

K 6: Röntgenlaser & EUV - Quellen und deren Anwendungen

Zeit: Dienstag 16:30–19:00

Raum: 2D

K 6.1 Di 16:30 2D

Experimente zur Entwicklung eines Laser-gepumpten Plasma-Röntgenlasers mit mehreren 100 eV Photonenenergie mit reduzierter Pumpenergie — ●D ZIMMER^{1,2}, B ZIELBAUER^{1,2,3,4}, S KAZAMIAS⁴, A KLISNICK⁴, J HABIB⁴, D ROS⁴, D URDESCU⁵, J DUNN⁶, G PERT⁷, V BAGNOUD¹, U EISENBARTH¹, D JAVORKOVA¹ und T KUEHL^{1,2} — ¹GSI, Darmstadt — ²Mainz University — ³MBI, Berlin — ⁴Laserix, Université Paris-Sud 11 — ⁵INFLPR, Bucharest — ⁶LLNL, USA — ⁷University of York

Röntgenlaser mit einigen 100 eV Photonenenergie sind für eine Vielzahl von Anwendungen wichtig, da nur solche höherenergetischen Photonen in Wasser eindringen können. Durch neuere, verbesserte Pumpschemata konnte die nötige Pumpenergie für langwelligere XUV Laser in den letzten Jahren auf weniger als 500 mJ reduziert werden [1]. Der entscheidende Schritt war hier die Anregung mit einer Wanderwellen-Geometrie unter einem relativ flachen Auftreffwinkel zu optimieren [2], [3]. Wir berichten hier über ein Experiment am PHELIX Laser der GSI Darmstadt, bei dem Pulsenergien bis zu 100 J in Doppelpulsen von unter hundert Pikosekunden Dauer verwendet werden. Beide Pump-Pulse werden über eine gemeinsame Spiegel-Optik auf das Target fokussiert. Unterstützt von Laserlab Europe.

[1] D. Zimmer et al. To be submitted in 2007. [2] P. Neumayer et al. APPL. PHYS. B, 78 (7-8): 957-959 MAY 2004 [3] K. Cassou et al. OPT. LETT., 32 (2): 139-141 JAN 15 2007

K 6.2 Di 16:45 2D

Ein verbessertes neuartiges Pumpschema zur effizienten Anregung transient gepumpter Plasma-Röntgenlaser im Bereich bis ca. 100 eV mit hoher Repetitionsrate — ●B ZIELBAUER^{1,2,3,4}, D ZIMMER^{1,2}, V BAGNOUD¹, U EISENBARTH¹, D JAVORKOVA¹ und T KUEHL^{1,2} — ¹GSI, Darmstadt — ²Universität Mainz — ³MBI, Berlin — ⁴LASERIX, Université Paris-Sud 11

Die Geschichte der Röntgenlaser begann mit Experimenten, bei denen mehrere Kilojoule Pumpenergie verwendet wurden. Durch neuere, verbesserte Pumpschemata konnte dieser Wert in den letzten Jahren für langwelligere XUV Laser auf weniger als 1 Joule reduziert werden [1]. Der entscheidende Schritt war hier die Anregung mit einer Wanderwellen-geometrie unter einem relativ flachen Auftreffwinkel zu optimieren [2]. Die Anforderung an das Pump-Lasersystem blieben jedoch erheblich, da der Hauptpuls eine Pulsdauer im Bereich einer Pikosekunde verlangte und zusätzlich ein wesentlich längerer, unabhängiger Vorpuls benötigt wurde. Wir berichten hier über einen Aufbau mit dem ein Nickel - ähnlicher Palladiumlaser mit 14,7 nm Wellenlänge mit einem Doppelpuls von 15 ps Dauer und weniger als 500 mJ Pulsenergie auf dem Target demonstriert wurde. [3] Beide Pump-Pulse wurden über eine einzige, relativ einfache Optik auf das Target fokussiert. Mit dieser Weiterentwicklung können solche Röntgenlaser mit relativ geringem Aufwand und hoher Repetitionsrate realisiert werden. Unterstützt von Laserlab Europe. [1] K. Cassou et al. OPT. LETT., 32 (2): 139-141 JAN 15 2007 [2] P. Neumayer et al. APPL. PHYS. B, 78 (7-8): 957-959 MAY 2004 [3] D. Zimmer et al. To be submitted in 2007.

