

KURZZEITPHYSIK (K)

Dr. Andreas Görtler
 TuiLaser AG
 Zielstattstraße 32
 81379 München
 E-Mail: a.goertler@tuilaser.com

ÜBERSICHT DER HAUPTVORTRÄGE UND FACHSITZUNGEN
 (Hörsaal 1003)

Hinweis: Plenarvortrag von Herrn Tünnermann

Am Mittwoch findet um 8:30 Uhr im Raum 1002 der Plenarvortrag von Herrn Tünnermann zum Thema „Ultrakurzpuls-Faserlaser“ statt.

Hauptvorträge

K 1.1	Mo	15:00	(1003)	Ultrafast pump-probe and THz spectroscopy without mechanical delay line , <u>Albrecht Bartels</u>
K 1.2	Mo	15:30	(1003)	Dotierungsabhängige Ionisierung von Defektzuständen in p⁺-Si/SiO₂-Grenzflächen analysiert mittels feldinduzierter Erzeugung der optischen zweiten Harmonischen , <u>Torsten Scheidt</u> , Herbert Stafast, Erich Rohwer, Hubertus von Bergmann
K 3.1	Di	09:30	(1003)	Kamera-Systeme für Kurzzzeitmessungen - warum sie nicht schneller sind und neue Entwicklungen , <u>Gerhard Holst</u>
K 5.1	Di	11:00	(1003)	Elektronenstrahlangerregte Ultraviolettlichtquellen , <u>Andreas Ulrich</u> , Andreas Görtler, Günther Kornfeld, Reiner Krücken, Andrei Morozov, Fabian Mühlberger, Johannes Piel, Ruprecht Steinhübl, Jochen Wieser, Ralf Zimmermann
K 6.1	Di	15:00	(1003)	Sind gasgefüllte Hochleistungsschalter noch zeitgemäß? , <u>Klaus Frank</u> , Isfried Petzenhauser
K 8.1	Do	10:30	(1003)	Schutz vor Laserstrahlung - Grundlagen und technische Realisierung , <u>Thomas Fröhlich</u>
K 8.2	Do	11:00	(1003)	Process development and control of melt dominated laser drilling , <u>Ernst-Wolfgang Kreutz</u> , Lena Trippe, Kurt Walther, Wolfgang Schulz, Reinhart Poprawe

Hauptvorträge im Symposium SYKP (siehe auch gesonderter Programmbereich SYKP)

SYKP 1.1	Mi	09:30	(1001)	Nanotechnology with fs-laser pulses , <u>Andreas Ostendorf</u>
SYKP 2.1	Mi	10:30	(1001)	Femtosecond Laser Pulse Carrier-Envelope Phase Stabilisation , <u>Andreas Assion</u>
SYKP 2.2	Mi	11:00	(1001)	Der Femtosekunden-Faserlaser und seine Anwendungen , <u>Jan Posthumus</u>
SYKP 2.3	Mi	11:30	(1001)	Compact Ultrafast Lasers , <u>Max Lederer</u>
SYKP 2.4	Mi	12:00	(1001)	Scheibenlaser im Pulsbetrieb , <u>Adolf Giesen</u>
SYKP 2.5	Mi	12:30	(1001)	Präzise Mikromaterialbearbeitung mit hochrepetierenden Pikosekundenlasern , <u>Ralf Knappe</u> , Thomas Herrmann, Bernhard Henrich, Achim Nebel
SYKP 3.1	Mi	14:00	(1001)	Femtonik-Programme des BMBF: Ergebnisse und neue Aktivitäten , <u>Friedrich Dausinger</u>
SYKP 3.2	Mi	14:30	(1001)	Ausgewählte Anwendungen der Wechselwirkung von Femtosekunden Laserstrahlung mit Materie , <u>Alexander Horn</u>

SYKP 3.3	Mi	15:00	(1001)	Mikro-Schockwellen durch Ultrakurzpuls-Interaktion als neuartiger Mechanismus für ein hochgenaues Laserjustierverfahren , <u>Michael Schmidt</u> , Manfred Dirscherl
SYKP 3.4	Mi	15:30	(1001)	Anwendungspotential ultrakurzer Laserpulse in der Medizin und Life science , <u>Holger Lubatschowski</u>
SYKP 3.5	Mi	16:00	(1001)	Ultrakurzpuls laser in der Medizin , <u>Frieder Loesel</u>
SYKP 4.1	Mi	17:00	(1001)	Zukünftige Anwendungen von Kurzpulslasern , <u>Wolfgang Sandner</u>

Fachsitzungen

K 1	Neue Verfahren I	Mo	15:00–16:30	1003	K 1.1–1.4
K 2	Laserstrahlwechselwirkungen / Röntgenlaser	Mo	17:00–17:45	1003	K 2.1–2.3
K 3	Neue Verfahren II	Di	09:30–10:00	1003	K 3.1–3.1
K 4	Neue Verfahren III	Di	10:30–11:00	1003	K 4.1–4.2
K 5	Licht- und Strahlungsquellen	Di	11:00–12:45	1003	K 5.1–5.6
K 6	Pulsed Power Technik	Di	15:00–16:30	1003	K 6.1–6.5
K 7	Detonik / Gasdynamik / Verbrennung	Di	17:00–17:30	1003	K 7.1–7.2
K 8	Laserstrahlwechselwirkung - Lasersicherheit	Do	10:30–11:30	1003	K 8.1–8.2
K 9	Lasersysteme und Laserstrahlwechselwirkung	Do	11:30–12:30	1003	K 9.1–9.4
K 10	Laseranwendungen und Lasermaterialbearbeitung	Do	12:30–13:30	1003	K 10.1–10.5
K 11	Poster	Mi	17:45–19:00	Flure	K 11.1–11.9

Mitgliederversammlung des Fachverbands Kurzzzeitphysik

Di 12:45–13:00 1003

Tagesordnung:

Bericht des Vorsitzenden

Tagung 2007

Tagungsplanung 2008 ff

Web-Seiten des FV

Sonstiges

Fachsitzungen

– Haupt-, Kurzvorträge und Posterbeiträge –

K 1 Neue Verfahren I

Zeit: Montag 15:00–16:30

Raum: 1003

Hauptvortrag

K 1.1 Mo 15:00 1003

Ultrafast pump-probe and THz spectroscopy without mechanical delay line — ●ALBRECHT BARTELS — Universität Konstanz and Center for Applied Photonics, Universitätsstrasse 10, 78457 Konstanz — Gigaoptics GmbH, Blarerstraße 56, 78462 Konstanz

We present an ultrafast spectrometer that is capable of acquiring optical pump-probe and THz transients over 1 ns time-delay with ≈ 200 fs time-resolution. Temporal scanning is performed without mechanical delay line at a rate of 10 kHz, thus data acquisition times are reduced by approximately two orders of magnitude compared to conventional techniques employing mirrors on stepper motors or vibrating membranes. A spectral resolution of ≈ 1 GHz is demonstrated for coherent phonon spectroscopy on a GaAs/AlAs superlattice. Time-domain THz spectroscopy is performed at up to 3 THz and high-resolution water vapor absorption spectra with a 30 dB dynamic range are obtained within only 25 s of total acquisition time. The spectrometer is based on high-speed asynchronous optical sampling and employs two Ti:sapphire femtosecond lasers whose 1 GHz repetition rates are linked at a fixed difference. Consequently, their time-delay is automatically ramped between zero and 1 ns and the lasers are employed as pump- and probe-laser, respectively. In addition to rapid data acquisition and real-time signal optimization, significant advantages of the method are the absence of pointing or spot size variations at the sample position as time-delay is scanned. Furthermore, two-color spectroscopy is straightforward.

