

Q 63: Ultrakurze Laserpulse: Erzeugung und Anwendungen 2

Time: Friday 10:30–12:45

Location: SCH A215

Q 63.1 Fri 10:30 SCH A215

Generation and Dispersion Management of Femtosecond Laser Pulses — ●ANDREAS FISCHER, KONSTANTIN SIMEONIDIS, ALEXANDER SPERL, and JOACHIM ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik

To create few-cycle laser pulses, special techniques have to be employed. One possibility is the spectral broadening of a light pulse by self-phase-modulation (SPM) in a glass capillary tube filled with a noble gas. The dispersion, caused by optical elements, has severe impact on the temporal shape of a few-cycle laser pulse and leads to temporal broadening. Dispersion control is therefore indispensable in such a laser system.

This talk delineates an effective method of simulating the effects of dispersion caused by an optical path, affecting the laser pulse. Using this simulation it is possible to interactively design a pulse compressor, which can quickly be calculated and put into operation. For this method it is vital to precisely know the dispersive behavior of each element. A dispersion measurement instrument has been developed and successfully commissioned. First applications of the simulation, namely the interactive design of a pulse compressor consisting of dispersive mirrors, seem to yield very promising results.

Q 63.2 Fri 10:45 SCH A215

Justagefreie ps-Faserlaserquelle auf Basis von Vierwellenmischung für kohärente Raman-Mikroskopie — ●MARIO CHEMNITZ¹, MARTIN BAUMGARTL¹, CESAR JAUREGUI MISAS¹, JENS LIMPERT¹ und ANDREAS TÜNNERMANN^{1,2} — ¹Institut für Angewandte Physik, Albert-Einstein-Strasse 15, 07745 Jena — ²Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik, Albert-Einstein-Str. 7, 07745 Jena

Kohärente Raman-Mikrospektroskopie wurde als leistungsfähiges Verfahren für die markerfreie Mikroskopie in zahlreichen Arbeiten demonstriert. Der breite Einsatz dieses Verfahrens für Anwendungen wie z.B. der Tumorerkennung im klinischen Bereich wird aktuell durch die hohe Komplexität der benötigten synchronisierten Zweifarben-Kurzpulsquellen verhindert. Wir stellen ein kompaktes justagefreies Faserlaserkonzept vor, basierend auf entarteter Vierwellenmischung (FWM) in photonischen Kristallfasern (PCF). Der parametrische Prozess wird mittels Ytterbium-basiertem Pikosekunden-Faserlaser gepumpt. Per FWM werden ps-Pulse bei Signal- und Idler-Wellenlängen in einem durchstimmbaren Abstand um 2850cm^{-1} erzeugt, welche zur Anregung der CH-Streckschwingung in Lipiden genutzt werden kann. Designparameter der PCF wurden mit Hilfe numerischer Simulationen für die benötigten Wellenlängen optimiert. Der Ansatz liefert eine vollständig faserintegrierte und damit justage- und wartungsfreie Lasersystem, welches optimal für den Einsatz in der klinischen Analytik geeignet ist.

Q 63.3 Fri 11:00 SCH A215

Hochrepetierendes, CEP-stabilisiertes OPCPA-System mit μJ -Pulsenergien und Pulsdauern von weniger als 6 fs — ●MARCEL SCHULTZE¹, THOMAS BINHAMMER², MORITZ EMONS¹, TINO LANG¹ und UWE MORGNER¹ — ¹Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover, Deutschland — ²VENTEON Laser Technologies GmbH, Garbsen, Deutschland

Wir präsentieren ein zweistufiges parametrisches Verstärkersystem, das bei hohen Wiederholraten von 100 bis 500 kHz Pulse mit mehr als $3\ \mu\text{J}$ generiert. Die Pulse selber besitzen dabei eine Pulsdauer von weniger als 2 optische Zyklen. Realisiert wird dies über einen breitbandigen Titan:Saphir-Oszillator, welcher sowohl die Seedpulse für den parametrischen Verstärker als auch für den Pumpverstärker bereitstellt. Die Pumpstrahlung wird dabei direkt in einem regenerativen Yb:YAG Scheibenverstärker mit anschließender Frequenzverdopplung generiert. Die eigentliche parametrische Verstärkung wird in einem zweistufigen Aufbau in zwei BBO-Kristallen realisiert. Das verstärkte Spektrum reicht dabei von ca. 680 bis 1000 nm und unterstützt Pulsdauern von ca. 5.2 fs. Die anschließende Komprimierung der Pulse geschieht mit Hilfe von gechirpten Spiegeln. Zusammenfassend können somit komprimierte Pulsdauern von 5.7 fs mit Pulsenergien grösser $3\ \mu\text{J}$ und resultierenden Pulsspitzenleistungen von mehr als 250 MW erzeugt werden. Zusätzlich ist die Träger-Einhüllenden Phase (CEP) des Ti:Sa-Oszillators stabilisiert und eine stabile Phase nach dem Ver-

stärker verifiziert worden.

