einer jeden Auswertung zu jeder Zeit vollständig reproduzierbar und genau nachvollziehbar bleiben. Relevante Ergebnisse werden in Form spezieller Konstrukte auf einem gemeinsamen Server gespeichert und für weitere Analysen zur Verfügung gestellt. Jede Analyse kann so exakt wiederholt oder auch modifiziert werden, wobei wiederum alle durchgeführten Prozesse gespeichert werden.

Weiter wurden, basierend auf einem einfachen Model des Experiments Daten generiert und ausgewertet. Erste Ergebnisse dieser Datenanalyse für das LISA Technology Package werden vorgestellt.

Q 18.5 Di 15:00 3D

Novel LISA Payload Architectures with In-Field Pointing — ●DENNIS WEISE¹, PIERANGELO MARENACI¹, PETER WEIMER¹, HANS REINER SCHULTE¹, PETER GATH¹, CLAUS BRAXMAIER², ULRICH JOHANN¹, and MARCELLO SALLUSTI³ — ¹EADS Astrium GmbH, Claude-Dornier-Str., 88039 Friedrichshafen — ²HTWG Konstanz, Brauneggerstr. 55, 78462 Konstanz — ³European Space Agency, P.O. Box 299, 2200 AG Noordwijk ZH, The Netherlands

As ESA's prime contractor within the on-going LISA Mission Formulation Study, EADS Astrium has recently suggested and investigated payload architectures utilizing so-called "In-Field Pointing" for accommodation of seasonal constellation dynamics. Here, the annual variation in the angle between the interferometer arms of roughly $\pm 1^\circ$ is compensated by steering the lines of sight of the individual telescopes with a comparatively small actuated mirror located in an intermediate pupil plane inside the telescopes. This introduces a high flexibility for the overall payload configuration and allows for the realization of very compact designs. We will show that despite the presence of an active mirror in the measurement chain it should be feasible to achieve the required picometer pathlength stability over relevant timescales by employing a specifically designed telescope and a special Gimbal-type pointing mechanism. In combination, these minimize pathlength disturbances to design-values below $1 \text{ pm}/\sqrt{\text{Hz}}$ by passive means in the measurement band. According payload architectures with both a single active proof mass and two active proof masses per spacecraft will be presented.

Q 18.6 Di 15:15 3D

Messung des nichtreziproken Phasenrauschens einer polarisationserhaltenden Glasfaser für LISA — ●ROLAND FLEDDER-MANN, FRANK STEIER, MICHAEL TRÖBS, 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 Mission der ESA und der NASA mit dem Ziel, Gravitationswellen im Frequenzbereich zwischen 0,1 mHz und 0,1 Hz zu messen.

Drei Satelliten befinden sich hierzu in speziellen heliozentrischen Umlaufbahnen die ein gleichseitiges Dreieck bilden. Die Richtung der zur interferometrischen Distanzmessung ausgesandten Laserstrahlen muss dabei variabel sein, da sich der Winkel zwischen den Satelliten um bis zu $\pm 1,5^\circ$ ändert. Da es wünschenswert ist, das relativ schwache ankommende Licht mit einem Teil des Lichts zu Überlagern, das zum anderen Satelliten ausgesandt wird, ist eine flexible Verbindung zwischen beiden an Bord befindlichen optischen Bänken notwendig. Glasfasern sind hierfür die vielversprechendsten Kandidaten.

Wir messen das nichtreziproke Phasenrauschen einer polarisationserhaltenden Glasfaser, um zu verifizieren, dass diese Rauschquelle die Phasemessungen bei LISA mit einer Genauigkeit von $10 \text{ } \mu\text{rad}/\sqrt{\text{Hz}} \approx 2 \text{ pm}/\sqrt{\text{Hz}}$ @ 1064 nm nicht zerstört.

Wir geben eine Übersicht über mögliche Messaufbauten, erste Ergebnisse und über Untersuchungen der externen Einflüsse auf das beobachtete nichtreziproke Phasenrauschen.

Q 18.7 Di 15:30 3D

Interspacecraft laser ranging for LISA — •JUAN JOSE ESTEBAN DELGADO, ANTONIO FRANCISCO GARCIA MARIN, IOURI BYKOV, GERHARD HEINZEL, and KARSTEN DANZMANN — Albert-Einstein-Institut Hannover, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik*und Universität Hannover

The Laser Interferometer Space Antenna (LISA) is an international space project to detect and observe Gravitational waves in the frequency regime from 0.1 mHz to 100 mHz. LISA is a cluster of three spacecraft separated by five millions kilometers communicating with

each other via three bidirectional laser links and forming an equilateral triangle.

The LISA data processing requires ranging between the spacecraft to monitor continuously their huge separation with an absolute precision of ten meters. The laser links are not only used to measure this distance but also to transmit information and clock synchronization between the satellites.

We present a possible implementation of the onboard processing system dedicated to extract the required information from the incoming laser phase using a binary phase shift keying demodulation scheme.