

Q 66: Photonik 4

Time: Friday 14:00–16:15

Location: V38.01

Q 66.1 Fri 14:00 V38.01

Effect of fiber group-velocity dispersion on pulse propagation in a modified Sagnac interferometer — •TOBIAS RÖTHLINGSHÖFER^{1,2,3}, DANIEL TOTH², GEORGY ONISHCHUKOV^{2,3}, BERNHARD SCHMAUSS^{3,4}, and GERD LEUCHS^{1,2,3} — ¹Institute of Optics, Information and Photonics, University Erlangen — ²Max Planck Institute for the Science of Light — ³Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies — ⁴Chair for Microwave Engineering, University Erlangen

The influence of the group-velocity dispersion of the nonlinear fiber of a Sagnac interferometer on the transfer characteristics for picosecond pulses was investigated in numerical simulations.

It was found that operating at a non-zero dispersion regime multi-level all-optical phase-preserving amplitude regeneration can be done most efficient. Anomalous fiber dispersion leads to soliton formation in the nonlinear fiber. This will result in irregularities in the periodicity of the transfer functions. Operating at zero-dispersion was found to be the most critical case for fluctuations of the group-velocity dispersion.

The irregularities in the anomalous dispersion regime can be used for all-optical amplitude noise reduction in advanced modulation formats with unequally power-spaced signal states like 16QAM.

Q 66.2 Fri 14:15 V38.01

Brillouin Gain Bandwidth Reduction down to 3 MHz in Standard Single Mode Fibers — •ANDRZEJ WIATREK, STEFAN PREUSSLER, KAMBIZ JAMSHIDI, and THOMAS SCHNEIDER — Institut für Hochfrequenztechnik, Hochschule für Telekommunikation Leipzig, Gustav-Freytag-Str. 43-45, D-04277 Leipzig, Germany

Due to its very low threshold, the nonlinear optical effect of stimulated Brillouin scattering (SBS) is the dominant effect in optical fibers. A strong pump wave induces a frequency downshifted narrow-band gain for counter-propagating signals. The energy transfer between the pump and the signal wave is mediated by an acoustical phonon wave inside the SBS medium. The linewidth of the SBS resonance is a product of the intrinsic attenuation of the phonons and the speed of sound in the medium. Both values are constant for certain environmental and medium specific parameters, such as temperature, strain and possible dopants. Since the effective SBS gain bandwidth is a convolution of the pump power spectrum and the natural SBS linewidth, the natural linewidth determines the smallest possible gain bandwidth. At room temperature this natural gain bandwidth is about 10 to 60 MHz in standard single mode fibers. A significant reduction of this value requires a cooling of the fiber down to cryogenic temperatures. In our contribution we propose a novel method to reduce the SBS gain bandwidth at room temperature. In the presented approach the spectrum of interest is superposed with a spectral aperture to exploit the saturation characteristics of the SBS. Based on our proof of concept experiment we report a gain bandwidth reduction by one order of magnitude.

Q 66.3 Fri 14:30 V38.01

Single pass high harmonic generation with 515 nm pulses at 50 MHz repetition rate — •WALDEMAR SCHNEIDER¹, LAURYNÄ LÖTSCHER¹, SARAH STEBBINGS¹, ANDREAS VERNALEKEN¹, THOMAS UDEM¹, THEODOR HÄNSCH¹, PETER RUSSBÜLDT², DIETER HOFFMANN², ALEXANDER APOLONSKY¹, MATTHIAS KLING¹, and FERENC KRAUSZ¹ — ¹Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching — ²Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen

Femtosecond MHz-repetition rate extreme-ultraviolet (EUV) laser sources are highly desirable for high-resolution and time-resolved spectroscopies. High harmonic generation (HHG) from intense driving laser in gaseous media requires peak-intensities on the order of 10^{13} W/cm². Typically HHG at MHz repetition rates demands cavity-assisted or plasmonic field enhancement. Meanwhile, owing to the progress in the development of solid state amplifier systems for ultra-short pulses, HHG at MHz repetition rate also became possible with comparably simple single pass geometry. Here, we report on single pass HHG with amplified and frequency doubled (515 nm) pulses at 50 MHz repetition rate using an Yb:YAG Innoslab amplifier providing 600 fs pulses with 250 W average power. By focusing into a xenon gas jet we detect high harmonic radiation up to 73.5 nm. Combined with potential optimizations such as phase-matching of the HHG process, nonlinear pulse compression and near-field enhancement by nanoparticles these results

show that state-of-the-art amplifier systems became a promising source for HHG at multi-MHz repetition rates.

