

## Q 23: Laser development and applications IV

Time: Tuesday 14:00–15:45

Location: DO26 207

Q 23.1 Tue 14:00 DO26 207

**New Precision in Frequency Dissemination over 920 km Fiber Link Using Optimized Digital Compensation** — ●ALEXEY GRININ, STEFAN DROSTE, THOMAS UDEM, THEODOR HÄNSCH, and RONALD HOLZWARTH — Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Str. 1, 85748 Garching, Germany

The increasing performance of optical frequency standards calls for new methods of transferring highly stable optical frequencies. Well established satellite-based frequency dissemination techniques do not reach the required stability set by state-of-the-art frequency standards. Previously, analog PI controllers have been used for Doppler shift cancellation in the 920 km long fiber connection between Max-Planck-Institute of Quantum Optics and the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig. The long time delay of almost 10 ms due to the final speed of light makes it impossible to control the system optimally in this way restricting the precision of frequency dissemination.

Higher order digital infinite response filters (IIR) have been applied for that task leading to a precision improvement of almost one order of amplitude. Optimization of filter coefficients have been performed using automatic numerical algorithms.

Q 23.2 Tue 14:15 DO26 207

**Durchstimmbarkeit einer frequenzstabilisierten Laserstrahlquelle bei 122nm** — ●PATRICK BACHOR<sup>1,2</sup>, MATTHIAS STAPPEL<sup>1,2</sup>, THOMAS FELDKER<sup>1</sup> und JOCHEN WALZ<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, D-55099 Mainz — <sup>2</sup>Helmholtz-Institut Mainz, Johann-Joachim-Becher-Weg 36, 55128 Mainz

Unter Verwendung des Rydberg-Blockademodus, der eine Verschränkung zwischen Calciumionen bietet, sollen quantenlogische Operationen experimentell realisiert werden. In einer Paulfalle gefangene Calciumionen sollen dazu mit Laserlicht bei 122 nm in ein hohes Rydbergniveau angeregt werden [1]. Dieses Laserlicht wird durch einen Vierwellenmischprozess von fundamentalen Lichtfeldern bei 254 nm, 408 nm und 555 nm in Quecksilberdampf effizient erzeugt [2]. Die Lichtfelder werden durch Frequenzkonversion von infraroten Lasern bei 1015 nm, 816 nm und 1110 nm gewonnen.

Um eine hohe Anregungsrate in das Rydbergniveau zu erhalten, ist eine schmale spektrale Linienbreite des 122 nm Lichtfeldes essenziell, welche durch die Linienbreite der fundamentalen Lichtfelder bestimmt wird. Die fundamentalen Laser werden daher aktiv frequenzstabilisiert um eine spektrale Linienbreite im kHz-Bereich zu erreichen. Da bislang die Übergangsfrequenz in das Rydbergniveau nur bis auf 10 GHz bekannt ist, muss für die experimentelle Suche eine Durchstimmbarkeit des 122 nm Lasersystems gewährleistet sein. Es wird der experimentelle Aufbau vorgestellt bei dem sowohl die Frequenzstabilisierung als auch die Durchstimmbarkeit möglich ist. [1] F. Schmidt-Kaler et al., NJP 13, (2011) 075014 [2] D. Kolbe et al., PRL 109, (2012) 063901

Q 23.3 Tue 14:30 DO26 207

**Coherent Thulium/Holmium based all-PM fiber frequency comb source at 2.05  $\mu\text{m}$  supporting both narrowband and broadband pulses at 100 MHz with up to 0.5 W average power and pulse duration down to 135 fs** — ●HEINAR HOOGLAND<sup>1</sup>, ALEXANDRE THAI<sup>1,2</sup>, DANIEL SÁNCHEZ<sup>2</sup>, SETH LUCIEN COUSIN<sup>2</sup>, MICHAËL HEMMER<sup>2</sup>, MARTIN ENGELBRECHT<sup>1</sup>, JENS BIEGERT<sup>2,4</sup>, and RONALD HOLZWARTH<sup>1,3</sup> — <sup>1</sup>Menlo Systems GmbH, Am Klopferspitz 19a, 82152 Martinsried, Germany — <sup>2</sup>ICFO-Institut de Ciències Fotòniques, Castelldefels, Barcelona 08860, Spain — <sup>3</sup>Max-Planck-Institute of Quantum Optics, Hans-Kopfermann-Strasse 1, 85748 Garching, Germany — <sup>4</sup>ICREA - Institutio Catalana de Recerca i Estudis Avançats, 08010 Barcelona, Spain

Numerous applications in the spectral region around 2  $\mu\text{m}$  are rapidly evolving, especially in the fields of spectroscopy and medicine as well as security and defense in the eye-safe laser regime.

We report on an all-PM fiber laser system at 2.05  $\mu\text{m}$  offering coherent broadband and narrowband pulses at 100 MHz repetition rate with a FWHM bandwidth of around 60 nm and 1.5 nm, respectively, and average output powers of up to 0.5 W. The broadband pulses are temporally dechirped to 135 fs by use of a Martineze-style compressor. The multi-stage amplifier based on Thulium/Holmium codoped gainfibers is seeded by a supercontinuum light source spanning from

around 1  $\mu\text{m}$  up to 2.4  $\mu\text{m}$ . Relative intensity noise and temperature dependence of the system have been investigated.

