

## Q 33: Poster Präzisionsmessungen

Zeit: Dienstag 16:30–18:30

Raum: Poster C

Q 33.1 Di 16:30 Poster C

**Ein einfaches Verfahren zur hochpräzisen Laser-Frequenzstabilisierung** — ANDREAS WICHT<sup>1</sup>, NADINE STRAUSS<sup>1</sup>, •INGO ERNSTING<sup>1</sup>, STEPHAN SCHILLER<sup>1</sup>, ROLF-HERMANN RINKLEFF<sup>2</sup> und KARSTEN DANZMANN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentalphysik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf — <sup>2</sup>Institut für Gravitationsphysik, Leibniz-Universität Hannover

Die Entwicklung eines komplett analogen Frequenz-Phasen Detektors wird vorgestellt, dessen variable Arbeitsfrequenz einen Bereich von ca. 10 MHz bis 1 GHz abdeckt und eine Modulations-Bandbreite von > 10 MHz erfaßt. Einen typischen Anwendungsbereich dafür stellt die relative Frequenz- oder Phasenstabilisierung zweier Laser zueinander unter Verwendung des RF-Schwebungssignals dar. Im Frequenzdetektor Modus wird eine Langzeitstabilität von ca. 25 kHz über Wochen und wenigen kHz über Stunden erreicht.

Die Mixer-basierende Phasendetektor-Einheit unterstützt auch die Phasenstabilisierung bei kleinem Signal/Rausch Verhältnis, was einen Vorteil gegenüber digitalen Phasendetektoren darstellt. Zur Charakterisierung des Frequenz-Phasen Detektors werden das Detektorrauschen und Detektorbandbreite, die Frequenz/Spannungs Transferfunktion und das Übersprechen von Amplitudenmodulation des RF-Signals auf das Phasen- und Frequenzsignal angeführt.

Das Leistungsvermögen des Systems wird anhand einer Frequenzstabilisierung eines Diodenlasers mit Emission bei 1,4  $\mu\text{m}$  auf einem Ti:Sa basierendem Frequenzkammes demonstriert.

Q 33.2 Di 16:30 Poster C

**Narrow linewidth diode laser system for coherent precision spectroscopy** — •K. DÖRINGSHOFF<sup>1</sup>, A. WICHT<sup>1</sup>, N. STRAUSS<sup>1</sup>, I. ERNSTING<sup>1</sup>, J. KOELEMELJ<sup>1</sup>, B. ROTH<sup>1</sup>, R.-H. RINKLEFF<sup>2</sup>, and S. SCHILLER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentalphysik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf — <sup>2</sup>Institut für Gravitationsphysik, Leibniz-Universität Hannover

Phase-locking of diode lasers to a frequency comb is challenging because of the low signal-to-noise ratio of the corresponding RF beat notes and the large frequency or phase noise bandwidth of grating diode lasers. One approach to ease locking is to develop diode lasers which feature a reduced noise bandwidth. A reduction of the noise bandwidth corresponds to a reduction of the necessary RF-detector bandwidth which in turn results in an improved signal-to-noise ratio of the RF-beat note detection. Here we present a diode laser system which is based on merging the concepts underlying the grating diode laser and the diode laser with resonant optical feedback (GEECDL, grating enhanced external cavity diode laser). Thus we combine the good over-all (few 10 nm) and continuous tuneability (up to 20 GHz) and the simple operation of grating lasers with the narrow line width (few 10 kHz) provided by diode lasers with resonant optical feedback. We frequency lock a GEECDL operating at 1394 nm to an H-maser referenced fs-frequency comb and analyze its relative linewidth and frequency stability. We then demonstrate the lasers capability for high precision spectroscopy by investigating the ( $\nu' = 4, J' = 3$ )  $\rightarrow$  ( $\nu = 0, J = 2$ ) of cold ( $\sim 10\text{mK}$ ) HD<sup>+</sup> molecular ions.

Q 33.3 Di 16:30 Poster C

**THz-operation of Quantum Dot based Semiconductor Optical Amplifiers** — •SABINE DOMMERS<sup>1</sup>, VASILY TEMNOV<sup>1</sup>, ULRIKE WOGGON<sup>1</sup>, JORDI GOMIS<sup>2</sup>, JUAN MARTINEZ-PASTÒR<sup>2</sup>, MATTHIAS LÄMMLIN<sup>3</sup>, and DIETER BIMBERG<sup>3</sup> — <sup>1</sup>FB Physik, Universität Dortmund, 44221 Dortmund — <sup>2</sup>nstitut de Ciència dels Materials, Universitat de València, 46071 València, Spanien — <sup>3</sup>Institut für Festkörperphysik, Technische Universität Berlin, 10623 Berlin