Q 63.4 Fri 11:15 SCH A215

Modengekoppelter Faserlaser mit über 1 Watt mittlerer Leistung und fourierlimitierten Pulsdauern von unter 60 fs — ●JAN MATYSCHOK¹, OLIVER PROCHNOW², THOMAS BINHAMMER², STEFAN RAUSCH¹, KATHARINA HAUSMANN³, HAKAN SAYING³, DIETMAR KRACHT³ und UWE MORGNER^{1,3,4} — ¹Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover, 30167 Hannover, Germany — ²Venteon Laser Technologies GmbH, 30827 Garbsen, Germany — ³Laser Zentrum Hannover e.V., 30419 Hannover, Germany — ⁴Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research (Quest), 30167 Hannover, Germany

Ultrakurzpuls-Ytterbium-Faseroszillatoren erreichen durch neue Konzepte immer höhere Leistungen. Dies ist unter anderem durch die Verwendung von leistungsstärkeren Pumpdioden und Doppelkern-Fasern ermöglicht worden. Durch den Verzicht auf eine Dispersionskompensation und die dadurch resultierende hohe Gesamtdispersion im Resonator wird es grundsätzlich schwieriger, ultrakurze Pulse bei gleichzeitig hoher mittlerer Leistung zu erzeugen. In dem realisierten Laser ist es dennoch gelungen sehr hohe Bandbreiten von über 60 nm (-20 dB) zu erzeugen. Dies entspricht einer fourierlimitierten Pulsdauer von unter 60 fs. Der Oszillator wurde über das Prinzip der nichtlinearen Polarisationsdrehung modengekoppelt. Eine zusätzliche Amplitudenmodulation durch ein doppelbrechendes Filter stabilisierte dabei die Modenkopplung im breitbandigen Betrieb. Durch die zur Verfügung stehende Pumpleistung war die Ausgangsleistung des Lasers auf 1,1 W limitiert.

Q 63.5 Fri 11:30 SCH A215

Lasersysteme für die Quelle polarisierter Elektronen am Darmstädter S-DALINAC — ●ANTJE WEBER, JOACHIM ENDERS, MARTIN ESPIG, JANINA LINDEMANN, MARKUS ROTH, FABIAN SCHNEIDER, MARKUS WAGNER und BENJAMIN ZWICKER — Institut für Kernphysik, Darmstadt, Deutschland

Der Darmstädter supraleitende Elektronen-Linearbeschleuniger S-DALINAC ist im Jahr 2010 um eine neue Quelle polarisierter Elektronen erweitert worden. Die polarisierten Elektronen werden durch Beschuss einer Strained-superlattice-GaAs-Photokathode mit zirkular polarisiertem Laserlicht erzeugt. An der Darmstädter Quelle werden dazu zwei Lasersysteme verwendet, ein Diodenlaser und ein modengekoppelter Titan-Saphir-Laser. Zur Wartung und Weiterentwicklung der Lasersysteme sind diese in einem ca. 40 m von der Kathode entfernten Raum untergebracht. Wir berichten über Anforderungen, Diagnose und Zuverlässigkeit dieser Lasersysteme sowie über den Transport des Laserstrahls zur Kathode und die benötigte Stabilisierung im Orts- und Zeitraum.

Gefördert durch die DFG im Rahmen des SFB 634.

Q 63.6 Fri 11:45 SCH A215

Kompression ultrakurzer Laserpulse eines Faserverstärkersystems mit edelgasgefüllten Hohlfasern bei hohen Durchschnittsleistungen — ●HENNING CARSTENS¹, STEFFEN HÄDRICH^{1,2}, JAN ROTHHARDT^{1,2}, JENS LIMPERT^{1,2} und ANDREAS TÜNNERMANN^{1,2,3} — ¹FSU Jena, IAP, Albert-Einstein-Straße 15, D-07745 Jena — ²Helmholtz Institut Jena, Max-Wien-Platz 1, D-07745 Jena — ³Fraunhofer IOF, Albert-Einstein-Str. 7, D-07745 Jena

Edelgas gefüllte Hohlfasern werden genutzt, um Laserpulse eines 1 mJ, 480 fs, 50 kHz Faserverstärkersystems zu komprimieren. Nach der Kompression wurde eine Pulsdauer von 35 fs bei einer Pulsenergie von $380\ \mu\text{J}$ gemessen, was einer Pulsspitzenleistung von 5.7 GW entspricht. Nach unserem Wissen ist dies die höchste Durchschnittsleistung (19 W), welche bisher aus einer Hohlfaserkompression extrahiert werden konnte. Die erste Stufe besteht aus einer 53 cm langen mit Xenon gefüllten Faser, die zweite aus einer 20 cm langen mit Argon gefüllten Faser, wobei beide Fasern einen Innendurchmesser von $200\ \mu\text{m}$ haben. Die Laserpulse erfahren im Edelgas aufgrund der Selbstphasenmodulation eine beträchtliche spektrale Verbreiterung. Im Zentrum besitzen die Pulse dadurch einen nahezu linearen Chirp. Entfernt man diesen, z.B. mit GTI Spiegeln, verkürzen sich die Pulse aufgrund der vergrößerten spektralen Bandbreite. Mit breitbandigeren Spiegeln und einem Druckgradienten in der Faser werden in Zukunft kürzere Pulse bei er-

höherer Stabilität möglich sein, was zu noch höheren Spitzenleistungen führt. Damit sollte mit diesem System die Erzeugung hoher Harmonischer bei herausragenden Durchschnittsleistungen möglich sein.