Hauptvortrag

K 1.2 Mo 15:30 1003

Dotierungsabhängige Ionisierung von Defektzuständen in p^+ -Si/SiO₂-Grenzflächen analysiert mittels feldinduzierter Erzeugung der optischen zweiten Harmonischen — ●TORSTEN SCHEIDT¹, HERBERT STAFAST¹, ERICH ROHWER² und HUBERTUS VON BERGMANN² — ¹Institut für Physikalische Hochtechnologie (IPHT), Postfach 100239, D-07702 Jena — ²Laser Research Institute, University of Stellenbosch, Private Bag X1, Matieland 7602, South Africa

Die Bedeutung der Si/SiO₂-Grenzfläche in modernen Halbleiterbauelementen kann kaum überschätzt werden. Gerade in ultradinnen Oxidschichten (< 5 nm) sind viele Effekte, wie z.B. die Bildung elektrisch aktiver Defekte, noch weitgehend unverstanden. Solche Effekte werden in dieser Arbeit mittels der Erzeugung der optischen zweiten Harmonischen (SH; engl.: Second Harmonic) durch Femtosekunden-Laserimpulse (1.59 eV, 80 fs, 80 MHz) an natürlichen Si/SiO₂-Grenzflächen mit Bor-dotiertem Si untersucht. Für schwach dotiertes Si/SiO₂ zeigt sich eine literaturbekannte zeitliche SH-Entwicklung, die auf der Sek- bis Min-Zeitskala anwächst. Diese wird durch laserinduzierte Elektron- und Lochinjektion in die Si/SiO₂-Grenzfläche erklärt und basiert auf Multiphotonen-Anregungen. Im Vergleich dazu zeigt sich für Bor-Konzentrationen $> 7.5 \cdot 10^{17} \text{cm}^{-3}$ eine drastisch veränderte SH-Dynamik, die durch ein signifikantes, instantanes SH-Signal charakterisiert ist. Die

ses instantane SH-Signal wird erklärt durch die dotierungsabhängige Anhäufung von positiver Ladung an der Si/SiO₂-Grenzfläche, welche durch die Ionisierung von Grenzflächen-Defektzuständen hervorgerufen wird und ein eingebautes internes elektrisches Feld zur Folge hat.

K 1.3 Mo 16:00 1003

Prozeßvisualisierung bei Materialbearbeitung mit ultrakurzen Laserpulsen mittels Pump&Probe-Photographie — ●ILJA MINGAREEV, ALEXANDER HORN und ERNST-WOLFGANG KREUTZ — Lehrstuhl für Lasertechnik, RWTH Aachen, Steinbachstraße 15, D-52074 Aachen

Die physikalischen und technologischen Grenzen bei der Materialbearbeitung mit ultrakurzen Laserpulsen sowie die materialspezifische Prozeßparametrisierung sind für viele Materialien noch weitgehend unbestimmt. Zum Verständnis der transienten physikalischen Vorgänge ist eine direkte Prozeßvisualisierung erforderlich.

Die dynamischen Vorgänge, welche bei der Wechselwirkung von ultrakurz gepulster Laserstrahlung ($\lambda=820$ nm, $t_p=80$ fs) mit Metalloberflächen (Al, Cu, Fe, W) verlaufen, werden mittels zeit- und ortsaufgelöster Pump&Probe-Photographie untersucht und charakterisiert. Qualitative Unterschiede in der Dynamik des Aufschmelzens und Wiedererstarrens sowie die induzierte Morphologie werden in Abhängigkeit von Parametern der Laserstrahlung festgestellt. Die Analyse der laserinduzierten Schockwellenausbreitung gibt Aufschlüsse über Energieübertrag im untersuchten Prozeß. Die verwendete Meßmethode ermöglicht eine in-situ Beobachtung der physikalischen Vorgänge auf Submikrometer-Skalen bis $\tau=1,2$ μs nach Eintreffen des Laserpulses mit einer Zeitauflösung von 100 fs. Die ex-situ Analyse der Oberflächenmodifikationen mit optischer Phasenmikroskopie und REM vervollständigt das Prozeßverständnis.

K 1.4 Mo 16:15 1003

Imaging Neuronal Activity with Femtosecond Lasers — ●BRUNO E. SCHMIDT¹, TOBIAS GLEITSMAN¹, TILMAN FRANKE², THORSTEN M. BERNHARDT^{1,3}, and LUDGER WÖSTE¹ — ¹Institut für Experimentalphysik, Freie Universität Berlin, Arnimallee 14, D-14195 Berlin — ²Institut für Neurobiologie, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Straße 28/30, D-14195 Berlin — ³Abteilung Oberflächenchemie und Katalyse, Universität Ulm, D-89069 Ulm

The technique of two photon fluorescence excitation in combination with a laser scanning microscope (LSM) is applied to observe neuronal activity. This improved setup was used for observation of spatiotemporal dynamics of odor responses in living honeybee olfactory neurons via the calcium imaging method. Enhancement of fluorescence in combination with protection of biological tissue was achieved by optimizing laser pulse parameters and introducing a pulse-picker. We measured near transform limited 50 fs-pulses with high intensity in the focal plane of the microscope. Furthermore we report on results of pulse shaping in order to increase image quality of the microscope.

K 2 Laserstrahlwechselwirkungen / Röntgenlaser

Zeit: Montag 17:00–17:45

Raum: 1003

K 2.1 Mo 17:00 1003

Observation of lattice oscillations in Ge after femtosecond optical excitation — ●ULADZIMIR SHYMANOVICH, MATTHIEU NICOU, KLAUS SOKOLOWSKI-TINTEN, STEPHAN KÄHLE, ALEXANDER TARASEVITCH, and DIETRICH VON DER LINDE — University Duisburg-Essen, Institut fuer experimentelle Physik, Lotharstr. 1, 47048 Duisburg

Ultrashort x-ray pulses offer a unique combination of atomic-scale spatial and temporal resolution, which permits direct measurements of structural transients on an ultrafast time-scale. We have applied time-resolved X-ray diffraction using ultrashort, multi-keV X-ray pulses to study coher-

ent and incoherent lattice vibrations in optically excited semiconductors. Femtosecond bursts of Ti-K α -radiation (4.51 keV) are produced by focusing laser pulses of 120 fs duration onto the surface of a moving titanium wire. In an optical pump / X-ray probe configuration transient changes in X-ray diffraction from (111)-oriented, single-crystalline thin films of Germanium were measured. The transient Debye-Waller effect allowed us to follow directly the energy transfer from hot electrons to the lattice. The subsequent evolution of transient lattice strain exhibits a delayed onset and distinct features which cannot be explained within the framework of the usual thermo-acoustic model.

K 2.2 Mo 17:15 1003

Generation of high order harmonics from surfaces in the relativistic regime — ●KONSTANTIN LOBOV, ALEXANDER TARASEVITCH, and DIETRICH VON DER LINDE — Universität Duisburg-Essen Institut für experimentelle Physik Lotharstr. 1 47048 Duisburg

Generation of high-order harmonics is now widely considered as a useful tool for the production of extreme ultra-violet radiation (or soft X-rays) and of attosecond light pulses. Using frequency-doubled pump pulses from a Titanium Sapphire laser with intensities above 10^{19} W/cm² we observe transfer of high order harmonics generation from steep plasma gradients in the relativistic regime. High order harmonics are generated both with p-polarized and s-polarized pump pulses. Using two pulses a first pulse for the generation of the plasma and a second pulse for harmonic generation (fundamental and frequency doubled) the dependence of the harmonics energy on the plasma scale length is mea-

sured. At zero delay between the two pump pulses harmonics generation involving frequency mixing of two beams is observed. Angular distribution of high harmonics efficiency is recorded.

K 2.3 Mo 17:30 1003

GRIP Ni-like Zr x-ray laser with PHELIX at GSI — ●DANIEL URSESCU^{1,2}, BERNHARD ZIELBAUER³, PAUL NEUMAYER^{1,4}, THOMAS KUEHL^{1,2}, PETER NICKLES³, KEVIN CASSOU⁵, DAVID ROS⁵, ANNIE KLISNICK⁵, and JAMES DUNN⁶ — ¹GSI Darmstadt, Planckstr. 1 — ²J.-Gutenberg Universitaet, Mainz — ³MBI Berlin — ⁴Universitaet Wuerzburg — ⁵LIXAM Paris, France — ⁶LLNL, Livermore, USA

Grazing incidence pumping scheme using Ni-like Zirconium x-ray laser was demonstrated at GSI using PHELIX preamplifier. Extensive optimization and characterization was performed. Comparison with 45° incidence angle of the main pump pulse on target is presented.

K 3 Neue Verfahren II

Zeit: Dienstag 09:30–10:00

Raum: 1003

Hauptvortrag

K 3.1 Di 09:30 1003

Kamera-Systeme für Kurzzeitmessungen - warum sie nicht schneller sind und neue Entwicklungen — ●GERHARD HOLST — PCO AG, Donaupark 11, 93309 Kelheim

Bildverstärker-Kamera-Systeme sind anerkannte Werkzeuge zur zweidimensionalen Erfassung von Kurzzeit-Phänomenen. Jedoch konnten sie den Entwicklungen auf dem Gebiet der Lichtquellen im Hinblick auf kurze Belichtungszeiten nicht folgen. Hierfür gibt es einige technische

Gründe, welche primär im entscheidenden Bauteil, der Bildverstärker-Röhre, selbst liegen. Einige dieser Gründe werden vorgestellt. Zudem gibt es einen Einblick in die so genannte "Highspeed" Welt der CMOS Kamera-Systeme, welche im moderaten Kurzzeitbereich von 50ns Belichtungszeit immerhin auch Bildaufnahmen mit hohen Bildfolgeraten ermöglichen. Zuletzt wird noch eine ganz neue, Bildsensortechnologie vorgestellt, die auch neue Möglichkeiten für Kurzzeitmessungen eröffnet.

