

## Q 48: Ultrashort Laser Pulses: Miscellaneous

Time: Thursday 10:30–12:30

Location: F 342

Q 48.1 Th 10:30 F 342

**Eindeutige Phasenrekonstruktion von ultrakurzen Pulsen mit spektralen Lücken** — ●ALEXANDER HAUSE<sup>1</sup>, BIRGER SEIFERT<sup>2</sup>, PHILIP ROHRMANN<sup>1</sup> und FEDOR MITSCHKE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Rostock, Institut für Physik, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock — <sup>2</sup>Facultad de Física, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 306, Santiago 22, Chile

Wir präsentieren eine selbst-referenzierende Technik zur Messung von Amplitude und Phase ultrakurzer Laserpulse. In diesem Verfahren treten keine Vieldeutigkeiten bezüglich der relativen Phase von separierten spektralen Anteilen auf.

Bekannt Methoden zur phasensensitiven Charakterisierung wie FROG oder SPIDER können die relative Phase von Frequenzkomponenten, die spektral weit voneinander getrennt sind, nicht eindeutig rekonstruieren. Wir zeigen im Experiment die erfolgreiche und eindeutige Wiederherstellung der spektralen Phase mittels der VAMPIRE-Methode.

Dazu wurden aus dem Spektrum ultrakurzer Laserpulse weite Bereiche herausgefiltert und das verbleibende Signal charakterisiert. Im Vergleich zum ungefilterten Puls konnte die spektrale Phase in den Bereichen nichtverschwindender Intensität eindeutig und mit der richtigen relativen Phase rekonstruiert werden.

Q 48.2 Th 10:45 F 342

**SPIDER-Verfahren zur Charakterisierung von Superkontinua** — ●SVEN DOBNER, NICOLETTA BRAUCKMANN, MICHAEL KUES, PETRA GROSS und CARSTEN FALLNICH — Institut für Angewandte Physik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Ultrakurze Laserimpulse können mit elektronischen Methoden typischerweise nicht direkt gemessen werden. Zur Charakterisierung der Form und Phase von Femtosekunden-Laserimpulsen haben sich Autokorrelation sowie FROG (Frequency Resolved Optical Gating)- und SPIDER (Spectral Phase Interferometry for Direct Electric-Field Reconstruction)-Verfahren etabliert. Superkontinua stellen aufgrund ihrer extremen spektralen Bandbreite allerdings erhöhte Anforderungen an derartige Charakterisierungsverfahren.

Wir stellen einen modifizierten ZAP (Zero Additional Phase)-SPIDER vor, der für die Charakterisierung von Impulsen mit großer Bandbreite (>100 nm) und kleiner Leistung (<10 mW) mittels Verwendung eines Fouriertransformers zur Aufnahme des SPIDER-Spektrums optimiert wurde. Das Fouriertransformer zeichnet sich durch eine hohe spektrale Auflösung aus, was zur Rekonstruktion der spektralen Phase aus den Modulationen des SPIDER-Spektrums nötig ist. In unserem Beitrag wird das Konzept dieser SPIDER-Variante vorgestellt und erste Messergebnisse werden präsentiert.

Q 48.3 Th 11:00 F 342

**Intra-cavity interferometric autocorrelation for ultraviolet pulses by spontaneous parametric down-conversion** — ●PATRICK MICHELBERGER<sup>1,2,3</sup>, ROLAND KRISCHEK<sup>1,2</sup>, WITLEF WIECZOREK<sup>1,2</sup>, AKIRA OZAWA<sup>1</sup>, and HARALD WEINFURTER<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Strasse 1, 85748 Garching, Germany — <sup>2</sup>Department für Physik, Ludwig-Maximilians-Universität, 80797 München, Germany — <sup>3</sup>Clarendon Laboratory, Oxford University, Parks Road, Oxford, OX1 3PU, UK

Autocorrelation is a common method to estimate the duration of ultrashort laser pulses. In the ultra-violet regime, employing the customary process of second harmonic generation is challenging due to absorption in nonlinear crystals at short wavelengths. Here we show how to utilize spontaneous parametric down-conversion (SPDC) to generate an autocorrelation signal for UV-pulses in the infra-red. Our method relies on the  $n^{\text{th}}$  order emission of the SPDC process, emitting  $2n$  photons with a rate approximately proportional to  $P^n$  for low pumping powers  $P$ . This allows one to obtain the  $n^{\text{th}}$  order autocorrelation by simply counting the  $2n$  down-converted photons. Herewith the first direct measurement of 180 fs ultra-short pulses, centred around 390 nm, inside an enhancement cavity becomes feasible.