The amplification of ultrashort pulse trains in an electrically pumped quantum dot (QD) based semiconductor optical amplifier is investigated by ultrafast pump-probe spectroscopy. The amplifier consists of an electrically contacted deeply etched ridge waveguide with a width of 2  $\mu\text{m}$  and a length of 1 mm. The active medium is formed by 15 layers of MBE-grown InGaAs QD-in-a-well nanostructures. Ultrashort pulse trains consisting of up to four identical 150-fs-long Ti:Sapphire laser pulses with a controllable delay in a picosecond time range are obtained using two unbalanced Michelson interferometers. The gain dynamics after amplification of ultrashort pulse trains are monitored as a function of pump-probe delay time. We report on a complete

gain recovery in the amplification of double pulses separated by 5 picoseconds (equivalent of 200 GHz repetition rate) [1] and discuss the limits of THz amplification (pulse separation 1 ps) on the basis of the experiments with four pulse trains.

[1] Dommers, et al., Appl. Phys. Lett. (in print)

Q 33.4 Di 16:30 Poster C

**Ultradünne hochreflektierende Wellenleiter-Beschichtung** — •MICHAEL BRITZGER, OLIVER BURMEISTER, ALEXANDER BUNKOWSKI, DANIEL FRIEDRICH, KARSTEN DANZMANN und ROMAN SCHNABEL — Albert-Einstein-Institut Hannover, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik und Leibniz Universität Hannover, Callinstr. 38, 30167 Hannover

Eine limitierende Rauschquelle bei laserinterferometrischen Hochpräzisionsmessungen ist das thermische Rauschen der Spiegel. Heutige Laserspiegel verwenden ein dickes dielektrisches Mehrschichtsystem, um eine hohe Reflektivität zu gewährleisten. Obwohl die Dicke des Schichtsystems klein gegenüber der Gesamtdicke des Substrats ist, ist das thermische Rauschen der Beschichtung dominant. Das Konzept eines hochreflektierenden dielektrischen Spiegels auf Basis einer Wellenleiterstruktur in einer einzelnen sehr dünnen Schicht wird vorgestellt. Dieser Ansatz bietet die Möglichkeit hohe Reflektivität zu erzielen, jedoch mit geringerem thermischen Rauschen als bei konventionellen Beschichtungen. Ein mögliches Design für die optische Wellenlänge von heutigen Gravitationswellendetektoren wird diskutiert. [1] A. Bunkowski et al., Class. Quantum Grav. 23, 7297 (2006).

Q 33.5 Di 16:30 Poster C

**Stabilitätsverhalten optischer Resonatoren** — •INGO ERNSTING, MAXIM OKHAPKIN, ANDREAS WICHT, CHRISTIAN EISELE, ALEXANDER NEVSKY und STEPHAN SCHILLER — Institut für Experimentalphysik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Optische Resonatoren eignen sich durch ihre hohe Kurzzeitstabilität und geringe Langzeit-Driftraten als Referenzelemente für Präzisionslaserquellen. In Verbindung mit einer absoluten Lichtfrequenzmessung über einen optischen Frequenzkamm, welcher auf einen H-Maser referenziert ist, lassen sich sowohl Aussagen über Linienbreite bzw. Stabilität des Frequenzkamms als auch zur Stabilität der optischen Resonatoren treffen. Es wird eine Charakterisierung eines ULE-Resonators bei Raumtemperatur sowie eines kryogenen Saphir-Resonators bei 3,5 K mittels Messung der Schwebungssignale gegen den Frequenzkamm präsentiert. Zusätzlich werden die Resonator-Driftraten in Abhängigkeit von der Resonatortemperatur über mittlere (Stunden) und lange Zeitskalen (Tagen, Wochen), sowie der Ausdehnungskoeffizient bestimmt. Diese Untersuchungen können zur Entwicklung einer RF-Referenzquelle dienen, die die Kurzzeitstabilität optischer Resonatoren mit der Stabilität eines H-Maser über mittlere Zeiten kombiniert.

Q 33.6 Di 16:30 Poster C

**Data processing and noise subtraction for the LISA technology package** — •FRANK STEIER, FELIPE GUZMAN, ANTONIO GARCIA, VINZENZ WAND, GERHARD HEINZEL, and KARSTEN DANZMANN — Zentrum für Gravitationsphysik Hannover, Callinstr. 38, 30167 Hannover

The LISA technology package is a technology demonstration for the future Gravitational Wave detector LISA. On board LISA Pathfinder the length change between two free falling test masses is measured interferometrically with picometer accuracy in a frequency range between 1 mHz and 30 mHz.

We show how redundant interferometrical signals are combined, noise subtraction for the longitudinal measurement is done and control loops with downsampling and asynchronous data transfer are implemented.

