

Q 54 Anwendung ultrakurzer Lichtimpulse und Attosekundphysik II

Zeit: Mittwoch 14:00–17:00

Raum: HIV

Q 54.1 Mi 14:00 HIV

Polarisationsimpulsformung mit Volume-Phase-Holographic-Gittern — •SUSANNE FECHNER, CHRISTIAN TUTSCH, GERHARD KRAMPERT, REIMER SELLE, FRANK DIMLER, PATRICK NÜRNBERGER, TOBIAS BRIXNER und GUSTAV GERBER — Physikalisches Institut, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany

Herkömmliche optische Gitter weisen stark unterschiedliche Effizienzen für die *s*- und die *p*-Polarisationskomponente von Laserlicht auf. Dies gilt nicht für die ursprünglich für astronomische Anwendungen entwickelten Volume Phase Holographic - Gitter, die so angepasst werden können, dass sie für eine gewünschte Wellenlänge identische Effizienzen in beiden Polarisationsrichtungen aufweisen.

Diese Gitter benutzen wir in einem neuen, kompakten Aufbau zur Femtosekunden-Polarisationsimpulsformung. So wird, neben einer mechanischen Stabilisierung, eine Erhöhung des Gesamtdurchsatzes des Nulldispersionskompressors auf 36% erzielt. Zusätzlich ist durch Verwendung einer Wellenplatte die Diagonalisierung der charakterisierenden Jones-Matrix des Polarisationsimpulsformers gelungen, wodurch eine unabhängige Manipulation der beiden Polarisationskomponenten gewährleistet ist.

Q 54.2 Mi 14:15 HIV

Selektive Bevölkung bekleideter Zustände: Kontrolllandschaften und Optimierung — •TIM BAYER, MATTHIAS WOLLENHAUPT, ANDREAS PRÄKELT, CHRISTIAN SARPE-TUDORAN und THOMAS BAUMERT — Universität Kassel, Institut für Physik und CINSaT, Heinrich-Platt-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany

Wir demonstrieren die kohärente Kontrolle bekleideter Zustände durch die Verwendung zeitlich veränderlicher Phasen des Pulses. Die Besetzung der bekleideten Zustände wird im Experiment abgebildet durch Photoelektronen aus der simultanen Anregung und Ionisation von Kalium Atomen, und als Funktion der angelegten Phasen-Maske gemessen. Wir zeigen, dass sowohl gechirpte Pulse als auch Pulssequenzen verwendet werden können, um Grundzustandsatome selektiv in einen einzelnen bekleideten Zustand zu steuern (Selective Population of Dressed States, SPODS).

Weiterhin messen wir die Endzustandsbesetzung und präsentieren Kontrolllandschaften der transienten Wechselwirkung im Vergleich zur Endprodukt-Ausbeute.

In beiden Fällen finden wir viele verschiedene Pulsformen, die das selbe Kontrollziel realisieren. Dementsprechend liefert auch ein adaptiver Zugang verschiedene Pulsformen für verschiedene Durchgänge.

Q 54.3 Mi 14:30 HIV

Absorption ultrakurzer Laserpulse durch Dielektrika — •BÄRBEL RETHFELD — Fachbereich Physik, Universität Duisburg-Essen

Wird ein Isolator mit einem Laserpuls hoher Intensität bestrahlt so führen nichtlineare Ionisationsprozesse zu einem Anwachsen der freien Elektronendichte im Leitungsband des Isolators und schliesslich zum dielektrischen Durchbruch. Verantwortlich dafür sind im betrachteten Intensitätsbereich zum einen die Multiphotonionisation, zum anderen die Elektron-Elektron Stoßionisation, die zu einem lawinenartigen Anwachsen der Elektronendichte führen kann. Die zur Beschreibung der transienten Elektronendichte üblicherweise verwendete Ratengleichung verliert für ultrakurze Bestrahlungsdauern ihre Gültigkeit. Hier kann die multiple Ratengleichung eingesetzt werden [1], die die nichtstationäre Energieverteilung der Elektronen zu Beginn der Bestrahlung berücksichtigt und gleichzeitig den Übergang zum asymptotischen Lawinenregime für längere Zeitskalen beschreibt. In diesem Vortrag werden Anwendungsbeispiele gegeben, sowie die Rolle der Stoßionisation im Vergleich zur Multiphotonionisation diskutiert.