K 6.3 Di 17:00 2D

Characterisation of a gas discharge based light source for x-ray microscopy at a central wavelength of 2.88 nm — ●FELIX KÜPPER, KLAUS BERGMANN, and MARKUS BENK — Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Aachen, Deutschland

The x-ray line emission of He-like nitrogen ions in a pulsed discharge plasma is characterised in terms of the use for microscopy. The plasma is ignited in a pseudo spark like electrode geometry with a capacitive stored energy of 10-15 Joule. The resonance transition $1s^2-1s2p$ of the He-like ion species at a central wavelength of 2.88 nm is investigated by means of spatially and time resolved measurements. Special interest is devoted to the admixture of xenon, which leads to a substantial reduction of the emitting plasma in its length and diameter, as well as to the detected temporal discrete emission peaks, occurring during a single discharge cycle. On the basis of time and spatially resolved diagnostics the plasma dynamics is investigated in the context of the light emission within the soft x-ray spectrum on a nanosecond timescale. Resultant a strong axial dynamic is connected with the temporal discrete emission peaks. Due to recorded emission spectra of different gases in the spectral range 1-5 nm, estimates concerning the range of achieved plasma

parameters are reasonable.

This work was supported by the BMBF under contract number FKZ 13N8914.

K 6.4 Di 17:15 2D

Lasergetriebene Plasmaquellen für die XUV-Absorptionsspektroskopie — ●CHRISTIAN PETH, ARMIN BAYER, FRANK BARKUSKY, STEFAN DÖRING, ANTON KALININ, MICHAEL REESE und KLAUS MANN — Laser-Laboratorium Göttingen, Hans-Adolf-Krebs-Weg 1, Göttingen, Deutschland

Am Laser-Laboratorium Göttingen wurde eine auf laserproduzierten Plasmen basierende Strahlungsquelle für den weichen Röntgenspektralbereich (1 - 20 nm) aufgebaut. Die Plasmaerzeugung erfolgt durch Fokussierung eines gütegeschalteten Nd:YAG-Lasers (1064 nm, 800 mJ, 7 ns) in einen gepulsten Gasstrahl. In Abhängigkeit des Targetmaterials kann sowohl schmalbandige als auch breitbandige Strahlung erzeugt werden. Erste Anwendungen dieser Laser-Plasma-Quelle sind die Untersuchung der Feinstruktur der Kohlenstoff Absorptionskante (NEXAFS) sowohl an Festkörpern als auch biologischen Systemen (Lipide, Huminstoffe). Der dazu verwendete Aufbau bestehend aus der Plasma-Quelle und einem Gitterspektrometer bietet die Möglichkeit, Absorptionsspektren sowohl in Transmission als auch Reflexion aufzunehmen. Vorteil der Messung von Absorptionsspektren in Reflexion unter streifendem Einfall sind die Verwendung ungedünnter Proben und die hohe Oberflächensensitivität aufgrund der geringen Eindringtiefe der weichen Röntgenstrahlung. Vergleiche von NEXAFS-Spektren der Laborstrahlungsquelle mit Synchrotron-daten zeigen eine sehr gute Übereinstimmung. Die kurze Pulsdauer der Röntgenstrahlung bietet zudem das Potential für zeitaufgelöste Untersuchungen in "Pump-Probe" Experimenten.

K 6.5 Di 17:30 2D

Kompaktes EUV-Reflektometer unter Verwendung einer Laserplasmaquelle — ●STEFAN DÖRING, FRANK BARKUSKY, ARMIN BAYER, JENS-OLIVER DETTE, CHRISTIAN PETH und KLAUS MANN — Laser-Laboratorium-Göttingen e.V., Göttingen, Germany

Der hohe Wechselwirkungsquerschnitt von EUV/XUV-Strahlung im Wellenlängenbereich 2..20nm und die damit verbundene, geringe Eindringtiefe machen sie zu einem idealen Werkzeug für die Charakterisierung von Oberflächen und dünnen Schichten. Die Dimension der verwendeten Wellenlänge ermöglicht darüberhinaus die Analyse von Nanostrukturen derselben Größenordnung wie z.B. photonische Kristalle durch Beobachtung von Beugungserscheinungen.

Am Laser-Laboratorium Göttingen wird derzeit ein θ - 2θ -Reflektometer für den EUV-Bereich entwickelt, das zur Strahlungserzeugung eine lasergestützte Plasmaquelle verwendet. Das Laborgerät soll im Bereich der Metrologie zur in-band Charakterisierung von Oberflächen und oberflächennahen Strukturen dienen. Durch die Kombination verschiedener Messmethoden wie Reflektometrie, Nahkantenabsorption (NEXAFS), Streulichtmessung und Diffraktometrie soll eine große Bandbreite an physikalischen, chemischen und strukturellen Parametern experimentell zugänglich gemacht und die Probe damit möglichst umfassend charakterisiert werden.

In diesem Beitrag sollen das experimentelle Konzept, die möglichen Messmethoden, numerische Simulationen sowie erste Messungen vorgestellt werden.