Q 33.7 Di 16:30 Poster C

**Cold Atom Sagnac Interferometer** — •THIJS WENDRICH, MICHAEL GILOWSKI, TOBIAS MÜLLER, WALDEMAR HERR, CRISTIAN SCHUBERT, ERNST M. RASEL, and WOLFGANG ERTMER — Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover

The very high sensitivity of matter-wave interferometry for detecting accelerations and rotations has made it to an ideal tool for applications in fundamental physics and metrology [1]. We report on the sta-

tus of our dual atom interferometer for the precise determination of inertial forces. In this project we use synchronous operation of two counterpropagating atominterferometers to discriminate between accelerations and rotations. The ensembles of  $10\mu\text{k}$  cold  $^{87}\text{Rb}$  atoms are launched with a velocity of about  $4.4\text{m/s}$  from two double-mot sources on precisely controlled parabolas into the interferometer chamber. The interferometer itself uses optical Raman transitions for the coherent splitting of the atoms. This allows for a compact and transportable setup while still enabling sensitivities comparable to the best conventional sensors. In the current low resolution mode, we optimize critical interferometer components such as atom preparation and detection and analyse systematic effects. Finally we will present the scheme to upgrade the experiment to the full sensitivity of  $2 * 10^{-9}$  rad/s for  $1 * 10^8$  atoms per shot at a velocity of  $3\text{m/s}$ . [1] C. Jentsch, T. Müller, E.M. Rasel, and W. Ertmer, Gen. Rel. Grav. 36(10), 2197(2004)

Q 33.8 Di 16:30 Poster C

**Precision spectroscopy of trapped  $\text{HD}^+$  ions and the electron-to-proton mass ratio** — ●JEROEN KOELEMELJ, BERNHARD ROTH, ANDREAS WICHT, INGO ERNSTING, and STEPHAN SCHILLER — Institut für Experimentalphysik, Universität Düsseldorf

Recently, we successfully demonstrated infrared rovibrational spectroscopy of trapped and sympathetically cooled  $\text{HD}^+$  ions at millikelvin temperatures. The long (tens of minutes) storage time of  $\text{HD}^+$ , together with the low translational temperature and near absence of background-gas collisions in our ultrahigh vacuum apparatus, provide excellent circumstances for precision spectroscopy. Being one of the simplest molecules,  $\text{HD}^+$  is also highly accessible to theory. As the rovibrational energy levels of  $\text{HD}^+$  depend on the electron-proton mass ratio  $m_e/m_p$ , the calculated and measured energy differences between those levels can be combined to extract this fundamental mass ratio. Our latest experimental result agrees with the most accurate available *ab initio* theory to within the measurement accuracy (2 ppb), whereas the theoretical uncertainty is 0.2 ppb. This allows confirmation of the 2002 CODATA recommended value for  $m_e/m_p$  to within 5 ppb. For comparison, the 2002 CODATA value itself has a relative accuracy of 0.46 ppb. Our experimental uncertainty is currently limited by sub-

stantial Doppler broadening of the observed spectra, even at the low translational temperatures achieved here. Therefore, a new ion trap is under construction, which should enable Doppler-free infrared spectroscopy in the Lamb-Dicke regime. This is expected to improve the spectroscopic accuracy by more than one order of magnitude.

Q 33.9 Di 16:30 Poster C

**A mobile atom interferometer for precise measurements of local gravity** — ●MALTE SCHMIDT, ALEXANDER SENGER, ULRICH EISMANN, EVGENY KOVALCHUK, and ACHIM PETERS — Humboldt Universität zu Berlin, Institut für Physik, Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin, Germany

In recent years, matter wave interferometry has developed into a powerful tool for the ultra precise measurement of accelerations and rotations. It is used in various laboratories for experiments in the fields of fundamental physics and metrology.

We present a new design for a gravimeter based on atom interferometry which is optimized for mobility and mechanical stability. This setup will open up the possibility to perform on-site high precision measurements of local gravity. We report on first tests of subsystems including a rack-mounted cooling laser system.

This gravimeter is developed within the FINAQS project, a collaboration of five European research groups that aims at developing new atomic quantum sensors.

Q 33.10 Di 16:30 Poster C

**Towards High Precision Spectroscopy of  $1s-2s$  in  $\text{He}^+$**  — ●SEBASTIAN KNÜNZ, MAXIMILIAN HERRMANN, VALENTIN BATTEIGER, THOMAS UDEM, and THEODOR W. HÄNSCH — Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermannstr. 1, 85748 Garching

Recent progress in the development of XUV frequency combs opens the opportunity to perform high precision spectroscopy on the  $1s-2s$  two photon transition in hydrogen-like helium at  $60\text{nm}$ , an interesting candidate for high precision tests of bound state QED. Our approach of storing and cooling helium by co-stored magnesium ions in a linear ion trap will be presented together with an approach to detect the transition and our recent experimental progress.