Q 66.4 Fri 14:45 V38.01

Erzeugung von Lyman- α -Strahlung durch Vierwellenmischen in einer mit Quecksilberdampf gefüllten Hohlaser — •THOMAS DIEHL^{1,2}, ANDREAS KOGLBAUER^{1,2}, DANIEL KOLBE^{1,2}, MATTHIAS SATTLER^{1,2}, MATTHIAS STAPPEL^{1,2}, RUTH STEINBORN^{1,2} und JOCHEN WALZ^{1,2} — ¹Johannes Gutenberg-Universität, D-55099 Mainz — ²Helmholtz-Institut Mainz, J.J. Becher-Weg 36, D-55128 Mainz

Für zukünftige Präzisionsexperimente an gefangenem Anti-Wasserstoff wird eine leistungsstarke, kontinuierliche Laserquelle bei einer Wellenlänge von 121,56 nm (Lyman- α), dem Kühlübergang von Wasserstoff, benötigt. Die Erzeugung dieser Strahlung im vakuum-ultravioletten (VUV) Bereich erreichen wir über einen Vierwellenmischprozess in Quecksilberdampf. Durch Ausnutzen von Ein- und Zweiphotonenresonanzen im nichtlinearen Medium ist es uns gelungen, die effizienteste Laserquelle bei Lyman- α zu realisieren [1].

Eine weitere Effizienzsteigerung kann durch die Vergrößerung der Wechselwirkungszone der eingestrahlten Laserlichtfelder mit dem nichtlinearen Medium ermöglicht werden. Diese ist bei der Erzeugung mit fokussierten Gaußstrahlen durch die Größe des konfokalen Parameters (~ 1 mm) beschränkt. Durch Verwendung einer Hohlaser lässt sie sich auf einige cm ausdehnen, wodurch man eine theoretische Effizienzsteigerung um ca. drei Größenordnungen erreicht.

Wir präsentieren den aktuellen Stand des Experiments sowie die bisher erzielten Ergebnisse beim Vierwellenmischen in einer dampfgefüllten Hohlaser.

[1] Can. J. Phys. 89(1), 25-28 (2011)

Q 66.5 Fri 15:00 V38.01

Frequency Down-Conversion at the Single Photon Level — •ANDREAS LENHARD, SEBASTIAN ZASKE, and CHRISTOPH BECHER — Universität des Saarlandes, FR 7.2 Experimentalphysik, Campus E2.6, 66123 Saarbrücken

Long-range quantum communication over existing fiber networks needs photons at low-loss telecommunication wavelengths, serving as qubits. Photons of a quantum emitter in the red or near-infrared can be transferred to the telecom bands via frequency downconversion using a strong mixing wave. This conversion in general suffers from noise generated by Raman scattering [1] or optical parametric fluorescence. Using a mixing field with a wavelength much longer than the target wavelength drastically reduces this noise background.

We report on the frequency down-conversion of weak coherent pulses from 710 nm to the telecom O-band at 1310 nm using difference frequency generation. The pulses have a width of 10 ns, a repetition rate of 500 kHz and contain 1 photon on average. The strong pump field at 1550 nm is generated by a cw optical parametric oscillator. As nonlinear medium we use 4 cm long PPLN ridge waveguides. The converted pulses are detected by InGaAs/InP APDs. We achieve an internal conversion efficiency of 68 % and a signal-to-noise ratio of 114. Due to losses of narrow-band spectral filtering the over-all detection efficiency is currently limited to 2 %. These results pave the way to highly efficient, nearly noise-free frequency translation of single emitters like quantum dots or color centers in diamond to the telecom bands.

[1] Zaske et al., Optics Exp. **19** 12825 (2011)

Q 66.6 Fri 15:15 V38.01

Direct measurement of the geometric Spin Hall Effect of Light using a polarizer — •JAN KORGER^{1,2}, VANESSA CHILLE^{1,2}, ANDREA AIELLO^{1,2}, PETER BANZER^{1,2}, CHRISTOPHER WITTMANN^{1,2}, NORBERT LINDLEIN², CHRISTOPH MARQUARDT^{1,2}, and GERD LEUCHS^{1,2} — ¹Max Planck Institute for the Science of Light, Guenther-Scharowsky-Str. 1, 91058 Erlangen, Germany — ²Institute for Optics, Information and Photonics, University Erlangen-Nuremberg, Staudtstr. 7/B2, 91058 Erlangen, Germany

The geometric Spin Hall Effect of Light (gSHEL) [1] amounts to a positional shift occurring when a circularly polarized beam of light is projected onto a plane not perpendicular to the direction of propagation. Recently, it was shown that a suitable projection can be realized using a polarizing interface [2]. We present a setup designed to verify this variant of the gSHEL.

A light beam is prepared using a Michelson-like interferometer that allows a periodic modulation of the state of polarization. While continuously monitoring the polarization, we observe the intensity barycenter of the light beam transmitted across our tilted polarizer using a split detector. As a result of the projection occurring at the polarizer, this position shifts if the polarization of the incident beam is switched from left-handed to right-handed circular.

We present our latest experimental results and show for the first time a direct measurement of the geometric Spin Hall Effect of Light.