[1] B. Rethfeld, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 187401, (2004).

Q 54.4 Mi 14:45 HIV

Simulation der Fokussierung und Beugung ultrakurzer Pulse — •FRANK WYROWSKI¹ und HAGEN SCHIMMEL² — ¹Friedrich Schiller Universität Jena, Physikalisch Astronomische Fakultät, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena — ²LightTrans GmbH, Wildenbruchstr. 15, 07745 Jena

Optische Simulationen bilden eine sinnvolle Ergänzung zu experimentellen Arbeiten. Dies gilt auch für die Simulation der Propagation ul-

trakurzer Pulse durch optische Systeme. Die Berechnung des lateralen und des zeitlichen Verlaufs des elektromagnetischen Feldes liefert für die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung eines Experiments mit ultrakurzen Pulsen hilfreiche Informationen.

Wir kombinieren fortgeschrittene wellenoptische Techniken zur Propagation harmonischer Felder durch komplexe optische Systeme mit der harmonischen Analyse von ultrakurzen Pulsen. Dies ermöglicht uns die Simulation des kompletten elektromagnetischen Feldes eines Pulses in beliebigen Regionen eines optischen Systems. Damit schaffen wir auch die Grundlage für die Simulation von nichtlinearen Effekten in speziell zu modellierenden Subregionen eines Systems, z.B. in einer fokalen Region. In unserem Beitrag skizzieren wir die Grundlagen unseres elektromagnetischen Ansatzes und zeigen Simulationsexperimente zur Fokussierung und Beugung ultrakurzer Pulse. Alle Simulationen befassen sich mit zweidimensionalen Feldverteilungen in Ebenen senkrecht zur optischen Achse und dem zeitlichen Verlauf des Feldes in dieser Ebene. Die entsprechenden Pulse werden daher in Videosequenzen dargestellt.

Q 54.5 Mi 15:00 HIV

Femtosekundenlaser-geschriebene Faser-Bragg-Gitter in nicht-photoempfindlichen Fasern — •JENS THOMAS¹, ELODIE WIKSZAK¹, ULRIKE FUCHS², BÜLEND ORTAC¹, JENS LIMPERT¹, STEFAN NOLTE¹ und ANDREAS TÜNNERMANN^{1,2} — ¹Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Angewandte Physik, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena — ²Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, Albert-Einstein-Str. 7, 07745 Jena

Femtosekundenlaser können dazu benutzt werden, Brechzahlveränderungen in verschiedensten transparenten Materialien zu induzieren. Wir berichten über die Einschreibung von Faser-Bragg-Gittern in nicht-photoempfindlichen Fasern. Dazu wurde eine periodische Indexmodulation im Faserkern mit Hilfe einer Zylinderoptik und einer Phasenmaske erzeugt. Zur Demonstration wurde ein schmalbandiges Bragg-Gitter in eine seltenerd-dotierte Faser eingeschrieben und diese zum Betrieb eines Faserlasers eingesetzt. Das Potential dieser Technik liegt darin, sie auf unterschiedlichste Fasertypen wie Doppelkern- oder photonischen Kristallfasern anzuwenden zu können.

Q 54.6 Mi 15:15 HIV

Tabletop X-Ray Microscope — •DAVID SCHÄFER, THOMAS NISIUS, and STEFAN RAUSCH — Institute for X-Optics, University of Applied Sciences Koblenz, RheinAhrCampus Remagen, Südalle 2, D-53424 Remagen

We present a tabletop full-field transmission X-ray microscope with a compact laser plasma source and diffractive zone plate imaging system for sub-100nm resolution in the water window region ($\lambda=2.3-4.4\text{nm}$). As a result of the large absorption differences between carbon and oxygen in this region, a high contrast between protein and water allows to analyse biological specimen in their natural state.