Q 48.4 Th 11:15 F 342

**Phase dependence of supercontinuum generation with optical feedback** — ●NICOLETTA BRAUCKMANN, MICHAEL KUES, PETRA GROSS, and CARSTEN FALLNICH — Institut für Angewandte Physik,

Westfälische Wilhelms-Universität, Münster

Supercontinuum (SC) generation is a nonlinear optical phenomenon where light of narrow bandwidth becomes spectrally broadened due to several nonlinear effects. In addition to the conventional input pulse and fiber parameters we experimentally and numerically investigate the influence of an optical feedback on SC generation. Specifically, a system for SC generation by using a microstructured fiber within a synchronously pumped ring cavity is presented. The feedback leads to an interaction of the generated SC with the following femtosecond laser pulses and thus to the formation of a nonlinear oscillator. Different kinds of nonlinear dynamical behavior can be observed, namely steady state, period multiplication as well as limit cycle and chaotic behavior [1]. Here, we present that the delay of the optical feedback is a critical parameter for the specific shape of the generated SC and for the regime of nonlinear behavior as the system is sensitive to the phase of the feedback. We demonstrate that it is possible to shape supercontinua via the pulse and fiber parameters and to create specific time series like period multiplication via the effect of optical feedback, which might promote novel applications.

[1.] M. Kues, N. Brauckmann, T. Walbaum, P. Groß, and C. Fallnich, Opt. Express **17**, 15827–15841 (2009).

Q 48.5 Th 11:30 F 342

**Erzeugung komplexer Wellenleiterstrukturen mithilfe adaptiver Strahlformung in Quarzglas** — ●BENJAMIN VÄCKENSTEDT<sup>1</sup>, MATTHIAS POSPIECH<sup>1</sup>, MORITZ EMONS<sup>1</sup>, GUIDO PALMER<sup>1</sup> und UWE MORGNER<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover, Deutschland — <sup>2</sup>Laser Zentrum Hannover e.V.

Mit Hilfe adaptiver Strahlformung und fs-Laserpulsen haben wir in einem einzigen Schreibvorgang verschiedene komplexe Wellenleiterstrukturen in Quarzglas (fused-silica) realisiert. Wir benutzten einen Phasenmodulator, um während des Schreibprozesses mehrere Foki zu erzeugen und deren Abstand zueinander zu verändern. Dies ermöglicht das Schreiben von komplexen Wellenleiterstrukturen, wie Teilern, Kopplern und Interferometern. Mit dieser Technik wurden beispielsweise optische Splitter erzeugt. Strahlprofile und Leitungseigenschaften wurden untersucht und die Ergebnisse werden präsentiert.

Q 48.6 Th 11:45 F 342

**Wechselwirkungsdynamik räumlich separierter Kavitationsblasen beim Laser-induzierten optischen Durchbruch mittels ultrakurzer Laserpulse** — ●NADINE TINNE, TAMMO RIPKEN und HOLGER LUBATSCHOWSKI — Laser Zentrum Hannover e.V., Holleithalle 8, 30419 Hannover

Die dreidimensionale Bearbeitung transparenter Materialien durch die Fokussierung ultrakurzer Laserpulse hat innerhalb der letzten Jahre zahlreiche Anwendungen in der Materialwissenschaft, aber auch in der Medizin (vor allem in der Ophthalmologie) und Biophotonik gefunden. Dabei wird das Ziel verfolgt, die Bearbeitungs- bzw. in der Medizin die Behandlungsdauern erheblich zu verkürzen. Die Entwicklung der Lasersysteme bewegt sich deshalb in die Richtung, eine steigende Repetitionsrate (bis zu MHz) zu verwenden, welche allerdings einen Pulsüberlapp und somit eine Puls-zu-Puls-Wechselwirkung zur Folge haben kann. Die Mechanismen, welche bei der Wechselwirkung der in diesem Fall zeitlich und räumlich dicht aufeinander folgenden Pulse auftreten, sind im Gegensatz zum Schneideffekt, den Einzelpulse als Folge eines optischen Durchbruchs und einer daraus resultierenden Kavitation hervorrufen, weitestgehend unbekannt. Die dabei stattfindenden Prozesse können mit Hilfe der Methode der Kurzzeitphotographie sichtbar gemacht sowie in ihrer Existenz und Stärke charakterisiert werden. Eine gegenseitige Beeinflussung räumlich separierter Kavitationsblasen wurde so im Modellmedium Wasser in Abhängigkeit von Pulsenergie, Energieverhältnis und Pulsabstand untersucht, um eine Optimierung der Parameter für eine verkürzte Behandlungsdauer zu erzielen.