K 4 Neue Verfahren III

Zeit: Dienstag 10:30–11:00

Raum: 1003

K 4.1 Di 10:30 1003

Digitale Radiografie mit Speicherfoliensystemen in der Kurzzeitphysik — ●NORBERT FADERL, GEORG GUETTER und BERNHARD WELIGE — ISL-Deutsch-Franzoesisches Forschungsinstitut, Postfach 1260, D-79574 Weil am Rhein

Neue digitale Detektoren, wie Speicherfoliensysteme (engl. computed radiography, CR) sind eine viel versprechende Alternative zu den konventionellen bildgebenden Röntgendetektoren(Röntgenfilme). Diese neuen Detektoren werden zunehmend in der industriellen Durchstrahlungsprüfung eingesetzt. Hierbei muss allerdings berücksichtigt werden, dass diese Detektoren (im aktuellen Entwicklungsstand) Bilder mit abweichender Bildqualität im Vergleich zu der klassischen Röntgenfilmtechnik liefern. Unter der Anwendung von kurzzeitigen Röntgenblitzen (20ns) werden Parameter wie das Signal- Rauschverhältnis, der Kontrast und die Empfindlichkeit der Bilder von digitalisierten, konventionellen Filmen mit denen der neuen Speicherfolie verglichen. Abschließend werden Anwendungen der neuen digitalen Speicherfolientechnologie in kurzzeitphysikalischen Vorgängen, wie der Endballistik und der Detonik gezeigt.

K 4.2 Di 10:45 1003

Geschwindigkeitsmessung an Proben nach dem Taylor-Test — ●DIETER LEGNER, GÜNTHER PAULUS und NORBERT FADERL — Deutsch-Französisches Forschungsinstitut St. Louis, Postfach 1260, 79574 Weil am Rhein

Die Auswertung des klassischen Taylor-Tests basiert auf vor Versuchsbeginn festzulegenden *a priori*-Größen und an der verformten Probe zu ermittelnden *a posteriori*-Größen. Der Einsatz von Hochgeschwindigkeitsfotografie machte es möglich, auch Informationen über den Aufstauvorgang selbst zu gewinnen. Neue Aspekte für den Taylor-Test unter Anwendung dieser Technologie ergeben sich, wenn die Beobachtungsdauer über den Aufstauvorgang hinaus verlängert wird. Unter Einsatz von Bildauswertungsverfahren lässt sich die Ermittlung von *a posteriori*-Größen vereinfachen und darüber hinaus die Rückprallgeschwindigkeit als eine bislang noch nicht betrachtete physikalische Größe ermitteln. Die Rückprallgeschwindigkeit ist ein Maß für den gespeicherten reversiblen Energieanteil. Im Rahmen einer geschlossenen energetischen Betrachtung des gesamten Vorgangs kann damit der irreversible Energieanteil quantifiziert werden.

K 5 Licht- und Strahlungsquellen

Zeit: Dienstag 11:00–12:45

Raum: 1003

Hauptvortrag

K 5.1 Di 11:00 1003

Elektronenstrahlangerregte Ultraviolettlichtquellen — ●ANDREAS ULRICH¹, ANDREAS GÖRTLER², GÜNTHER KORNFELD³, REINER KRÜCKEN¹, ANDREI MOROZOV¹, FABIAN MÜHLBERGER⁴, JOHANNES PIEL², RUPRECHT STEINHÜBL³, JOCHEN WIESER² und RALF ZIMMERMANN⁴ — ¹TU-München, Fakultät für Physik E12, 85748 Garching, — ²TuiLaser AG, 81379 München — ³THALES electron devices GmbH, 89077 Ulm — ⁴GSF, 85764 Neuherberg und Universität Augsburg, 86159 Augsburg

Die Anregung dichter Gase mit niederenenergetischen Elektronenstrahlen wurde zur Entwicklung kohärenter und inkohärenter Ultraviolettlichtquellen benutzt. Der Vortrag gibt einen Überblick über das von der Bayerischen Forschungsförderung geförderten Forschungsvorhaben zu dieser Thematik. Insbesondere werden Studien zum Emissionsmechanismus

in Neon- Wasserstoffmischungen und zur räumlichen Verteilung der Emissivität dieser Quellen diskutiert. Aktuelle Anwendungen der Lichtquellen in der Massenspektroskopie werden vorgestellt.

Gefördert durch die Bayerische Forschungsförderung und das Maier-Leibnitz-Laboratorium.

K 5.2 Di 11:30 1003

Time resolved study of THz transition radiation from a laser accelerated electron bunch — ●S. KARSCH¹, ZS. MAJOR¹, J. SCHREIBER¹, R. HÖRLEIN¹, K. SCHMID¹, L. VEISZ¹, U. SCHRAMM¹, S. JAMISON², J. GALLACHER², D. JAROSZINSKI², K.-U. AMTHOR³, A. DEBUS³, B. LIESFELD³, H. SCHWOERER³, R. SAUERBREY³, B. HIDDING⁴, R. HEATHCOTE⁵, P. FOSTER⁵, J. COLLIER⁵, C. D. MURPHY⁶ und M. KALUZA⁶ — ¹Max-Planck-Institut für Quantenoptik — ²University of Strathclyde — ³Friedrich-Schiller-Universität Jena — ⁴Heinrich-Heine Universität Düsseldorf — ⁵Rutherford Appleton Laboratory, Didcot, UK — ⁶Imperial College, London

Since the first experimental demonstration of monoenergetic, relativistic electron bunches from a laser-driven plasma accelerator, the emittance of these beams is of great interest for possible applications. While the transverse emittance can be inferred from a straightforward measurement of the beam divergence and calculations of the source size, the longitudinal or temporal emittance is more difficult to measure. Our approach is based on the temporal characterization of transition radiation (TR) emitted by the electron bunch when it crosses a thin metal foil. Since the TR emission is mainly in the THz spectral range, we employ an electro-optic method to encode the THz time structure on a chirped probe laser beam, which in turn is cross-correlated with a short reference pulse. We measured an upper limit for the single-shot electron bunch duration of shorter than 200 fs. This resolution is mainly dominated by effects in the electro-optic encoding technique. We will discuss alternative methods to improve the resolution towards the 10 fs regime.

K 5.3 Di 11:45 1003

Synchronization of free electron laser pulse with optical laser pulse on sub-100fs time scale by electro-optical sampling. — ●ARMIN AZIMA, HOLGER SCHLARB, STEFAN DÜSTERER, JOSEF FELDHAUS, ELKE PLÖNJE, FRANZISKUS VAN DER BERGHE, HARALD REDLIN, and BERND STEFFEN — Deutsches Elektronen Synchrotron (DESY) Hamburg

For pump-probe experiments two laser pulses of independent light sources have to be synchronized very precisely. To synchronize an optical laser pulse with the 32nm laser pulse of the VUV-FEL at Desy Hamburg we used a method based upon Electrooptical Sampling. Here, the correlation of an optical 100fs Ti:Sapphire laser pulse and the electric field of a 1nC electron bunch of the order of 100 fs pulse duration, is measured in a single-shot geometry mapping time into space. With the jitter measured, the data points of a fs pump-probe experiment will be sorted afterwards according to the jitter data. These additional data will allow pump-probe experiments on a sub-100 fs time scale. First experimental results will be presented.

K 5.4 Di 12:00 1003

Petawatt Field Synthesizer — ●STEFAN KARSCH¹, JOACHIM HEIN², MATHIAS SIEBOLD², JOSZEF FÜLÖP¹, ZSUZSANNA MAJOR¹, JENS OSTERHOFF¹, ROLAND SAUERBREY², and FERENC KRAUSZ¹ — ¹Max-Planck-Institut für Quantenoptik (MPQ) — ²Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU)

The group of Prof. Krausz at the MPQ in Garching is recently acquired funding for the next five years from the Max-Planck Society to build the Petawatt Field Synthesizer (PFS), a leading edge, ultrahigh intensity, few cycle light source. It is designed to produce 5 fs pulses with an output power of $0.5\text{-}1 \times 10^{15}$ W, at a repetition rate of 10 Hz. The combination of these goals is pushing the frontier of current laser technology, and will require significant R&D effort in several fields. The talk will give an insight

into the novel approach for realizing the source and will also describe the scientific goals to be addressed with PFS. First experiments will focus on the generation of fs, high brilliance particle and X-ray beams, as well as an extension of the temporal resolution into the attosecond realm. Later on, it is planned to use these beams as probes for single-molecular imaging, fast processes in dense plasmas and to drive a table-top X-ray free electron laser.