The operation wavelength ($\lambda=2.48\text{nm}$) is generated by focussing short laser pulses with an energy of 300mJ on a cryogenic liquid nitrogen jet target of 20 μm diameter. The optical setup consists of a condenser zone plate (KZP7) in conjunction with an order sorting aperture to provide monochromatic sample-illumination. This allows also for easy wavelength tuning within the N₂ emission spectrum. A micro zone plate generates a magnified image which is detected by a back-illuminated TE-cooled CCD-Camera (1340x1300pixel). With the actual configuration a magnification up to 1000 at exposure times of a few minutes can be achieved.

Q 54.7 Mi 15:30 HIV

Ultraschnelle adaptive Kontrolle optischer Nahfelder — •CHRISTIAN TUTSCH¹, TOBIAS BRIXNER¹, WALTER PFEIFFER¹ und F. JAVIER GARCÍA DE ABAJO² — ¹Physikalisches Institut, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany — ²Centro Mixto CSIC-UPV/EHU, Apartado 1072, 20080 San Sebastián, Spain

Das optische Nahfeld um Nanostrukturen zeigt faszinierende Eigenschaften, wie etwa Feldmodulationen auf einer sub-Wellenlängenskala, lokale Feldüberhöhung an kleinen Krümmungsradien sowie komplexes Verhalten der lokalen Polarisation. Eine Anzahl von Techniken, wie etwa scanning near-field optical microscopy (SNOM), nutzen diese Eigenschaften, um Abbildungen auf kleinster räumlicher Skala zu ermöglichen. Wir kontrollieren das optische Nahfeld mittels polarisationsgeformter

Femtosekunden-Laserimpulse sowohl in Simulationen als auch im Experiment. Der Nachweis hoher räumlicher Auflösung erfolgt über Photoelektronenemissionsmikroskopie (PEEM). Eine adaptive Kontrolle findet statt durch Optimierung der Pulsform mit einem evolutionären Algorithmus. Dabei ist es möglich, das optische Nahfeld sowohl an einzelnen Punkten zu lokalisieren, als auch den zeitlichen Verlauf der Intensität an diesen Punkten zu steuern, wie aus den Simulationen ersichtlich ist. Dadurch wird ein zeitlich und räumlich aufgelöstes Pump-Probe-Schema denkbar. Zudem ist durch die Kontrolle des lokalen Spektrums spektrales Multiplexing auf einer Nanometerskala möglich.

Q 54.8 Mi 15:45 HIV

Nachweis der Doppelbrechung von Vakuum bei hohen Lichtintensitäten — •KAY-UWE AMTHOR¹, THOMAS HEINZL², BEN LIESFELD¹, HEINRICH SCHWOERER¹, ROLAND SAUERBREY¹ und ANDREAS WIPF³ — ¹Institut für Optik und Quantenelektronik, Friedrich-Schiller-Universität, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena — ²School of Mathematics and Statistics, University of Plymouth, Drake Circus, Plymouth PL4 8AA, UK — ³Theoretisch-Physikalisches Institut, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena

Wir schlagen ein Experiment zur Beobachtung der Doppelbrechung des Vakuums vor, die durch hohe Laserfelder induziert wird. Ein Laserpuls mit ultra-relativistischer Intensität wird in Vakuum fokussiert und polarisiert das Vakuum, so daß es doppelbrechend wird. Ein linear polarisierter, ultrakurzer Röntgen-Probestrahl wird genutzt, um die Doppelbrechung nachzuweisen. Die Brechungsindizes des polarisierten Vakuums wurden mit Hochfeld-Quantenelektrodynamik für beispielhafte Szenarien berechnet. Ein experimenteller Aufbau wurde entworfen, mit dessen Hilfe der genannte Effekt mit in Kürze verfügbarer Lasertechnologie in Jena gemessen werden kann. Unser experimenteller Aufbau kann mit Hinblick auf kommende Hochleistungslaser-Generationen in einer Weise erweitert werden, die die Erzeugung von e⁺/e⁻ Paaren aus dem Vakuum ermöglicht.

