

## Q 10: Nichtlineare optische Effekte und Lichtquellen II

Zeit: Montag 14:00–16:00

Raum: 5J

Q 10.1 Mo 14:00 5J

**Aktive Stabilisierung eines Femtosekunden OPO mit 1GHz Repetitionsrate über die Signal- und Idler-Frequenzkämme** — ●RAPHAEL GEBS<sup>1</sup>, THOMAS DEKORSY<sup>1</sup> und ALBRECHT BARTELS<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Fachbereich Physik und Center for Applied Photonics, Universität Konstanz, 78457 Konstanz — <sup>2</sup>Gigaoptics GmbH, 78462 Konstanz

Untersucht wird ein synchron gepumpter optisch parametrischer Oszillator (OPO) basierend auf periodisch gepoltem Lithiumniobat (PPLN). Als Pumpquelle dient ein Kerr-Linsen modengekoppelter Ti:Saphir Laser mit einer Repetitionsrate von 1 GHz, Pulslänge ca. 25fs und Zentral-Wellenlänge von 800nm. Die Signal Lichtpulse haben eine Pulslänge von ca. 100 fs und eine Zentral-Wellenlänge bei 1550nm. Der OPO wird nahe am Entartungspunkt betrieben, so dass die Frequenzkämme des Signals und Idlers überlappen. Zur aktiven Stabilisierung des OPO wird erstmals die Schwebungsfrequenz zwischen den Signal- und Idler-Frequenzkämmen bei ca. 1600 nm detektiert und an eine externe Radiofrequenz phasengekoppelt. Dadurch ist die relative Lage von Signal und Idler festgelegt und der OPO stabilisiert. Verbleibende Schwankungen der Signal Zentral-Wellenlänge liegen unterhalb der Auflösung des verwendeten Spektrometers (0.5 nm).

Q 10.2 Mo 14:15 5J

**Möglichkeiten der Wellenlängenvariation in einem Doppelkristall-Optisch-Parametrischen Oszillator\*** — ●ROSITA SOWADE, INGO BREUNIG und KARSTEN BUSE — Universität Bonn, Wegelerstr. 8, 53115 Bonn

Eine Möglichkeit, durchstimmbare Lichtpulse im Terahertzbereich (0.1-10 THz) zu erzeugen, ist ein sog. Doppelkristall-Optisch-Parametrischer-Oszillator (D-OPO), in dem zwei Signal-/Idlerwellenpaare generiert werden und für eine Differenzfrequenzzeugung zur Verfügung stehen [1]. Im Gegensatz zur Arbeit von TANIUCHI et al. verwenden wir einen Dauerstrich-D-OPO. Es gibt verschiedene Varianten, den Frequenzunterschied der beiden Signal- oder Idlerwellen zu verändern: Einerseits kann dies durch zwei Kristalle mit gleicher Polungsperiode aber einem variablen Temperaturunterschied realisiert werden. In diesem Fall beobachten wir eine untere Grenze des Signal-frequenzabstandes von etwa 1 THz. Dessen Stabilität liegt bei 0.05 THz über einen Zeitraum von bis zu 40 s. Weiterhin ist es möglich, unterschiedliche Polungsstrukturen innerhalb eines Kristalls zu erzeugen. Bei einem solchen Kristall ist die Temperaturstabilisierung wesentlich einfacher. Wir untersuchen auch diese Variante auf Durchstimbarkeit und Wellenlängenstabilität und vergleichen sie mit der ersten.

[1] T. Taniuchi, J. Shikata und H. Ito, Electron. Lett., 36, 1414-1416 (2000)

\*Wir danken der Deutsche Forschungsgemeinschaft (FOR 557) und der Deutsche Telekom AG für die finanzielle Unterstützung.

Q 10.3 Mo 14:30 5J

**Grenzen der Durchstimbarkeit im Doppelkristall-Optisch-Parametrischen Oszillator** — ●INGO BREUNIG, ROSITA SOWADE und KARSTEN BUSE — Universität Bonn, Wegelerstr. 8, 53115 Bonn

Durchstimmbare Quellen für monochromatisches Licht im Terahertzbereich (0.1-10 THz) sind von großem wissenschaftlichen und technischen Interesse. Dafür werden verschiedene Ansätze verfolgt. Durch Photomischung oder die elektronische Frequenzvervielfachung ist es möglich, Frequenzen bis etwa 4 THz zu erzeugen. Um in den Bereich größer als 4 THz vorzudringen, bietet sich die optische Differenzfrequenzzeugung an.