K 5.5 Di 12:15 1003

Femtosecond X-ray diffraction at the SPPS: Direct observation of coherent optical phonons in laser-excited Bismuth. — ●MATTHIEU NICOUL¹, DAVID FRITZ², AARON LINDERBERG³, PATRICK HILLYARD⁴, SIMON ENDEMANN³, JUANA RUDATI⁵, DAVID REIS², KELLY GAFFNEY³, JEROME HASTINGS³, KLAUS SOKOLOWSKI-TINTEN¹, and DIETRICH VON DER LINDE¹ — ¹Institut für Experimentelle Physik, Universität Duisburg-Essen, Lotharstr. 1, 47048 Duisburg, Germany — ²FOCUS Center, Departments of Physics and Applied Physics Program, University of Michigan, Ann Harbor, MI 48109, USA — ³Stanford Synchrotron Radiation Laboratory/SLAC, Menlo Park, CA 94025, USA — ⁴Department of Chemistry, Stanford University, Stanford, CA 94305, USA — ⁵Advanced Photon Source, Argonne National Laboratory, Argonne, IL 60439, USA

The Sub-Picosecond Pulse Source (SPPS) at the Stanford Linear Accelerator Center is the first operating accelerator-driven ultrafast hard X-ray source worldwide and represents a precursor for the future X-ray free electron laser LCLS. Bunches of electrons delivered by the linear accelerator in Stanford are accelerated to 27 GeV, are compressed and then are sent through an undulator to generate a well-collimated X-ray beam with 10^7 photons per pulse of less than 100 fs duration. The photon energy is tunable around 9 keV. These ultrashort X-ray pulses were used to study coherent optical phonons in femtosecond laser-excited Bismuth by means of time-resolved diffraction. The experimental data reveal a strong decrease of the phonon frequency and allow a quantitative determination of the vibrational amplitude and the atomic displacements.

K 5.6 Di 12:30 1003

Charakterisierung einer multi-keV Femtosekunden-Röntgenquelle — ●STEPHAN KÄHLE, ULADZIMIR SHYMANOVICH, MATTHIEU NICOUL, PING ZHOU, KLAUS SOKOLOWSKI-TINTEN und DIETRICH VON DER LINDE — Universität Duisburg-Essen, Institut für experimentelle Physik, Lotharstr. 1, 47048 Duisburg

Mit Femtosekunden- Laserimpulsen generierte Plasmen stellen eine einfache Möglichkeit für die Erzeugung ultrakurzer Röntgenimpulse im multi- keV-Bereich dar. Die dafür benötigten Laser-Intensitäten erfordern jedoch meist Lasersysteme sehr hoher Spitzenleistung (Terawatt). Derartige Systeme arbeiten in der Regel mit einer niedrigen Wiederholrate (typisch 10 Hz). In diesem Beitrag wird eine Röntgenquelle vorgestellt, die mit einem Ti:Saphir Lasersystem betrieben wird, das mit einer Repetitionsfrequenz von 1 kHz arbeitet und Spitzenintensitäten bis zu 10^{17} W/cm² erreicht. Die bei der Bestrahlung von Festkörperoberflächen erzeugten Plasmen emittieren Röntgenstrahlung, die vorwiegend aus der K-Schalenemission des jeweiligen Targetmaterials besteht. Bei optimierten Laserparametern werden $K\alpha$ -Flüsse von 10^{10} Photonen/s/sr erreicht. Dieser Wert ist vergleichbar mit den Röntgenflüssen der mit TW-Lasersystemen niedriger Wiederholrate betriebenen Röntgenquellen. Bei den ersten Beugungsexperimenten unter Verwendung dieser kHz-Quelle wurden transiente, thermoakustische Effekte in laser-angeregten dünnen Germaniumfilmen untersucht.

K 6 Pulsed Power Technik

Zeit: Dienstag 15:00–16:30

Raum: 1003

Hauptvortrag

K 6.1 Di 15:00 1003

Sind gasgefüllte Hochleistungsschalter noch zeitgemäß? — ●KLAUS FRANK und ISFRIED PETZENHAUSER — Physikalisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Strasse 1, 91058 Erlangen

Die Entwicklung und Anwendung von Hochleistungsschaltelementen ist ein wichtiges Teilgebiet der Leistungsimpulstechnik (engl. Pulsed power technology). Diese hat sich in vergangenen Jahrzehnten aus dem Schatten der rein militärischen Anwendungen gelöst und sich als innovative Technologie für die industrielle Anwendung etabliert. Die Grundla-

gen der Leistungsimpulstechnik, hervorgegangen aus der Hochspannungs- und Plasmatechnik, bestimmen die Auslegung der zahlreichen Varianten von Pulsenergiegeneratoren, die als Treiber der unterschiedlichsten Lasten entwickelt wurden und werden. Jede dieser Anwendungen verlangt nach einer Kombination an Anforderungsparametern für das einzusetzende Schaltsystem. Lange Zeit waren gasgefüllte bzw. Vakuumschalter die einzige Alternative, die entsprechenden Anforderungen zu erfüllen. Mit wachsendem technologischen Reifegrad der für die Elektrotechnik entwickelten Halbleiterschalter (Leistungs transistor und Thyristor) haben sich diese als ernsthaftere Schalteralternativen in der Leistungsimpulstechnik etabliert. Der Vortrag fokussiert sich im wesentlichen auf einen Vergleich

der unterschiedlichen Schalterkonzepte bezgl. der dominierenden Parameter wie Spitzenspannung und -strom, Pulsanstiegszeit, Ladungstransfer, Verlustleistung etc. bezogen auf die Leistungsdaten der wichtigsten gasgefüllten schließenden Hochleistungsschalter.

K 6.2 Di 15:30 1003

Der Entladungsprozess in Röntgenblitzröhren — ●RUDOLF GERMER — TU-,FHTW-,ITP Berlin

Moderne Röntgenblitzanlagen (mit "Sato - Röhren") gestatten es, monochromatische Röntgenstrahlen mit einem "S/N" = 1000 zu erzeugen. Die Entladungen eines Kondensators (200nF) erfolgen mit 60 kV und 60 kA. Simulationen solcher Entladungen zeigen, daß zunächst ein Plasma erzeugt werden muß, das die zylinderförmige Kathode effektiv kleiner werden läßt, sonst würden die Ströme durch Raumladungen begrenzt viel kleiner sein müssen. Die Ergebnisse der Simulationen werden mit den Experimenten von Eiichi Sato verglichen.

K 6.3 Di 15:45 1003

Vergleich von kompakten Triggermodulen für mehrstufige Pseudofunkenschalter — ●ISFRIED PETZENHAUSER¹, KLAUS FRANK¹ und UDO BLELL² — ¹Physikalisches Institut 1, Erwin Rommel-Str. 1, Universität Erlangen-Nürnberg, 91058 Erlangen — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH (GSI), Plankstr.1, 64291 Darmstadt

Für die neuen Injektions-/Extraktionskicker magneten des geplanten SIS100/300-Beschleunigerkomplexes der GSI wird ein pulsformendes Netzwerk(PFN) für lange Pulse ($\sim 8 \mu\text{s}$) benötigt. Als Schaltelement in diesem PFN, das auf eine Spannung von 70 kV und Ströme von einigen Kiloampere ausgelegt ist, wird ein mehrstufiger Pseudofunkenschalter entwickelt. Um ein einwandfreies Schaltverhalten zu gewährleisten ist ein zuverlässiges Triggermodul notwendig. Verschiedene kompakte Triggermodule (hochdielektrische Triggermodule mit unterschiedlichen Dielektrizitätskonstanten und auf Carbonnanotubes basierende Triggermodule) werden verglichen und ihre Eignung für den Einsatz in mehrstufigen Pseudofunkenschaltern diskutiert.

Diese Arbeit wird unterstützt von der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), Projekt ER293F+E

K 6.4 Di 16:00 1003
Untersuchung eines neuartigen Schalterkonzepts basierend auf einer Lorenzdrift — ●TIM RIENECKER, MARCUS IBERLER, JOACHIM JACOBY und CHRISTIAN TESKE — Max-von-Laue-Str.1, 60438 Frankfurt am Main

Zur Reduzierung der Kontakterosion in Vakuumschaltern wird ein neuartiges auf eine Lorenz-Drift (JxB) basierendes Schalterkonzept vorgestellt (LDS). Durch den durch die Geometrie der koaxial angeordneten Elektroden vorgegebenen Strompfad innerhalb der Schalterkontakte wird ein radiales Magnetfeld erzeugt. Das durch den Stromfluß erzeugte Magnetfeld reicht aus, um das Schaltplasma an das obere Ende der radialen Elektrodenanordnung zu treiben. Erste Messungen zu diesem Konzept wurden bereits an der Universität Frankfurt durchgeführt. Aufgabe dieser Arbeit sind nun Untersuchungen zu den Schalteigenschaften und den zeitaufgelösten Plasmaparametern am Schalterkonzept durchzuführen.