— 30 min. Pause —

Q 54.9 Mi 16:30 HIV

γ -Radiografie am Jenaer Terawatt-Laser — •RONALD LAUCK¹, VOLKER DANGENDORF¹, KAI TITTELMEIER¹, SEBASTIAN PFO-TENHAUER², OLIVER JÄCKEL², ALEXANDER DEBUS², KAY-UWE AMTHOR², ROLAND SAUERBREY², DAVID VARTSKY³ und ILAN MOR³ — ¹Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig — ²Institut für Optik und Quantenelektronik, Friedrich-Schiller-Universität Jena — ³Soreq Nuclear Research Center, Yavne (Israel)

Ein von der PTB sowie dem Soreq NRC entwickeltes zeitauffösendes Neutronen-Imaging-System wurde für die γ -Radiografie am Jenaer Terawatt-Laser eingesetzt [1]. Die nach Beschuss einer dünnen Ta-Folie im Laserplasma beschleunigten Elektronen erzeugten in einem dahinter liegenden Ta-Konverter Bremsstrahlung, welche als γ -Quelle für die Experimente diente [2]. Über die Radiografie einer speziellen Wolframmaske wurde die Modulations-Transfer-Funktion des Imaging-Systems für γ -Strahlung bestimmt. Des weiteren wurden γ -Images von verschiedenen Objekten erstellt sowie die integrale Absorption des γ -Strahls durch definierte Materialien unterschiedlicher Kernladungszahl gemessen. Die Entfaltung der hinter diesen Materialien ermittelten integralen γ -Intensitäten stellt eine Möglichkeit zur schnellen Bestimmung des γ -Spektrums der Laserquelle dar.

[1] V. Dangendorf et al., Nucl. Instrum. Meth. A 535, 93-97 (2004)

[2] H. Schwoerer et al., Phys. Rev. Lett. 86, 11, 2317-2320 (2001)

Q 54.10 Mi 16:45 HIV

Measurement of magnetic field produced by the interaction of ultra-short, ultra-intense fs laser pulse with matter — •FLAVIO ZAMPONI¹, INGO USCHMANN¹, EYAL KROUP², ANDREA LÜBCKE¹, TINO KÄMPFER¹, ECKHART FÖRSTER¹, ROLAND SAUERBREY¹, YTZIK MARON², EVGENY STAMBULCHIK², BERNHARD HIDDING³, and GEORG PRETZLER³ — ¹Institut für Optik und Quantenelektronik, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena — ²Weizmann Institute of Science, Rehovot 76100, Israel — ³Institut für Laser- und Plasmaphysik, Heinrich-Heine Universität Düsseldorf, Universitätsstr. 1, 40225 Düsseldorf

Giant magnetic fields of the order of 10^4 T are expected to be created by the interaction of an ultra-short, ultra-intense laser pulse with matter. We report on the preliminary results of an experiment where the Zeeman effect in the X-ray range was exploited to monitor the quasi static mag-

netic field, created by the interaction of an 80 fs, 1 J Ti:sapphire laser pulse with solid matter. The involved laser intensities ranged between 10^{18} and $5 \cdot 10^{19}$ W/cm². The targets were Ti foils of different thicknesses (2, 5, 25 μ m). We monitored the X-ray emissions of the K $_{\alpha 1}$ and K $_{\alpha 2}$ lines by means of a spectrometer with 0.3 eV energy resolution and 4 μ m spatial resolution. The spectrometer was composed by a toroidally bent GaAs crystal and a Si plane crystal in dispersionless setup at 45°, working as polarizer, to distinguish contribution to the line broadening coming from other mechanisms. In addition we used an electron spectrometer to determine the hot electron energy. The role of possible further mechanisms leading to the observed line broadening are discussed.