

Q 26: Anwendung ultrakurzer Lichtimpulse II

Zeit: Dienstag 14:00–16:00

Raum: 5K

Q 26.1 Di 14:00 5K

Sub-femtosecond control of electron localization in molecular dissociation — ●MATTHIAS KLING — AMOLF, Amsterdam, Niederlande

Laser light with a controlled evolution of the electric field $E(t) = a(t) * \cos(\omega(t) + \phi)$ recently became available when, in addition to the amplitude $a(t)$ and frequency ω control of the carrier-envelope phase ϕ was accomplished. The well-controlled force varying on a sub-femtosecond timescale that such a wave exerts on electrons permitted the reliable and reproducible generation of single sub-femtosecond pulses by means of high-order harmonic generation, controlled electron emission from atoms and made possible precision attosecond metrology. The question remains if this capability can be extended to electrons in molecular orbitals and - if so - can light-driven electronic motion in chemical bonds affect reaction dynamics?

We present experiments on the dissociation of D_2^+ into $D^+ + D$ by intense few-cycle laser pulses with controlled field evolution and report a pronounced dependence of the direction of the D^+ ejection (and hence of the localization of the electron in the system) on the waveform driving the reaction [M.F. Kling *et al.*, *Science* **312** (2006) 246]. Quantum-classical computations reveal that light-field control of molecular electron dynamics is responsible for the observed phenomenon.

Q 26.2 Di 14:15 5K

Ultrafast electron emission from sharp tungsten tips — ●PETER HOMMELHOFF, CATHERINE KEALHOFER, and MARK KASEVICH — Department of Physics, Stanford University, Stanford, CA, USA

We present an experimental and numerical study of electron emission from a sharp tungsten tip triggered by sub-8 femtosecond low power laser pulses. This process is non-linear in the laser electric field, and the non-linearity can be tuned via the DC voltage applied to the tip. Numerical simulations of this system show that electron emission takes place within less than one optical period of the exciting laser pulse, so that an 8 fsec 800 nm laser pulse is capable of producing a single electron pulse of less than 1 fsec duration. Furthermore, we find that the carrier-envelope phase dependence of the emission process is smaller than 0.1% for an 8 fsec pulse but is steeply increasing with decreasing laser pulse duration.

Q 26.3 Di 14:30 5K

Adaptive Kontrolle optischer Nahfelder mit Subwellenlängenauflösung — MARTIN AESCHLIMANN¹, MICHAEL BAUER², DANIELA BAYER¹, ●TOBIAS BRIXNER³, F. JAVIER GARCÍA DE ABAJO⁴, WALTER PFEIFFER⁵, MARTIN ROHMER¹, CHRISTIAN SPINDLER³ und FELIX STEEB¹ — ¹Fachbereich Physik, TU Kaiserslautern, Erwin-Schrödinger-Str. 46, 67663 Kaiserslautern, Germany — ²Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Universität Kiel, Leibnizstr. 19, 24118 Kiel, Germany — ³Physikalisches Institut, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany — ⁴Instituto de Optica, Serrano 121, 28006 Madrid, Spain — ⁵Fakultät für Physik, Universität Bielefeld, Universitätsstr. 25, 33516 Bielefeld, Germany

Wir verknüpfen die zwei bislang separierten Forschungsgebiete adaptive Quantenkontrolle und Nanooptik, um elektromagnetische Intensität mit räumlicher Subwellenlängenauflösung dynamisch zu lokalisieren. Dies wird experimentell durch Femtosekunden-Polarisationspulsformung und Photoemissions-Elektronenmikroskopie (PEEM) demonstriert. Dabei wird das elektrische Nahfeld in der Umgebung von Ag-Nanostrukturen durch ultrakurze Laserimpulse gesteuert, die speziell angepasste Vektoreigenschaften aufweisen. Über Zweiphotonen-PEEM wird die laterale Intensitätsverteilung gemessen und dient als Rückkopplungssignal in einem iterativen Lernalgorithmus. Das externe Feld wird so moduliert, dass das elektrische Nahfeld an den gewünschten Orten lokalisiert ist. So werden Pulsformungsstrategien und Quantenkontrollverfahren auch mit nanoskopischer räumlicher Auflösung möglich.