K 6.5 Di 16:15 1003

A 100 kJ Pulse Unit for Electromagnetic Forming of Large Area Sheet Metals — ●WERNER HARTMANN¹, M. RÖMHELD¹, and A. DONNER² — ¹Siemens AG, Corporate Technology, CT PS 5, Erlangen, Germany — ²Siemens AG, Automation and Drives, A&D MC RD 8, Chemnitz, Germany

We report on the development of a pulse generator for peak currents of up to 200 kA at a pulse width of typically around 100 μs , depending on the load parameters. Maximum pulse energy is 100 kJ. The short circuit current handling capability of peak currents of up to 450 kA is a major issue in the pulse generator design.

A modular, 3-branch design of parallel capacitor banks has been adopted to achieve the requirements concerning reliability, lifetime, and short circuit capability. The prototype pulse generator is based upon off-the-shelf devices, including the high-current semiconductor switches.

The pulse generator has been tested successfully at pulse energies up to 80 kJ. First operating results of the commissioning phase of the installation are reported.

K 7 Detonik / Gasdynamik / Verbrennung

Zeit: Dienstag 17:00–17:30

Raum: 1003

K 7.1 Di 17:00 1003

Beobachtung von Mikrowellen-Emission beim Hochgeschwindigkeits-Impakt — ●FRANK SCHÄFER — Fraunhofer-Institut für Kurzezeitdynamik - Ernst-Mach-Institut (EMI), Eckerstr. 4, 79104 Freiburg i. Br.

Eines der wenig untersuchten Phänomene beim "Hypervelocity Impact" (Hochgeschwindigkeitsimpakt) ist die Emission von Mikrowellen-Strahlung. Vorliegende theoretische und experimentelle Arbeiten gehen davon aus, dass Oszillationen des beim Impakt entstehenden Elektronen-Ionen Plasmas für diesen Effekt verantwortlich sind. Zur experimentellen Untersuchung von Mikrowellen-Emission beim Impakt werden am Ernst-Mach-Institut Impakt-Experimente mit Leichtgaskanonen durchgeführt, bei denen Aluminium-Kugeln auf Aluminium-Platten beschleunigt werden. Ziel der Untersuchungen ist, die emittierte Strahlung sowie die Strahlungsdauer als Funktion der Impaktparameter (Impaktgeschwindigkeit, Kugelmasse) im Frequenzbereich von 2 GHz zu erfassen und existierenden theoretischen Modellen gegenüberzustellen. Die Experimente werden im Geschwindigkeitsbereich von 3-7 km/s mit Kugelmassen von zwischen 10 mg und 300 mg durchgeführt. Das HF-Messsystem besteht aus einer 2 GHz Stabantenne, die in ca. 10 cm vom Impaktort angebracht ist, mit angeschlossenem 40 db Verstärker. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der noch laufenden Untersuchungen vorgestellt.

K 7.2 Di 17:15 1003

Orts- und zeitaufgelöste Temperaturmessung in rotationssymmetrischen Medien — ●ALFRED EICHHORN und UDO WERNER — Deutsch-Französisches Forschungsinstitut St.-Louis (ISL), Postfach 1260, 79576 Weil am Rhein

In heißen Gasen oder Plasmen mit Rotationssymmetrie lässt sich die radiale Temperaturverteilung bestimmen, indem die optische Dicke des Mediums und die von ihm emittierte Strahlendichte entlang äquidistanter Linien in einer Ebene senkrecht zur Rotationsachse gemessen werden. Aus einer solchen Messung lassen sich Absorptions- und Emissionskoeffizient und daraus mit Hilfe des Kirchhoffschen Gesetzes die Temperatur in Abhängigkeit vom Achsenabstand bestimmen. Dazu muss das strahlende Medium einmal mit einer Hintergrundlichtquelle mit bekannten Strahlungseigenschaften aufgenommen werden und einmal ohne die Hintergrundlichtquelle. Bei vorausgesetzter Zylindersymmetrie lassen sich alle notwendigen Informationen mit der Aufnahme eines einzigen Bildes gewinnen, indem die Hintergrundlichtquelle so abgeschattet wird, dass sie nur eine Hälfte des Messobjekts durchstrahlt. Möglichkeiten und Probleme dieses Messverfahrens werden diskutiert.

K 8 Laserstrahlwechselwirkung - Lasersicherheit

Zeit: Donnerstag 10:30–11:30

Raum: 1003

Hauptvortrag

K 8.1 Do 10:30 1003

Schutz vor Laserstrahlung - Grundlagen und technische Realisierung — •THOMAS FRÖHLICH — Fa. LASERVISION; Siemensstr. 6; 90766 Fürth

Jeder, der an einem offenen Laser der Klasse 3R, 3B oder 4 arbeitet, sollte sie kennen, die Laserschutzbrille. Sie ist ein häufig genutztes, aber unbeachtetes Accessoire, welches aber zuverlässig gegen einen direkten Lasertreffer schützen soll. Was dieses Produkt können muss, wird in mehreren Normen vorgeschrieben. Da allerdings Laserstrahlquellen rasant weiterentwickelt werden, ist es auch notwendig die Schutzprodukte für leistungsstärkere Strahlquellen oder Strahlquellen mit sehr kurzen Pulsdauern fortwährend zu verbessern. Die Hauptanforderungen an eine Laserschutzbrille sind durch die Filterwirkung und die Laserstandzeit für Filter und Fassung bei einem direkten Treffer gegeben. Gerade m-engekoppelte Laser werfen hierbei mehrere Probleme auf. Zum einen ist der Strahlquelle kein schmalbandiger Wellenlängenbereich mehr z-ordenbar. Schlimmer noch, es gibt durchstimmbare Lasersysteme, die im ungünstigsten Fall Licht im kompletten sichtbaren Bereich emittieren können. Zum anderen treten aufgrund der hohen Peakleistungen und Repetitionsraten andere Wechselwirkungsmechanismen auf, die zu einem frühzeitigen Versagen der Schutzfilter führen können. Nur durch konsequente Prüfung von Filter- und Fassungsmaterialien an unterschiedlichsten Strahlquellen ist es überhaupt möglich Schutzprodukte für den Lasermarkt zu entwickeln.

Hauptvortrag

K 8.2 Do 11:00 1003

Process development and control of melt dominated laser drilling — •ERNST-WOLFGANG KREUTZ¹, LENA TRIPPE², KURT WALTHER², WOLFGANG SCHULZ^{2,3}, and REINHART POPRAWA^{2,3} — ¹Lehrstuhl für Lasertechnik, RWTH Aachen — ²Lehrstuhl für Nichtlineare Dynamik der Laser-Fertigungsverfahren, RWTH Aachen — ³Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Steinbach Strasse 15, 52074 Aachen

Laser drilling is a common application in industrial materials processing. Despite its widespread use, the physical limits concerning the removal rate, the aspect ratio and the reproducibility of the hole geometry are still insufficiently known. Depending on the application three different drilling techniques by dominant melt ejection * single pulse drilling, percussion drilling, and trepanning * are classified and characterised. The drilling techniques are exemplarily presented for stainless steel and nickel-based alloys (diameter 0.2 - 0.6 mm, aspect ratio ≥ 30 , inclination up to 60 °) using pulsed laser radiation (Nd:YAG, 1064 nm, 0.5 - 1 ms). The dominant processes heat conduction, melting, vaporization, plasma formation, melt and gas flow are analysed by a physical model description. The experimental results of coaxial process control, metallography and optical microscopy regarding hole depth and hole diameter as well as the thickness of recast are compared to simulation.

K 9 Lasersysteme und Laserstrahlwechselwirkung

Zeit: Donnerstag 11:30–12:30

Raum: 1003

K 9.1 Do 11:30 1003

Leistungsstarke Femtosekunden Laser auf Basis von Wolframat Kristallen — •UDO BÜNTING — Vision GmbH; Lügensteinweg 27; 30890 Göxe

In den vergangenen Jahren sind wesentliche Fortschritte bei ultrakurz gepulsten Festkörperlasern sowie deren Anwendungen möglich geworden. Dabei ist die Entwicklung von Laserdioden ebenso entscheidend wie die der sättigbaren Absorber. Nicht zu vergessen sind die immer besser werdenden theoretischen Lasermodelle.