Wir verwenden einen Dauerstrich-Optisch-Parametrischen Oszillator, in dem zwei magnesiumdotierte periodisch gepolte Lithiumniobatkristalle mit nahezu gleicher Polungsperiode jeweils ein Signal-/Idlerwellen-Paar generieren. Das bietet die Möglichkeit, die Differenzfrequenz entweder der Signal- oder der Idlerwellen in einem dritten nichtlinearen Kristall zu erzeugen. Der Frequenzabstand der beiden Signalwellen kann durch Variation des Temperaturunterschieds der beiden Kristalle verändert werden. Dabei zeigt sich in unserem Aufbau eine untere Grenze der möglichen Differenzfrequenz von etwa 1 THz. Ein Modell, das die Kopplung der Verstärkungsprofile der einzelnen Kristalle beinhaltet, kann dieses Verhalten quantitativ beschreiben.

\*Wir danken der Deutsche Forschungsgemeinschaft (FOR 557) und der Deutsche Telekom AG für die finanzielle Unterstützung.

Q 10.4 Mo 14:45 5J

**Noncollinear optical parametric amplification of vacuum fluctuations, cw light, and continua** — ●CHRISTIAN HOMANN, MARKUS BREUER, STEFAN LOCHBRUNNER, and EBERHARD RIEDLE — LS für BioMolekulare Optik, LMU München

We have investigated a blue pumped two-stage noncollinear optical parametric amplifier that was operated in three different modes. In all cases we obtain  $\mu\text{J}$  visible output at 1 kHz repetition rate. With seeding by a supercontinuum generated in a sapphire plate, broadband pulses with fluctuations in the 1% rms range are obtained. The spectrum is nearly structureless and highly reproducible from shot to shot. A single longitudinal mode cw laser (532 nm) renders as seed extremely clean 88 fs pulses, close to the Fourier limit given by the 6 nm bandwidth and the 170 fs pump pulse. The output does, however, fluctuate by about 30% due to the less than 500 seed photons per pulse. When neither the cw seed nor the continuum is used, the second amplifier stage is seeded by the parametric super-fluorescence generated in the first stage. This is the typical OPG/OPA configuration. The single shot spectral analysis shows that the spectrum is highly structured and varies from shot to shot dramatically and needs about 500 shots averaging to converge to a stable and smooth distribution. The width of each individual spectral structure is identical to the one found in cw seeding and the height varies largely. We conclude that we amplify individual photons out of the vacuum fluctuations and each amplification process starts at a different depth in the first amplifier crystal.

Q 10.5 Mo 15:00 5J

**Erzeugung von sub 10 fs Pulsen mit einem MHz-NOPA** — ●ANDY STEINMANN, ANNE HARTH und UWE MORGNER — Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover

Wir präsentieren einen nicht-kollinearen optischen parametrischen Verstärker (NOPA) mit einer Repetitionsrate von 1 MHz, der direkt mit einem Yb:KYW Laseroszillator mit Cavity-Dumping gepumpt wird. Der NOPA emittiert Pulse um 800 nm Zentralwellenlänge mit einer Energie von 45 nJ bei einer Pulsdauer unter 10 fs.

Das Potential zur Leistungskalierung macht den MHz-NOPA zu einer interessanten Alternative zu herkömmlichen auf Titan:Saphir-Verstärkern basierenden Systemen, und viele Anwendungen wie die nichtlineare Mikroskopie oder Laserspektroskopie werden von dieser Technologie profitieren.

Q 10.6 Mo 15:15 5J

**Second-Order Nonlinear Effects in Lithium Niobate Directional Couplers** — ●ANNA HEIDT<sup>1</sup>, ROLAND SCHIEK<sup>2</sup>, THOMAS PERTSCH<sup>1</sup>, ARKADI CHIPOLINE<sup>1</sup>, WOLFGANG SOHLER<sup>3</sup>, and ANDREAS TUNNERMANN<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Institute of Applied Physics, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Max-Wien-Platz 1, 07743, Jena, Germany — <sup>2</sup>University of Applied Sciences Regensburg, Prüfening Str. 58, 93049 Regensburg, Germany — <sup>3</sup>Applied Physics, Universität Paderborn, 33095 Paderborn, Germany — <sup>4</sup>Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Engineering, Albert-Einstein-Strasse 7, 07745 Jena, Germany