K 6.6 Di 17:45 2D

Konstruktion eines Spektrometers für zeitaufgelöste Messungen im weichem Röntgenbereich — ●ALEXANDER SCHUBERT, ENIKOE SERES und CHRISTIAN SPIELMANN — Physikalisches Institut EP1, Universität Würzburg, Germany

Durch die Fokussierung ultrakurzer Laserpulse in einen Gasstrahl werden bei ausreichender Intensität Hohe Harmonische der Fundamentalfrequenz des Laserlichts erzeugt. Dieser Prozess liefert in unserem Fall kohärente Röntgenstrahlung mit Pulsauern von circa 20 Femtosekunden und eröffnet somit neue Möglichkeiten für zeitlich hochaufgelöste Absorptionsröntgenspektroskopie. In einem XANES-Experiment soll die atomare Auswirkung einer elektronischen Anregung anhand des Absorptionskoeffizienten zeitlich verfolgt werden. In diesem Vortrag wird in erster Linie der verwendete Spektrograph vorgestellt werden, in dem das Signal durch ein Transmissionsgitter aufgespalten und an-

schließend unter streifendem Einfall durch einen Toroidalspiegel fokussiert wird. Auf diese Weise kann mit einfachen Mitteln die nötige Auflösung für derartige Laborexperimente kostengünstig erzielt werden.

K 6.7 Di 18:00 2D

Sub-20fs Zeitaufgelöste Spektroskopie im keV Bereich —
•ENIKOE SERES und CHRISTIAN SPIELMANN — Physikalisches Institut EP1, Universität Würzburg, Am Hubland D-97074 Würzburg

Für die Beobachtung elementarer Vorgänge wird in der Makrowelt sichtbares Licht verwendet. Für Mikrowelt braucht man gepulstes Licht, mit einer Wellenlänge die der molekularen bzw. atomaren Größe entspricht, und einer Pulsdauer, die in der Größenordnung der schnellsten Vibrationen liegt. Hoher Harmonische Generation ist eine etablierte Methode für Erzeugung ultrakurzer Femto- oder Attosekundenpulse im weichen Röntgenbereich. Für viele Experimente ist aber Strahlung im keV Bereich erforderlich. Die Entwicklung einer effizienten Quelle in diesem Bereich bedarf der Implementierung einer Methode zur Phasenanpassung: Quasi Phasenanpassung und adiabatische Phasenanpassung erfordern ultrakurze und intensiv Laserpulse und erlauben das Röntgenspektrum in den keV Bereich auszudehnen. Mit diesen Methoden optimierte Röntgenpulse im keV Bereich wurden für zeitaufgelöste Messungen mit sub 20 fs Auflösung verwendet. Es wurde die Amplitude und Frequenz von atomaren Bewegungen in amorphem Silizium nach der Anregung mit einem intensiven Laserpuls gemessen.

K 6.8 Di 18:15 2D

Direct measurement of core-level relaxation dynamics on a

surface-adsorbate system — •GUIDO SAATHOFF¹, LUIS MIAJA-AVILA², STEFAN MATHIAS³, JING YIN², CHAN LA-O-VORAKIAT², MICHAEL BAUER⁴, MARTIN AESCHLIMANN³, MARGARET MURNANE², and HENRY KAPTEYN² — ¹Max-Planck-Institut für Quantenoptik, 85748 Garching, Germany — ²Jila and University of Colorado, Boulder, Colorado, 80309, USA — ³Universität Kaiserslautern, 67663 Kaiserslautern, Germany — ⁴Universität Kiel, 24118 Kiel, Germany

Electronic coupling in surface/adsorbate systems, which occurs on ultrafast time scales in the low femto- to attosecond regime, is fundamental to the understanding of surface chemistry. However, the dynamics of highly-excited adsorbate states have only been studied indirectly to-date. Recently, we extended the laser-assisted photoelectric effect (LAPE), a powerful tool to study ultrafast electron dynamics, to clean solid surfaces [1,2]. In this work, we present the first direct time-resolved observation of the lifetime of a core-excited state of an atom adsorbed onto a surface. By combining the LAPE with laser-assisted Auger decay on an adsorbate/surface system, we directly measure the lifetime of the $4d^{-1}$ core level of Xenon on Pt(111) to be 7 ± 1 fs [3]. This result opens up time domain measurements of highly-excited state dynamics in materials systems where, because of complex interactions, energy-resolved measurements provide incomplete information.

[1] L. Miaja-Avila *et al.*, Phys Rev. Lett. **97**, 113604 (2006)

[2] G. Saathoff *et al.*, submitted to Phys. Rev. A

[3] L. Miaja-Avila *et al.*, submitted to Science

**Mitgliederversammlung der FV Kurzzeitphysik 18:30
Uhr - 19 Uhr**