Speziell für Femtosekunden Laser ist die Entwicklung von Lasermaterialien genauso entscheidend. Hierbei habe die Wolframat basierenden Kristalle wesentlich an Bedeutung gewonnen.

Mit dieser Aufgabe befasst sich seit drei Jahren die VCT AG. Neben den bekannten Laserkristallen wie Yb:KGW und Yb:KYW ist es mit Yb:KLW jetzt auch jede Dotierungen zwischen 0% und 100% möglich. Gebondete und effizient verbundene Wärmesenken sind ebenfalls wichtige Aufgaben zur Leistungssteigerung.

Die Vision GmbH nutzt diese Kristalle für das industrietaugliche Lasersystem SIRIUS (z.B. 20MHz mehr als 3,5W und weniger als 350fs Pulsdauer) sowie für einen Scheibenlaser mit einer Durchstimbarkeit von 64nm und dem kleinsten Quanteneffekt für Diodengepumpte Festkörper Laser von 0.6%.

Der SIRIUS findet derzeit seine Anwendung in der Entwicklung der Presbyopie Behandlung sowie der Keratoplastie.

K 9.2 Do 11:45 1003

Brechungsindexmodifikation in SiO₂ durch Bestrahlung mit fs-Doppelpulsen — •DIRK WORTMANN, MARK RAMME und JENS GOTTMANN — Lehrstuhl für Lasertechnik, RWTH Aachen, Steinbachstr. 15, 52074 Aachen

Brechungsindexmodifikation im Volumen von Gläsern durch Bestrahlung mit ultrakurz gepulster Laserstrahlung ist eine bekannte Technik zur Erzeugung von 3-D-Wellenleitern für Komponenten der integrierten Optik. Zur Anwendung kommen Verstärkersysteme mit Repetitionsraten im kHz-Bereich und Pulsenergien von einigen μJ , sowie Oszillatoren mit MHz-Repetitionsraten und einigen nJ Pulsenergie. Ob es sich bei der Brechungsindexänderung um einen rein thermisch induzierten Prozess oder um Änderungen der Bindungsstruktur handelt, kann nach heutigem Verständnis nicht erklärt werden. Mit fs-Doppelpulsen können angeregte Zustände während der Bearbeitung untersucht werden um zwischen thermischen und nicht thermischen Prozessen zu unterscheiden.

Die Brechungsindexänderung Δn durch Bestrahlung mit fs-Doppelpulsen ($\tau = 100fs$, $\lambda = 800nm$, $f = 1kHz$, $\Delta t = 0..10ns$) im Volumen von SiO₂ wurde in Abhängigkeit von der Pulsenergie E_p , dem Pulsüberlapp d und der numerischen Apertur NA der Fokussierobjektive über das Modenbild und die numerische Apertur der entstandenen Wellenleiter ermittelt. Vergleichende Experimente mit einem hochrepetitierenden fs-Laser ($\tau = 300fs$, $\lambda = 1047nm$, $f = 100kHz$ bzw. $1MHz$) wurden gemacht um anhand eines theoretischen Modells die Gründe für die Brechungsindexänderung zu erläutern und zwischen thermischen und nicht thermischen Prozessen zu unterscheiden.

K 9.3 Do 12:00 1003

Laser desorption of metal atoms by site-specific excitation of metal oxide surfaces — •MATTHIAS HENYK¹, KENNETH M. BECK¹, CHONGMIN WANG¹, PAOLO E. TREVISANUTTO², PETER V. SUSHKO², ALEXANDER L. SHLUGER², and WAYNE P. HESS¹ — ¹Pacific Northwest National Laboratory, EMSL, P.O. Box 999, Richland, WA 99352, USA — ²Department of Physics and Astronomy, University College London, Gower Street, London WC1E 6BT, UK

Mg-atom emission is studied at MgO by using laser light tuned to excite specific surface sites at energies well below the excitation threshold of the bulk material. We find that at 4.66 eV laser excitation MgO nanocrystalline films and nanocube samples desorb neutral Mg-atoms with multimodal distributions of kinetic energy (0.11, 0.18, 0.25eV). Time-resolved desorption measurements reveal two distinct decay components (1.2 ps, 100ps) in addition to the typically observed coherence feature (80fs, FWHM). These results are consistent with Mg-atom desorption driven by multiple electronic transitions, including an ultra-fast correlated 2-electron-transfer (shorter than 80 fs) as well as the rapid decay of Mg+ surface states. Our ab initio calculations suggest an electron plus excitation mechanism, involving both excitation and trapping of electrons and surface excitons at 3-coordinated Mg surface sites. The proposed mechanism exemplifies a scheme of atomic scale modification of a metal oxide surface and can be useful for the further understanding of photo-induced desorption of more complex metal oxide materials.

K 9.4 Do 12:15 1003

Laser-induzierte Plasmaspektroskopie (LIPS) zur Bestimmung von Emissions-Übergangswahrscheinlichkeiten — ●HARTMUT BORCHERT, ALFRED EICHHORN und UDO WERNER — Deutsches-Französisches Forschungsinstitut Saint-Louis, 5 rue du Général Cassagnou, 68301 Saint-Louis France

Die Laser-induzierte Plasmaspektroskopie ermöglicht die Bestimmung von Plasmazustandsgrößen anhand von Linienspektren. Hierzu wird mittels LIPS ein Plasma an der Targetoberfläche des zu untersu-

chenden Probenmaterials erzeugt und dieses spektroskopisch in einem vorzugebenden Wellenlängenbereich untersucht. Die Besetzungsdichte der angeregten Zustände (für die eine Boltzmann-Verteilung angenommen wird) ist dann durch die Linienstärken und die Emissions-Übergangswahrscheinlichkeiten der einzelnen vertretenen Linien gegeben. Unter der Bedingung lokalen thermodynamischen Gleichgewichts (LTE) kann bei bekannter Emissions-Übergangswahrscheinlichkeit die Temperatur bestimmt werden. Umgekehrt können bei bekannter Temperatur die unbekannteren Emissions-Übergangswahrscheinlichkeiten ermittelt werden.

K 10 Laseranwendungen und Lasermaterialbearbeitung

Zeit: Donnerstag 12:30–13:30

Raum: 1003

K 10.1 Do 12:30 1003

Der Hauptvortrag von Herrn Kreutz findet bereits um 11:00 Uhr statt. — ● —

K 10.2 Do 12:30 1003

Untersuchung von Riffeln mit Subwellenlängenperiodizität erzeugt durch stark fokussierte Femtosekundenlaserstrahlung auf verschiedenen Materialien — ●RALPH WAGNER und JENS GOTTMANN — Lehrstuhl für Lasertechnik, RWTH Aachen, Steinbachstraße 15, 52074Aachen

Beim Abtragen mit auf kleine Strahltaile ($\varnothing 1\mu\text{m}$) fokussierter Femtosekundenlaserstrahlung ($\tau=100\text{fs}$, $\lambda=800\text{nm}$, 400nm & 266nm) treten Riffel, d.i. laser-induzierte periodischen Oberflächenstrukturen (engl. LIPSS), mit einer Periodizität Λ auf, welche kleiner als die verwendeten Wellenlänge λ ist und vom bearbeiteten Material abhängt. Untersuchte Materialien sind Diamant, Gold, Kupfer, Lithiumfluorid, Lithiumniobat, Magnesiumfluorid, Polytetrafluorethylen, Quarzglas, Saphir, Silizium und Zirkonoxid. Die Riffel sind senkrecht zur Polarisationsrichtung der Laserstrahlung orientiert. Das Riffelmuster setzt sich, unabhängig von der Scanrichtung relativ zur Polarisationsrichtung, kohärent über mehrere überlappende Pulse fort. Untersucht wurden die Abhängigkeit des Riffelabstands Λ vom bearbeiteten Material, vom lateralem Pulsabstand, der Wellenlänge, der Laserpulsrepetitionsrate, sowie der numerischen Apertur des zur Fokussierung verwendeten Objektivs. Ergebnisse über die Entwicklung der Riffel mit zunehmender Pulszahl werden gezeigt. Einige mögliche Modelle für das Entstehen der Riffel werden diskutiert und der Theorie für die Entstehung von Riffeln mit einer der Wellenlänge entsprechenden Periodizität gegenübergestellt. Mögliche Anwendungen werden aufgezeigt.