Q 26.4 Di 14:45 5K

Ein schneller Wavelet-basierter Algorithmus zur Phasenrekonstruktion aus SPIDER-Messungen — ●JENS BETHGE, CHRISTIAN GREBING und GÜNTER STEINMEYER — Max-Born-Institut, Max-

Born-Straße 2a, D-12489 Berlin

Die SPIDER-Methode hat sich als eines der Standardverfahren zur vollständigen Charakterisierung von Femtosekundenpulsen etabliert [1]. Zur Rekonstruktion der spektralen Phase aus gemessenen Interferogrammen wird hierbei in der Regel der sog. Takeda-Algorithmus verwendet, der zwei Fouriertransformationen benötigt [2]. Kürzlich wurde gezeigt, daß ein Wavelet-basierter Algorithmus robuster gegenüber Rauschen ist und den Takeda-Algorithmus oft übertrifft [3]. Leider ist eine komplette Wavelet-Analyse des Spektrogramms ungleich viel aufwendiger als die Fourier-Analyse, was eine direkte Echtzeitanwendung unmöglich macht. Uns ist es nun gelungen den Algorithmus so zu beschleunigen und in einem kompakten SPIDER-Spektrometer zu implementieren, daß damit eine Pulsanalyse mit hohen Wiederholraten von über 10 Hertz möglich ist.

[1] G. Stibenz and G. Steinmeyer, *Rev. Sci. Instrum.* **77**, 073105 (2006).[2] M. Takeda et al., *J. Opt. Soc. Am. A* **72**, 156 (1982).[3] Y. Deng et al., *Opt. Express* **13**, 2120 (2005).

Q 26.5 Di 15:00 5K

Femtosecond pump-supercontinuum probe investigation on laser induced shape transformation of silver nanoparticles in glass — ●ARMIN WARTH, GERHARD SEIFERT, JENS LANGE, und HEINRICH GRAENER — Fachbereich Physik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 06120 Halle

Soda lime-glasses containing spheroidal silver nanoparticles are very useful as base material for production of high-quality polarizers, dichroic optical microstructures or long-time optical data storage. In such materials, a permanent shape transformation of the nanoparticles can be induced by irradiation with femtosecond laser pulses above a certain intensity threshold. Our pump-probe setup allows us to investigate the ultrafast dynamics of the deformation process by monitoring the changes of the sample's optical density with spectrally broad femtosecond probe pulses covering the spectral range from ~ 350 nm to 550nm, with a typical time resolution of 100fs. While the surface plasmon dynamics of metal particles in glass has been studied at low intensities (no permanent changes) by many groups, only few is known so far about the dynamics of the processes leading to shape transformation above the intensity threshold for permanent changes.

In this contribution, we present novel results on the dynamics of permanent modification of nanoparticles in glass. These very challenging experiments require high experimental accuracy because, due to the permanent optical changes induced by each pump pulse, only a single laser shot can be used at one spot of the sample to probe the transient optical changes at a well-defined delay time.