Q 63.7 Fri 12:00 SCH A215

Laser Induced Lensing During In-Volume Modification of Glass With Fs-Laser Radiation — ●ANNA SCHIFFER, MARTIN HERMANS, and JENS GOTTMANN — Lehrstuhl für Lasertechnik, RWTH Aachen, Steinbachstr. 15, 52074 Aachen

The manufacturing of transparent microcomponents and integrated optical systems is an important development for future technologies. Glass-microcomponents and waveguides are processed by focusing ultra short pulsed laser radiation into glass using microscope objectives and translation stages. Fs-Laser radiation is absorbed by multi-photon processes within the focal volume. Optical and chemical properties of the material change, thus showing waveguiding characteristics and a change in etchability. Effects of a fs-fiber laser system (IMRA America, 1045nm) on fused silica and borosilicate glass are investigated. Modification characteristics are changed by variation of repetition rate, pulse energy, focusing numerical aperture and writing speed.

The aforementioned modification process of glass is not fully understood. In order to develop an applicable process for industrial use further investigation is needed. In-situ analysis by interference microscopy and emission spectroscopy offers the possibility of establishing a correlation between the observed experimental data and resulting modification. Interference microscopy provides information on occurring heat accumulation and the laser induced lens during processing. The spectral analysis of emitted radiation provides further information about the electronic absorption processes, such as the formation of colour centres, non-bridging oxygen-vacancies and peak temperature.

Q 63.8 Fri 12:15 SCH A215

Strong-field above-threshold photoemission from sharp metal tips — ●MICHAEL KRÜGER, MARKUS SCHENK, and PETER HOMMELHOFF — Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Str. 1, 85748 Garching bei München

We focus low-power few-cycle laser oscillator pulses on sharp tungsten tips and measure the energy of the emitted electrons. We observe above-threshold photoemission with a photon order of up to nine. At intensities exceeding 10^{11} W/cm² we observe a suppression of the lowest-order peak as well as a shift of the spectral features towards

lower energies [1]. This shift scales linearly with intensity with a slope of -1 eV/(10^{12} W/cm²). We conclude that these phenomena owe to an AC Stark shift of the continuum states and thus are strong-field effects. A comparison of the measured shift with the shift expected from laser and focal spot parameters reveals that the laser electric field at the tip's apex is enhanced by a factor of about 4. This enhancement enables us to enter the strong-field regime with low-power oscillator pulses only. Furthermore, we observe a plateau and a cut-off in the high-energy part of the spectra. This is an evidence that electrons recollide with the tip, implying that high-harmonic radiation can be expected to be generated at the tip. Also coherent control of photoemission should be feasible since strong carrier-envelope phase effects have been observed with this system [2].

[1] M. Schenk, M. Krüger, P. Hommelhoff, accepted for publication in *Physical Review Letters* (2010)

[2] see contribution of M. Schenk et al. at this conference

Q 63.9 Fri 12:30 SCH A215

Tip-based electron source for femtosecond electron diffraction — ●JAN-PAUL STEIN, MARKUS SCHENK, MICHAEL KRÜGER, PETER BAUM, and PETER HOMMELHOFF — Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Straße 1, 85748 Garching bei München

In today's femtosecond electron diffraction and microscopy experiments, femtosecond UV pulses are employed to trigger photoemission of electrons from a flat metallic surface cathode. Subsequently, the electrons undergo acceleration in a constant electric field. Due to the limited maximum applicable electric field of roughly 10 MV/m even single electron pulses cannot get shorter than 100 fs at the target [1]. The aim of this study is to replace the flat cathode by a sharp metal tip [2] with a radius of curvature on the order of a few hundred nanometers. Due to the tip geometry the electric field at the apex is strongly enhanced and reaches values of GV/m. Hence electrons experience a strong acceleration right after emission. Electrons leaving the tip with different initial kinetic energies therefore develop a significantly lower timing jitter during their propagation, translating into shorter pulse durations than in conventional setups. Furthermore, the electron beam emittance decreases drastically. We will present results of a detailed analytic and numerical analysis of different setup parameters and discuss the current experimental status.

[1] M. Aidelburger, F. O. Kirchner et al., *PNAS* 107 19714 (2010)

[2] P. Hommelhoff, C. Kealhofer et al., *Phys. Rev. Lett.* 96 077401 (2006)