K 10.3 Do 12:45 1003

3D-microstructuring of Pyrex, quartz glass and WC hard metal using femtosecond laser pulses — ●ANDY ENGEL, UDO LÖSCHNER, GÜNTER REISSE, and STEFFEN WEISSMANTEL — University of Applied Sciences Mittweida, Laserinstitut, Technikumplatz 17, 09648 Mittweida

Comprehensive results on three-dimensional fs-laser microstructuring obtained at the laser institute of the University of Applied Sciences Mittweida will be presented. A fs-laser micromachining station FS150-10 from the 3D Micromac AG Chemnitz equipped with a Ti: Sapphire-Laser CPA 2010 from Clark-MXR Inc. Michigan was used for structuring. All experiments were performed with the laser beam focussed on the sample surface using different transmitting objectives and a reflective objective. Based on the investigation of the ablation behaviour in dependence of process parameters, various microstructures consisting of holes, channels and cavities and showing smooth walls and steep wall angles were produced in those materials. Thereby, either direct ablation or a combination of laser induced modification and subsequent chemical etching was applied. The parameters which were found to be optimum for the microstructuring of each material will be presented. Finally, it will be

shown that complex 3D-microstructures can also be produced in those materials.

K 10.4 Do 13:00 1003

Untersuchung zum Abtrag von Metallen mit pikosekunden und nanosekunden Mehrfachpulsen — ●CLAUDIA HARTMANN, ARNOLD GILLNER, TORSTEN FEHR, ÜMIT AYDIN, REINHARD NOLL und CHRISTOPH GEHLEN — Fraunhofer ILT, Steinbachstr. 15, 52074 Aachen

Um den Abtrag von Metallen zu verbessern wurde pikosekunden und nanosekunden Laserstrahlung mit Mehrfachpulsen anstelle von Einzelpulsen eingesetzt. Besonderer Wert wurde auf einen schnellen, präzisen und reproduzierbaren Abtrag gelegt. Ein blitzlampengepumpter Nd:YAG Laser mit 10-80 ns Pulsdauer wurde verwendet, der mittels einer speziell getriggerten Pockelszelle Pulsfolgen mit 10 Hz produzierte. Des weiteren wurde eine kommerzielles Multipuls-Pikosekunden-Lasersystem (LUMERA) mit Pulsdauern < 15 ps und Repetitionsraten < 500 kHz verwendet. Die eingesetzten Pulsfolgen bestanden aus bis zu vier Pulsen mit Zeitdifferenzen zwischen 20 ns und 100 μs . Um die Abtragsergebnisse von Einzel- und Mehrfachpulsen vergleichen zu können wurden die Abtragsgeometrie, Abtragsrate, Plasma- und Stoßwellenausbreitung sowie Plasmamparameter, wie z.B. Elektronendichte und Elektronentemperatur betrachtet. Bei der Verwendung von Mehrfachpulsen wurde z.B. mit nanosekunden Laserstrahlung die Abtragsrate um den Faktor 5 gegenüber Einzelpulsen gesteigert. Die Analyse soll zu einem Modell des Abtragens führen, das über die Auswertung der Spektren Rückschlüsse auf den Prozess zuläßt.

K 10.5 Do 13:15 1003

Submikrometermaterialbearbeitung mit geformten Femtosekunden-Laserpulsen — ●LARS ENGLERT, MATTHIAS WOLLENHAUPT, LARS HAAG, RONJA BÄUMNER, CRISTIAN SARPE-TUDORAN und THOMAS BAUMERT — Universität Kassel, Institut für Physik und CINSaT, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany

Materialbearbeitung durch Femtosekunden-Laserpulse führt bei einer Vielzahl von Materialien zu deterministischen Strukturen im Submikrometerbereich.

Mittels eines modifizierten Mikroskopieaufbaus wird der Einfluss von Pulsformung von Femtosekunden-Laserpulsen auf den Ablationsvorgang von Quarzglas und Saphir untersucht. Während der Materialbearbeitung auftretendes laserinduziertes Plasmaleuchten wird per Spektrometer und ICCD-Kamera erfasst [1, 2]. Zur Variation der zeitlichen Energiestromdichteverteilung wird ein spektraler Phasenmodulator [3] eingesetzt. Post-Mortem Analysen wurden mit Elektronenmikroskop und AFM durchgeführt. Die experimentellen Ergebnisse werden dargelegt und diskutiert.

[1] Assion et al. Appl. Phys. B **77**, 391-397 (2003)

[2] Carr et al. Opt. Lett. **30** (6), 661-663 (2005)

[3] Präkelt et al. Rev. Sci. Instr. **74** (11), 4950-4953 (2003)

K 11 Poster

Zeit: Mittwoch 17:45–19:00

Raum: Flure

K 11.1 Mi 17:45 Flure

Simulation des optischen Durchbruchs eines Femtosekundenlaserpulses in Wasser — ●KARSTEN KÖHLER, DENNIS KRÖNINGER, THOMAS KURZ und WERNER LAUTERBORN — Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen, Friedrich-Hund-Platz 1, 37077 Göttingen

Wird ein Laserpuls ausreichender Energie in Wasser fokussiert, so kommt es durch Multiphotonenabsorption und Kaskadenionisation zur Bildung eines Plasmas. Im Experiment beobachtet man, dass dieses aufgrund der Selbstfokussierung des Laserpulses durch die Kerr-Nichtlinearität des Mediums mit zunehmender Laserenergie entgegen der Ausbreitungsrichtung des Laserstrahl ausgedehnt ist.

Die Ausbreitung des Laserpulses sowie dessen Wechselwirkung mit dem Medium und die dadurch hervorgerufene Entstehung des Plasmas wurden numerisch untersucht. Dazu wird die Pulsausbreitung durch eine (3+1)-dimensionale nichtlineare Schrödingergleichung beschrieben, die mit einer Ratengleichung für die Dichte der freien Elektronen im Medium gekoppelt ist.

In dem Poster sollen Ergebnisse der Simulation vorgestellt und mit experimentellen Beobachtungen verglichen werden.

K 11.2 Mi 17:45 Flure

Optimization of spectral coverage and resolution in femtosecond pump probe spectroscopy — ●CORD ELSNER, ULI SCHMIDHAMMER, CHRISTIAN SCHRIEVER, STEFAN LOCHBRUNNER, and EBERHARD RIEDLE — LS für BioMolekulare Optik, Ludwig-Maximilians-Universität München

Pump probe spectroscopy of the dynamics in complex quantum mechanical systems like molecules calls for a temporal and spectral resolution as high as possible. To optimize the bandwidth of the excitation pulses we developed a noncollinearly phase matched optical parametric amplifier (NOPA) with a variable spectral width. The chirp of the seed continuum is increased with dispersive material resulting in a reduced temporal overlap with the blue pump pulses in the nonlinear crystal of the amplifier stage. By varying the amount of dispersive material we can generate nearly Fourier transform limited pulses between 20 fs and 80 fs. For probing we implemented a CaF₂ based whitelight source pumped by the Ti:sapphire fundamental, which provides a usable continuum down to 300 nm. By coordinated scanning of the motorized delay stage and the monochromator we can correct for the intrinsic group delay dispersion of the whitelight during the scan of a transient spectrum to within ± 50 fs. This leads for UV and visible excitation to a time resolution of better than 100 fs over the whole spectral range of 300 nm to 720 nm.

K 11.3 Mi 17:45 Flure

Ultrafast ablation of solids using a femtosecond VUV free electron laser — ●NIKOLA STOJANOVIC¹, K. SOKOLOWSKI-TINTEN¹, D. VON DER LINDE¹, U. ZASTRAU², E. FÖRSTER², R. SOBIERAJSKI³, R. NIETUBYC³, M. JUREK³, J. KRZYWINSKI³, L. JUHA⁴, J. CIHELKA⁴, A. VELYHAN⁴, J. KUBA⁴, J. CHALUPSKÝ⁴, T. TSCHENTSCHER⁵, and S. TOLEIKIS⁵ — ¹Institut für experimentelle Physik, Lotharstr. 1, 47048 Duisburg, Germany — ²Institute for Optics and Quantum Electronics, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena, Germany — ³Institute of Physics PAS, AL Lotnikow 32/46, PL-02-668 Warsaw, Poland — ⁴Institute of Physics, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8, Czech Republic — ⁵HASYLAB at DESY, Notkestr. 85, 22603 Hamburg, Germany

The VUV-FEL at DESY in Hamburg/Germany (see www.hasyllab.desy.de/facility/fel/vuv) represents a unique source of ultrashort (30 fs), high energy (50 microJ) short wavelength (32 nm) radiation. It is worldwide the first SASE-FEL operating in this wavelength regime and user operation started in July 2005. This talk will discuss the results of first experiments on the interaction of such high intensity VUV-pulses with solids. In a VUV-pump-optical-probe experiment, picosecond optical imaging has been used to follow the reflectivity evolution of the VUV-irradiated surfaces with spatial and temporal resolution. The time-resolved measurements are supplemented by an analysis of the permanent structural surface modifications. Compared to femtosecond optical excitation, the large absorption depths of the 30 nm radiation in some materials (i.e. Si) leads to distinct differences in the material response.