Q 23.4 Tue 14:45 DO26 207

**Plasmon Resonance Tuning of a Single Gold Nanoparticle by Controlled Melting** — ●ALEXANDER KUHLLICKE<sup>1</sup>, STEFAN SCHIETINGER<sup>1</sup>, CHRISTIAN MATYSSEK<sup>2</sup>, KURT BUSCH<sup>2,3</sup>, and OLIVER BENSON<sup>1</sup> — <sup>1</sup>AG Nanooptik, Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Newtonstr. 15, 12489 Berlin — <sup>2</sup>AG Theoretische Optik & Photonik, Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Newtonstr. 15, 12489 Berlin — <sup>3</sup>Max-Born-Institut, Max-Born-Str. 2A, 12489 Berlin

Metallic nanoparticles support localized surface plasmons which concentrate electromagnetic energy in volumes much smaller than the wavelength of the incident light. At the resonance frequency of the electron oscillations in the metal, strong light absorption and scattering can be observed. Such ‘plasmonic nanoantennas’ can alter the fluorescence rates due to the field enhancement in the vicinity. For efficient coupling, the emitter’s transition energy should fit to the plasmon resonance, which depends not only on the dielectric properties of the particle and the surrounding medium but also on the size and the shape of the particle. We developed a method to control the shape of individual gold nanoparticles and thus to tune their plasmon resonance in situ simply by a focussed laser beam. The induced melting and shaping process changes the symmetry from spherical to prolate spheroidal which allows for the controlled tuning of the plasmon resonance only by adjusting the applied laser intensity. We present comprehensive experimental and theoretical analysis of the tuning process, which will be useful for the assembly of resonant nanoparticles and nanostructures.

Q 23.5 Tue 15:00 DO26 207

**Cavity ring-down spectroscopy on a small sample volume using a hollow-core photonic crystal fiber** — ●DORIT MUNZKE, MICHAEL BÖHM, and OLIVER REICH — Universität Potsdam, Institut für Chemie, Physikalische Chemie, innoFSPEC, Am Mühlenberg 3, 14476 Potsdam

We present a new experimental setup which is capable to measure small gaseous sample volumes in the microliter range. The core of a hollow-core photonic crystal fiber is used as the sample cell [1]. To check for proper operation, we measure the oxygen concentration of ambient air applying cavity ring-down spectroscopy. This method allows the absolute determination of absorption coefficient without calibration [2]. As an advantage the effective optical path length is increased by the number of passes through the fiber. First results are given showing temporally resolved ring-down events. The resultant absorption coefficient is calculated via the ring-down time. Results are compared to values taken from HITRAN data base.

[1] A. M. Cubillas, J. M. Lazaro, O. M. Conde, M. N. Petrovich and J. M. Lopez-Higuera, *Gas sensor based on photonic crystal fibres in the  $2\nu_3$  and  $\nu_2 + 2\nu_3$  vibrational bands of methane*, Sensors, **9** 6261-6272, (2009)

[2] G. Berden and R. Engeln, *Cavity Ring-Down Spectroscopy - Techniques and Applications*, Wiley-Blackwell (2009)

Q 23.6 Tue 15:15 DO26 207

**Experimentelle Untersuchungen von Fluidströmungen: (Selbst)Interferometrie mit Halbleiterlichtquellen** — ●PETER DZIENDZIEL, LUKAS DRZEWIETZKI, STEFAN BREUER und WOLFGANG ELSÄSSER — Institut für Angewandte Physik, Technische Universität Darmstadt, Schlossgartenstr. 7, 64289 Darmstadt

Bei trüben Fluiden wie z.B. Emulsionen sind spezielle bildgebende Verfahren, die mittels zeitversetzter Bildaufnahme Rückschlüsse auf Strömungsrichtung und -geschwindigkeit in zwei Dimensionen erlauben, in ihrer Anwendbarkeit limitiert. Es werden zwei interferometrische Konzepte basierend auf Halbleiterlichtemittern zur kontaktlosen optischen Bestimmung komplexer Strömungsprofile streuender Fluide, welche bereits theoretisch vorhergesagt worden sind [*F.Schoenfeld, S.Hardt, AIChe Journal, 50(4):771-778, 2004*], realisiert und untersucht. Als Quellen werden u.a. neuartige HL-Emitter basierend auf InAs-Quantenpunkten genutzt, die zugleich Wellenlängen im NIR als auch maßgeschneiderte spektrale Breiten erlauben. Erste, an einem Mikrokanalsystem erzielte orts- und tiefenaufgelöste Ergebnisse

bestätigen die an einer streuenden Testemulsion vorhergesagten Geschwindigkeitsverteilungen. Aktuelle Untersuchungen umfassen dabei die Variation von Geschwindigkeit oder Konzentration der Testemulsion. Fernziel ist es, einen direkten und vollständigen experimentellen Zugang zu Strömungsprofilen beliebiger Mikrokanalstrukturen anhand HL-basierter Lichtquellen in kompakten Interferometrie-Konzepten zu realisieren und dabei das zugrundeliegende physikalische Verständnis der Profilentwicklung weiter zu verbessern.

Q 23.7 Tue 15:30 DO26 207

**Hyperspectral Imaging using In-Line Interferometric Femtosecond Stimulated Raman Scattering** — ●SVEN DOBNER and

CARSTEN FALLNICH — Institute of Applied Physics, Westfälische Wilhelms-Universität, Corrensstr. 2, 48151 Münster

We present the hyperspectral imaging capabilities of in-line interferometric femtosecond stimulated Raman scattering (II-FSRS [1]). The beneficial features of this method, namely the improved signal-to-background ratio compared to other applicable broadband stimulated Raman scattering methods and the simple experimental implementation, allow for a rather fast acquisition of three-dimensional raster-scanned hyperspectral datasets. A subsequent application of a principle component analysis displays the chemical selectivity of the method.

[1] S. Dobner, P. Groß, and C. Fallnich, *J. Chem. Phys.* 138, (2013).