

## Q 49: Precision Measurements and Metrology VI

Time: Thursday 14:00–16:15

Location: A 310

Q 49.1 Th 14:00 A 310

**A Silent Symphony: Das weltweite Netz der Gravitationswellendetektoren** — ●HARTMUT GROTE — MPI f. Gravitationsphysik (AEI) und Leibniz Universität Hannover

Erdegebundene laser-interferometrische Gravitationswellendetektoren können ultrakleine Längenänderungen von sub-attometern messen. Derzeit gibt es fünf Standorte solcher Detektoren auf der Erde, und zwar zwei in den USA (LIGO), jeweils einen in Italien (Virgo), in Japan (Tama), und in Deutschland (GEO600 bei Hannover). Der Vortrag gibt einen Überblick über das Messprinzip dieser Maschinen und der Aktivitäten und Pläne der einzelnen Projekte. Obwohl eine direkte Messung von Gravitationswellen noch aussteht, gibt es bereits einige astrophysikalisch relevante Resultate des Lauschens nach Gravitationswellen. Über die Suche nach den Wellen hinaus, dient der GEO600-Detektor in Sarstedt bei Hannover insbesondere der Erprobung neuartiger Techniken zur Steigerung der Empfindlichkeit. Aktuell arbeiten wir an der ersten Nutzung von gequetschtem Vakuum, um dann in der Zeit von 2012-2015 dem kosmischen Konzert mit neuer Hörkraft zu lauschen.

Q 49.2 Th 14:15 A 310

**Laser interferometry for next generation geodesy missions** — ●BENJAMIN SHEARD, MARINA DEHNE, CHRISTOPH MAHRDT, VITALI MUELLER, MARTIN SOMMERFELD, GERHARD HEINZEL, and KARSTEN DANZMANN — Albert Einstein Institute, Hannover, Germany

The application of precision laser interferometry to next generation geodesy missions, including both inter-satellite ranging and laser gravity gradiometry, will be discussed. In addition an overview of the commonalities and differences with the interferometer technology developed for the space-based gravitational wave detector Laser Interferometer Space Antenna (LISA) and LISA Pathfinder and the status of the ongoing development of interferometry for next generation geodesy missions at the AEI Hannover will be presented.

Q 49.3 Th 14:30 A 310

**The LISA mission - a gravitational wave detector in space** — ●GERHARD HEINZEL<sup>1,2</sup> and KARSTEN DANZMANN<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein Institut) Hannover — <sup>2</sup>Zentrum für Gravitationsphysik der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

LISA is being developed as a joint NASA/ESA mission with a planned launch date around 2020. Three satellites will form a giant laser interferometer with 5 million km armlength that is able to detect gravitational waves from astrophysical sources between 0.1 mHz and 1 Hz. The expected sources include black hole mergers and other extreme events in the universe which are otherwise unobservable. This talk will give an overview of the mission and the numerous ongoing experimental developments, with emphasis on the interferometer research in Hannover.

Q 49.4 Th 14:45 A 310

**Modeling interferometers for space based observations of Earth's variable gravity field** — ●CHRISTOPH MAHRDT, BENJAMIN SHEARD, MARINA DEHNE, GERHARD HEINZEL, and KARSTEN DANZMANN — Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik und Institut für Gravitationsphysik der Leibniz Universität Hannover (Albert-Einstein-Institut)

Space based observation of Earth's time variable gravity field (GRACE) has led to new insights into the mechanisms of mass transport within the Earth. A mission to continue the observations but also improve the sensitivity of the experiment is highly desired. Substitution of the microwave ranging system by a Laser interferometer has been proposed as a way of improving the ranging sensitivity. One significant issue is the pointing between the satellites and in particular the dynamic pointing error (jitter) which will couple into the range measurement. A software toolkit to optimise the optical bench based on tracing of general astigmatic Gaussian beams and higher order Gaussian Hermite modes is being developed. I will give a short introduction to pointing jitter and present the status of the simulations.

Q 49.5 Th 15:00 A 310

**Das Einstein Teleskop: ein Gravitationswellendetektor der dritten Generation** — ●HARALD LÜCK FÜR DAS ET SCIENCE TEAM

— AEI Hannover, Callinstr. 38, 30167 Hannover

Neben der Detektion von Gravitationswellen ist die Gravitationswellenastronomie das Hauptziel der Gravitationswellenforschung. Astronomie mit Gravitationswellen wird Einblicke in bisher unerforschte Gebiete der Astrophysik und der Kosmologie ermöglichen. Für routinemäßige Beobachtungen mit hohem Signal- zu Rausch-Verhältnis muss die Empfindlichkeit gegenüber heutigen Gravitationswellendetektoren um einen Faktor  $\sim 100$  verbessert werden. In einer europaweiten Kollaboration wird derzeit eine von der EU geförderte Design Studie durchgeführt, die ein Konzept für ein interferometrisches Gravitationswellenobservatorium entsprechender Empfindlichkeit erarbeitet. Mögliche Techniken für ein solches Observatorium werden in diesem Vortrag vorgestellt.