K 11.4 Mi 17:45 Flure

Makroskopische Effekte bei der Erzeugung hoher Harmonischer in gasgefüllten Hohlfasern — ●MANUEL LIGGES, OLIVER HEINZ, PING ZHOU und DIETRICH VON DER LINDE — Universität Duisburg-Essen Institut fuer experimentelle Physik Lotharstr. 1 47048 Duisburg

Durch die nichtlineare Wechselwirkung von ultrakurzen Laserimpulsen mit Edelgasen kommt es zur Erzeugung höherer Harmonischer, nämlich zur Emission von ungeradzahigen Vielfachen der Fundamentalfrequenz. Dieser Prozeß stellt heute ein Standardwerkzeug zur Erzeugung ultrakurzer Impulse im Wellenlängenbereich von einigen wenigen Nanometern dar.

Einen ganz wesentlichen Einfluß auf die Effizienz des Erzeugungsprozesses haben die hierbei auftretenden makroskopischen Effekte, welche sowohl experimentell, als auch im Rahmen einer numerischen Rechnung untersucht wurden.

Wir untersuchten die Erzeugung von Harmonischen in gasgefüllten Hohlfasern, wobei zwei verschiedene Faserkonfigurationen verwendet wurden. Der Einfluß der Druckverteilung innerhalb der Fasern wurde in einer eindimensionalen Modellrechnung zunächst berechnet und anschließend in einem modular konzipierten XUV-Spektrometer experimentell verifiziert.

K 11.5 Mi 17:45 Flure

19-fs shaped UV-pulses by chirped sum frequency mixing — ●CHRISTIAN SCHRIEVER, STEFAN LOCHBRUNNER, MICHAEL OPITZ und EBERHARD RIEDLE — LS für BioMolekulare Optik, Ludwig-Maximilians-Universität München

Light pulses with precisely controlled spectral and temporal characteristics can selectively address and manipulate the dynamics of complex quantum mechanical systems. To deal with molecular dynamics, shaped excitation pulses with substructures on the time scale of vibrations are needed. The pulses must be in the UV where most organic compounds have their first electronic transition. Since established techniques like liquid crystal spatial light modulators and acoustooptic modulators are not suitable for the UV, we developed a method based on sum frequency mixing of shaped visible pulses with deliberately chirped NIR pulses for a tuning range from 295 nm to 370 nm. The spectral phase and amplitude of the shaped visible pulses is directly transferred to the UV. The attainable pulse complexity is only restricted by the spectral resolution of the shaper. By mixing NIR pulses chirped to a duration of 1.2 ps with visible pulses already pre-compensated for the dispersion along the UV path we generated for the first time complex pulses at 344 nm with substructures as short as 19 fs. We demonstrate double and triple pulses with pulse separations up to 500 fs.

K 11.6 Mi 17:45 Flure

Laserinduzierte Plasmen zur Zündung von Gasmotoren im HCCI-Betrieb — ●THEO NEGER und KURT FRIEDRICH ISKRA — Institut für Experimentalphysik, TU Graz, Petersgasse 16, A-8010 Graz, Austria

Die Problematik der Stickoxidemissionen stellt ein wesentliches Hindernis beim umfassenderen Einsatz von Gasmotoren zur Stromerzeugung dar. Homogeneous charge compression ignition (HCCI) als Verbrennungskonzept in Motoren hat das Potenzial zu weitgehenden Vermeidung von Ruß und Stickoxiden schon im Motor. Um den sonst nicht vorhandenen direkten Einfluss auf den Zündzeitpunkt und die Verbrennungsführung zu erreichen, wurde zusätzlich ein laserinduziertes Plasma als Zündquelle eingesetzt. Bei mageren Gemischen, hoher Aufladung oder hohem Anteil an rückgeführten Abgasen (AGR) bietet die Laserzündung gegenüber der konventionellen Zündkerze wesentliche Vorteile. Optische Untersuchungsmethoden und eine umfassende Motordiagnostik wurden an einem HCCI-Versuchsmotor mit optischem Zugang verwendet, um den Effekt der Laserzündung auf Stabilität des HCCI-Betriebs, AGR-Verträglichkeit und Verbrennungsverlauf zu bestimmen. Hinsichtlich der Zündfähigkeit wurden auch unterschiedliche Pulsformen und Resonanzkonzepte untersucht.

K 11.7 Mi 17:45 Flure

Stroboskop mit farbigen LEDs — ●RUDOLF GERMER — TU-FHTW-,ITP Berlin

Leuchtdioden stehen bei gutem Wirkungsgrad mit den Farben IR, rot,orange,gelb, grün, cyan, blau und weiß zur Verfügung. Wie bereits an anderer Stelle gezeigt(Proc.SPIE 25th ICHSPP, sind die kürzesten

erzeugbaren Lichtblitze 100 ns oder kürzer. Mit einer normalen Videokamera können Bildfolgen aufgenommen werden, deren hohe Zeitauflösung durch aufeinanderfolgende verschiedenfarbige LED-Blitze realisiert wird. Die beliebig steuerbare Leuchtdauer der LEDs gestattet weiterhin, Bewegungsabläufe kontinuierlich darzustellen. Beispiele von Strömungen und Blasenbewegung werden gezeigt.

K 11.8 Mi 17:45 Flure

Elektronenstrahlbetriebene Ultraviolettlichtquellen — •JOCHEN WIESER¹, ANDREAS GÖRTLER¹, GÜNTHER KORNFELD², REINER KRÜCKEN³, ANDREI MOROZOV³, FABIAN MÜHLBERGER⁴, JOHANNES PIEL¹, RUPRECHT STEINHÜBL², ANDREAS ULRICH³ und RALF ZIMMERMANN⁴ — ¹TuiLaser AG, 81379 München — ²THALES electron devices GmbH, 89077 Ulm — ³TU-München, Fakultät für Physik E12, 85749 Garching — ⁴GSF, 85764 Neuherberg und Univ. Augsburg, 86159 Augsburg

Die Anregung dichter Gase mit niederenergetischen Elektronenstrahlen führt potentiell zu hohen Leistungsdichten im Targetgas. Auf der Basis dieses Effektes wurden hocheffiziente und brillante Edelgas-Excimer Ultraviolettlichtquellen entwickelt. Kontinuierliche VUV-Lichtausgangsleistungen von ~10mW bei einer Effizienz von ~30% werden erreicht. Die technische Realisierung sowohl als gepulste, als auch kontinuierlich arbeitende Quellen und deren Anwendungen in Labor und Analytik werden vorgestellt.

Gefördert durch die Bayerische Forschungsförderung und das Maier-Leibnitz-Laboratorium.

K 11.9 Mi 17:45 Flure

Erzeugung sichtbaren Lichtes durch elektronenstrahlunterstützte HF-Anregung in Edelgasen — •THOMAS OTTENTHAL¹, RAINER HILBIG², REINER KRÜCKEN¹, ANDREI MOROZOV¹, JOCHEN WIESER¹ und ANDREAS ULRICH¹ — ¹TU-München, Fakultät für Physik E12, 85748 Garching — ²Philips Technologie GmbH Forschungslaboratorien, 52066 Aachen

In einer Zusammenarbeit der Philips Forschungslabors in Aachen und der TU München wird die Erzeugung sichtbaren Lichtes durch kombinierte Elektronenstrahl- und HF-Anregung in Edelgasen untersucht. Mit einem niederenergetischen Elektronenstrahl werden Edelgasatome angeregt und ionisiert. Ohne zusätzliche HF-Anregung würden Elektronen im Targetgas auf Raumtemperatur abkühlen und rekombinieren. Durch die zusätzlich angelegte HF-Spannung wird den Elektronen Energie zugeführt, so dass sie die bereits angeregten Targetatome weiter anregen können. Dies kann zu einer Verstärkung atomarer Linienstrahlung im sichtbaren und im nahen Infrarot führen. Die kombinierte Anregung von Übergängen in Argon und Krypton wurde untersucht. Zudem wurde die Excimeremission der Edelgase im VUV studiert. Hier wurde eine Abnahme der Intensität bei zusätzlicher HF-Anregung gemessen. Schließlich wurde ein Bremsstrahlungs-kontinuum im sichtbaren Spektralbereich beobachtet. Der 12kV-Elektronenstrahl wurde durch eine 300nm dicke SiNx-Folie in das Gastarget eingeschossen und die HF-Leistung mit Frequenzen von 10kHz bis 1GHz kapazitiv eingekoppelt. Die Anordnung ermöglicht es elektronenstrahlunterstützte HF-Anregung in kleinen Volumina zu studieren.