[1] A. Aiello, et. al., Phys Rev Lett 103, 100401 (2009) [2] J. Korger, et. al., Appl Phys B, 102, 427–432 (2011)

Q 66.7 Fri 15:30 V38.01

Bestimmung des Existenzbereichs stabiler Solitonenketten in dispersionsalternierenden Glasfasern — ●PHILIPP ROHRMANN, ALEXANDER HAUSE und FEDOR MITSCHKE — Universität Rostock, Institut für Physik, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock

Es hat sich gezeigt, dass in dispersionsalternierenden Glasfasern gebundene Zustände aus zwei oder mehr Solitonen auftreten können. Diese Zustände könnten sich für die Datenübertragung per nichtbinärer Kodierung eignen.

Deshalb ist unser Ziel, Existenzbereich und Eigenschaften solcher Strukturen festzustellen. Dazu suchen wir Mehrfachpulsstrukturen, die ihre Form bei Faserdurchlauf nur minimal verändern – als Annäherung formstabiler Lösungen. Diese können wir dann im Experiment mit einem Pulse-Shaper realisieren.

Mit wachsender Anzahl der Pulse in einem Mehrfachpuls wächst die Zahl der Parameter steil an. Wir berichten daher zunächst über eine numerische Studie zu Dreifachpulsen aus drei gleichen Gaußpulsen, bei der wir nur Pulsdauer, Abstand und relative Phase variieren. In dem dadurch aufgespannten dreidimensionalen Parameterraum finden wir die Gestalt des Unterraums möglicher Lösungen; darunter sind auch solche, die bislang nicht bekannt waren. Dieses Vorgehen kann auf mehr Parameter erweitert werden; im höherdimensionalen Parameterraum betrachten wir Optimierungen mit einem genetischen Algorithmus.

Q 66.8 Fri 15:45 V38.01

Wie können Solitonen aus der Modulationsinstabilität gebildet werden? — ●CHRISTOPH MAHNKE und FEDOR MITSCHKE — Universität Rostock, Institut für Physik, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock

Lichtpulse mit Dauern von einigen Pikosekunden oder länger, bis hin zu Dauerstrichsignalen, sind in Glasfasern instabil und können in ei-

ne Kette von kürzeren Pulsen zerfallen. Voraussetzungen hierfür sind Vorhandensein von Kerr-Nichtlinearität und negativer Dispersion der Gruppengeschwindigkeit. Dieser Vorgang ist als Modulationsinstabilität (MI) bekannt und kann analytisch mit dem sogenannten Akhmediev Breather (AB) beschrieben werden. Etliche Autoren haben MI zur Erzeugung von Pulsketten mit hoher Wiederholfrequenz diskutiert, teilweise wurden die erzeugten Pulse als Solitonen interpretiert. Wie die Umwandlung genau abläuft, blieb dabei jedoch vage.

Wir präsentieren die Ergebnisse von numerischen Experimenten, bei denen wir mit der sogenannten Direkten Streutransformation Eigenwertspektren für den AB erhalten haben. Dieses Verfahren ermöglicht es, Aussagen über Anzahl, Energien und Frequenzen der in einem AB enthaltenen Solitonen zu treffen. Es zeigt sich, dass der AB als komplizierte nichtlineare Überlagerung von Solitonen betrachtet werden kann. Aus unseren Ergebnissen schliessen wir, dass neben Dispersion und Kerr-Nichtlinearität zusätzliche Effekte zur Umwandlung eines AB in Solitonen nötig sind. Am Beispiel des Raman-Effektes zeigen wir das Verhalten des Eigenwertspektrums bei einem solchen Zerfall.

Q 66.9 Fri 16:00 V38.01

Wechselwirkung von Solitonen in dispersionsalternierenden Glasfasern — ●ALEXANDER HAUSE, PHILIPP ROHRMANN und FEDOR MITSCHKE — Universität Rostock, Institut für Physik, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock

Gegenphasigen Solitonenpaare in dispersionsalternierenden Glasfasern (DM) zeigen ein qualitativ anderes Verhalten als fundamentale Solitonen in Fasern mit anomaler Dispersion. Die Wechselwirkung dieser DM-Solitonen wurde systematisch experimentell untersucht. Zum Einsatz kam ein Pulsformer, mit dem sowohl die Paarparameter Abstand und relative Phase als auch die Impulsparameter Dauer und Energie variiert werden können.

Die Wechselwirkungskräfte und die Bildung von Solitonenmolekülen[1] konnten im untersuchten Parameterraum nachgewiesen werden. Bei höheren Energien wurde beobachtet, dass die Entwicklung des Solitonenabstandes während der Ausbreitung in bestimmten Bereichen des Eingangsabstandes sehr stark abhängig von den Startbedingungen ist. Eine kleine Änderung des Eingangsabstands lässt die Bewegung der DM-Solitonen völlig anders verlaufen. Dies ist ein Indikator für eine fraktale Wechselwirkung von DM-Solitonen, verursacht durch eine Verschiebung des Kollisionspunkts der Solitonen innerhalb einer Dispersionsperiode. Im Vergleich zeigt sich eine gute quantitative Übereinstimmung zwischen experimentellen Ergebnissen und numerischen Simulationen.

[1] A. Hause et al., Phys. Rev. A **78**, 063817 (2008)