Q 48.7 Th 12:00 F 342

**Realisierung von Volumen-Bragg-Gittern mit Hilfe ultrakurzer Pulse** — ●DANIEL RICHTER<sup>1</sup>, CHRISTIAN VOIGTLÄNDER<sup>1</sup>, JENS THOMAS<sup>1</sup>, STEFAN NOLTE<sup>1</sup> und ANDREAS TÜNNERMANN<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Angewandte Physik, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena, Deutschland — <sup>2</sup>Fraunhofer-Institut

für Angewandte Optik und Feinmechanik, Albert-Einstein-Strasse 7, 07745 Jena, Deutschland

Unter der Verwendung von ultrakurzen Laserpulsen wurden zwei Techniken zur Erzeugung von Volumen-Bragg-Gittern in Kieselglas untersucht. Mit Hilfe der *Layer-by-Layer*-Methode konnten Gitter mit Beugungseffizienzen in die erste Ordnung, in Transmissionsanordnung, von teilweise über 70% erzeugt werden. Diese besitzen aber keine nachweisbaren Reflektivitäten infolge der Periodenschwankungen.

Das Problem der Periodenschwankungen wird bei der Phasenmaskenmethode fast vollständig umgangen. Die so geschriebenen Gitter haben Beugungseffizienzen in die erste Ordnung, in Transmissionsanordnung, von etwa 90% und Reflektivitäten, in Reflexionsanordnung, von über 80% für die ersten Ordnungen.

Die Struktur der erzeugten Phasengitter weicht, im Vergleich zu bisherigen Gittern, deutlich von einer Sinusform ab und ermöglicht so höhere Reflektionsordnungen.

Aufgrund der Eigenschaft ultrakurzer Pulse sind die beiden Verfahren im Vergleich zu den bisherigen holographischen Methoden, welche an ein spezielles Glas gebunden sind, auf viele weitere transparente Materialien erweiterbar.

Q 48.8 Th 12:15 F 342

**Vorarbeiten für ein flexibles Mehrphotonen Endomikroskop**

— •JANNES HARDER — Laser Zentrum Hannover

Multi-Photonen Mikroskopie ist durch ihre hervorragenden Eigenschaften zu einem der wichtigsten Werkzeuge in der Untersuchung von biologischen Proben geworden. Durch den Einsatz von Laserlicht im infraroten Bereich ergeben sich hohe Eindringtiefen in das Gewebe, welche die Multiphotonen -Mikroskopie für den in vivo Einsatz prädestiniert. Die größten Probleme bei der Realisierung eines flexiblen Mehrphotonen Endomikroskopes sind die Bereitstellung von ultrakurzen Laserpulsen und das gleichzeitige Aufsammeln des Fluoreszenz-Lichtes mithilfe von optischen Fasern. In dieser Arbeit sollen die physikalischen Grundlagen für ein flexibles Mehrphotonen-Endomikroskop vorgestellt werden. Sowohl die Bereitstellung des Anregungs-Lichtes als auch das Auffangen des Fluoreszenz-Lichtes werden mit Hilfe einer Photonischen Kristallfaser mit Double-Clad Anordnung realisiert. Im Mittelpunkt der Arbeit steht die Leitung des Anregungs- und des Fluoreszenz-Lichtes durch die Faser. Hierbei wird der Einfluss der Faser auf die Pulsbreite und das Spektrum analysiert. Die Kompensation der Verbreiterung der für Zwei-Photonen-Effekte erforderlichen ultrakurzen Pulse durch Dispersion wird durch einen Gitterkompressor realisiert. Zur Fokussierung des Anregungslichtes auf die Probe wird ein GRIN Linsen- Objektiv genutzt. Das Emissionslicht wird nach Durchlaufen der Faser mit Hilfe eines Bandpassfilters vom Laserlicht getrennt und mithilfe eines Photomultipliers detektiert. Abschließend sollen in der vorliegenden Arbeit die Auflösungseigenschaften des Gesamtsystems überprüft werden.