Q 49.6 Th 15:15 A 310

**Inter-spacecraft laser ranging and data communication for LISA** — ●JUAN JOSE ESTEBAN DELGADO, ANTONIO GARCIA MARIN, JOHANNES EICHHOLZ, IOURI BYKOV, JOACHIM KULLMANN, GERHARD HEINZEL, and KARSTEN DANZMANN — Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut) and Leibniz Universität Hannover

The LISA phase measurement system (PMS) will provide interferometric phase readout of the primary heterodyne signal at microcycle sensitivity, ranging measurements at sub-meter accuracy and data communication at rates of several kilobits per seconds. Our investigations are focused on inter-spacecraft laser ranging and data transfer for LISA using Direct Sequence Spread Spectrum (DS/SS) modulation onto the laser links. We present the setup of an optical experimental to test the levels of performance achievable with a single laser link as well as a new hardware prototype based on FPGA (Field Programmable Gate Array) processing to perform high-accuracy phase readout of the optical signal, ranging measurements, data communication and is suitable for clock noise demodulation and digital laser-phase locking.

Q 49.7 Th 15:30 A 310

**Inter-spacecraft 2 GHz clock-tone transmission with high phase fidelity at ultra low frequencies** — ●SIMON BARKE, MICHAEL TRÖBS, GERHARD HEINZEL, and KARSTEN DANZMANN — Albert Einstein Institute, Hannover, Germany

Gravitational waves, predicted by Albert Einstein in 1908 to be caused by accelerated mass, come in different signal shapes and frequencies depending on their source or origin. The Laser Interferometer Space Antenna (LISA) is a joint ESA/NASA mission to observe low frequency gravitational waves as produced by super massive black hole binaries. One important noise source in LISA will be on-board reference oscillators acting as a frequency standard for the science measurement. An inter-spacecraft clock tone transfer chain (consisting of frequency multipliers or dividers, high-frequency cables, electro-optic phase-modulators, optical fibers and fiber amplifiers) is necessary to remove this non-negligible phase noise in post processing.

I will show setups to detect excess phase noise introduced by these components and present recent experimental results of upper limits on their phase noise to a 2 GHz signal as well as some dependencies of phase shift over environmental influences.

Q 49.8 Th 15:45 A 310

**Implementierung und Kontrolle eines Mode Cleaner Resonators am Ausgang des Gravitationswellendetektors GEO600** — ●MIRKO PRIJATELJ und DAS GEO600-TEAM — Albert-Einstein-Institut, Hannover, Germany

Der deutsch-britische Gravitationswellendetektor GEO600 nahe Hannover durchläuft momentan das Upgrade-Programm GEO-HF. Im Rahmen dieses Programms wird das Auslesen der Gravitationswellensignale auf homodyn Detektion umgestellt. Bei diesem Verfahren werden höheren optischen Moden am Ausgang von GEO600 störender sein als bislang. Es ist daher nötig die höheren Moden durch einen Resonator zu filtern. Fluktuationen im Versatz zwischen der Frequenz des GEO600-Ausgangsstrahls und der Resonanzfrequenz des Resonators schlagen sich ebenso als Rauschen im Gravitationswellensignal nieder wie dynamische Ausrichtungsfehler. Im Rahmen des Vortrags wird näher auf die Kontrolle des Frequenzversatzes sowie der Ausrichtung des GEO600-Ausgangsstrahls auf den Mode Cleaner Resonator

eingegangen.

Q 49.9 Th 16:00 A 310

**The GEO600 Squeezed Light Laser** — •HENNING VAHLBRUCH, ALEXANDER KHALAIDOVSKI, NICO LASTZKA, CHRISTIAN GRAEF, KARSTEN DANZMANN, and ROMAN SCHNABEL — Institut für Gravitationsphysik, Leibniz Universität Hannover und Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut), Callinstrasse 38, D-30167 Hannover

Photon shot-noise is a limiting noise source in laser interferometric gravitational wave (GW) detectors. The signal to shot-noise ratio can be improved by increasing the laser power but due to light absorption and the excitation of parasitic instabilities e.g. megawatts of circulating light might become an issue. Alternatively, the signal to shot-noise

ratio can also be improved by ‘squeezing’ the shot-noise as proposed in 1981.

The next upgrade of the GEO600 gravitational wave detector in Germany is scheduled for 2010 and will, in particular, involve the implementation of squeezed light. The required non-classical light source is assembled on a 1.5m<sup>2</sup> breadboard and includes a full coherent control system and a diagnostic balanced homodyne detector. Here, we present the first experimental characterization of this setup as well as a detailed description of its optical layout. A squeezed quantum noise of up to 9dB below the shot-noise level was observed in the detection band between 10Hz and 10kHz at 1064nm. We also present an analysis of the optical loss in our experiment and provide an estimation of the possible non-classical sensitivity improvement of the future squeezed light enhanced GEO600 detector.