Q 26.6 Di 15:15 5K

Beschleunigung von Elektronen durch intensive Laser-Pulse im Vakuum — ●NICOLAS KOWARSCH und WERNER SCHEID — Institut für Theoretische Physik, Justus-Liebig-Universität Giessen

Elektronen lassen sich durch Laser-Pulse auf kurzen Distanzen in den TeV-Bereich beschleunigen. Hier wird eine ebene, linear polarisierte Welle angesetzt, deren Einhüllende eine Gauß-Funktion ist: $E_x(u) = cB_y(u)$ mit $E_x(u) = E_0 \exp(-\alpha k^2 u^2) \cos(ku)$ und $u = z - ct$. Läuft ein solcher Lichtpuls über ein zu Anfang ruhendes Elektron, so wird das Elektron auf Energien $(\gamma - 1)m_0c^2 = (0.5\pi/\alpha) \exp(-0.5/\alpha) a_0^2 m_0c^2$ mit $a_0 = eE_0/(m_0c^2k)$ gebracht. Für $E_0 = 10^{13}$ V/m, was einer Intensität von $(\epsilon_0/\mu_0)^{1/2} E_0^2 = 2.65 \cdot 10^{23}$ W/m² entspricht, $\lambda = 1\mu\text{m}$ und $\alpha = 0.5$ erhalten wir $a_0 = 3.115$ und $\gamma = 12.2$. Die Beschleunigungsstrecke in z-Richtung beträgt $8\mu\text{m}$, und der Energiegewinn pro Länge ist $0.223km_0c^2 = 0.715\text{TeV/m}$. Rechnungen mit Lichtpulsen endlicher transversaler Ausdehnung sind in Vorbereitung.

Q 26.7 Di 15:30 5K

Wavefront measurement of high-order harmonics with a Hartmann-sensor — ●MATTHIAS WEGER, STEFAN EYRING, JAN LOHBREIER, ROBERT SPITZENPFEL, DOMINIK WALTER, and CHRISTIAN SPIELMANN — University of Würzburg, Department of Physics, Am Hubland, 97218 Würzburg, Germany

High-order harmonics from gas provide an ultrafast, coherent, EUV and tabletop light source. We measure the wavefront aberrations stemming from the generation process and the propagation over reflective optics of the harmonics.

We present an experimental setup and first measurements, which use a Hartmann-sensor for radiation in the EUV to measure the wavefront of high-order harmonics. A pinhole array aperture is placed in the beamline. From the pattern recorded with a x-ray CCD-camera the wavefront can be reconstructed and developed in Zernike polynomials, which correspond to basic optical aberrations.

Future measurements can be made at any desired position of the EUV beamline.

Q 26.8 Di 15:45 5K

Volumenstrukturierung von Kristallen mit fs-Laserpulsen

— •JÖRG SIEBENMORGEN¹, HANNO SCHEIFE¹, GÜNTER HUBER¹, JONAS BURGHOFF² und STEFAN NOLTE² — ¹Institut für Laser-Physik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg — ²Institut für Angewandte Physik, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena

Femtosekundenpulse können dazu genutzt werden, um durch nicht-

lineare Absorption Strukturen in transparenten Materialien zu erzeugen. In vielen Gläsern geht mit der laserinduzierten Materialveränderung auch eine Brechungsindexänderung im Bereich von 10^{-3} bis 10^{-2} einher. Wir berichten über die Strukturierung einiger für Laseranwendungen interessanter Kristalle, wie z.B. YAG, YGG und GGG. Für die Strukturierungsexperimente wird der fs-Laserstrahl mit einem Mikroskopobjektiv ($NA = 0,35$) etwa $300 \mu\text{m}$ unter die Oberfläche des Materials fokussiert, während die Probe senkrecht zum einfallenden Strahl verschoben wird. Die so in das Volumen geschriebenen Spuren mit einer Länge von etwa 1 cm und einem Querschnitt von etwa $5 \times 25 \mu\text{m}$ wurden mit verschiedenen Mikroskopieverfahren charakterisiert. Hierbei zeigte sich, dass die sichtbaren Spuren einer Zerstörung des Kristalls entsprechen. Einzig bei den untersuchten YAG- und YGG-Kristallen konnte aufgrund des elasto-optischen Effekts eine spannungsinduzierte Änderung des Brechungsindex beobachtet werden. In mehreren Kanälen in der Umgebung der Spuren konnte bei diesen Kristallen Wellenleitung beobachtet werden.