All-optical switching in coupled nonlinear optical waveguides [1, 2] has been investigated experimentally and theoretically. The experiments have been performed in a Ti-diffused Periodically Poled Lithium Niobate (PPLN) Z-cut crystal waveguides exhibiting high second order nonlinearity. All-optical switching up to 10 MHz for the C telecom band has been experimentally tested. Numerical code has been developed in order to evaluate the switching performance theoretically. A feasibility of the extrapolation on higher frequencies up to 10 GHz has been checked theoretically (experiments are ongoing). [1] R.Schiek, Y.Baek, G. Krijnen, G.I. Stegeman, I. Baumann, and W. Sohler, "All-optical switching in lithium niobate directional couplers with cascaded nonlinearity", Optics Lett., 21, July 1 (1996). [2] R. Schiek, R. Iwanow, G.I. Stegeman, T. Pertsch, F. Lederer, Y. Hong Min, and W. Sohler, "Low-power, multiport, ultrafast, parametric switching in cascaded waveguide couplers", Appl. Phys. Lett., 87, 011109 (2005).

Q 10.7 Mo 15:30 5J

**Nonlinear Effects in PPLN Waveguide Resonators** — ●REINHARD GEISS<sup>1</sup>, ROLAND SCHIEK<sup>2</sup>, THOMAS PERTSCH<sup>1</sup>, ARKADI

CHIPOULINE<sup>1</sup>, WOLFGANG SOHLER<sup>3</sup>, and ANDREAS TÜNNERMANN<sup>4</sup>  
— <sup>1</sup>Institute of Applied Physics, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Max-Wien-Platz 1, 07743, Jena, Germany — <sup>2</sup>University of Applied Sciences Regensburg, Prüfeninger Str. 58, 93049 Regensburg, Germany — <sup>3</sup>Applied Physics, Universität Paderborn, 33095 Paderborn, Germany — <sup>4</sup>Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Engineering, Albert-Einstein-Strasse 7, 07745 Jena, Germany

The dissipative nature of the optical resonators requires loss compensation through some pump process. The nonlinear response of the resonator in combination with the feedback causes a bunch of new effects, including multistability and pattern formation [1, 2]. In this work the nonlinear effects have been investigated in resonators formed in Periodically Poled Lithium Niobate (PPLN) exhibiting strong second order nonlinearity. The final goal of the tests is to demonstrate fast memory operations in optical waveguide resonators based on PPLN samples. A theoretical model has been developed in order to estimate the influence of different parameters on the system performance. Theoretical predictions have been compared with the experimental results.

[1] U. Peschel, D. Michaelis, and C. O. Weiss, "Spatial solitons in optical cavities", IEEE J. Quantum Electron., 39, 51-64 (2003).

[2] C. Etrich, U. Peschel, and F. Lederer, "Solitary waves in quadratically nonlinear resonators", Phys. Rev. Lett., 29, 2454-2457 (1997).

Q 10.8 Mo 15:45 5J

**Spektroskopie an Rubidiumzellen bei 400 bar Puffergasdruck: auf dem Weg zum thermischen Gleichgewicht von gekoppelten Atom-Licht-Zuständen?** — •ULRICH VOGL und MARTIN WEITZ — Institut für Angewandte Physik, Wegelerstraße 8, 53115 Bonn

Bei üblichen Experimenten der Atomphysik liegt die beobachtete Fluoreszenzlinienbreite um viele Größenordnungen unterhalb der Raumtemperatur, so dass das Anregungsprofil weitgehend unbeeinflusst von der statistischen Verteilungsfunktion ist. Wir berichten über Experimente, bei denen durch 400 bar Puffergasdruck in einer Hochdruckzelle eine Linienbreite von einigen Nanometern für die Rubidium D-Linien erreicht wird. Bei hoher Lichtleistung des anregenden Laserlichts werden die Resonanzlinien durch zusätzliche Leistungsverbreiterung bis auf Werte oberhalb von kT verbreitert. In diesem Parameterbereich beobachten wir eine starke Asymmetrie der Fluoreszenzlinien, wobei die blaue Flanke der Linien stark überhöht ist. Wir interpretieren die Messdaten als Hinweis darauf, dass die gekoppelten Atom-Licht-Zustände ("dressed states") zunehmend ins thermische Gleichgewicht gelangen, wobei die Thermalisierung durch Atom-Puffergas-Stöße erfolgt. Wir erwarten an diesem neuartigen Hochdrucksystem längerfristig vielfältige Untersuchungen zur kollektiven Dynamik hybrider Atom-Licht-Quasiteilchen (Polaritonen) durchführen zu können.