

## Fachverband Kurzzeitphysik (K)

Andreas Görtler  
 MLase AG  
 Industriestraße 17  
 82110 Germering  
 andreas.goertler@mlase.com

### Übersicht der Hauptvorträge und Fachsitzungen

(Hörsäle Physik und Biochemie (klein); Poster im Foyer des IfP)

#### Hauptvorträge

K 1.1	Mo	14:00–14:30	HS Physik	<b>Bildgebende Diagnostik in der Kurzzeitdynamik</b> — ●SIEGFRIED NAU
K 4.1	Di	11:10–11:40	HS Physik	<b>Low Energy Electron Beam Excitation of Fluorescence Detector Material</b> — ●ANDREAS ULRICH, MARGARIDA FRAGA, THOMAS HEINDL, REINER KRÜCKEN, TERESA MARRODAN, ANDREI MOROZOV, LUIS PEREIRA, JOCHEN WIESER
K 4.2	Di	11:40–12:10	HS Physik	<b>Strahl- und Optikcharakterisierung für Anwendungen in der Laser-Materialbearbeitung</b> — ●BERND SCHÄFER, KLAUS MANN, BERNHARD FLÖTER
K 6.1	Do	11:10–11:40	HS Physik	<b>Lasergetriebene Röntgenquellen - Lichtquellen für die Nanotechnologie</b> — ●CHRISTIAN PETH, ARMIN BAYER, FRANK BARKUSKY, STEFAN DÖRING, PETER GROSSMANN, MICHAEL REESE, KLAUS MANN
K 6.2	Do	11:40–12:10	HS Physik	<b>Extrem Ultraviolett Lithographie</b> — ●KLAUS BERGMANN

#### Hauptvorträge des Symposiums Anwendungen der Plasmatechnik in den Optischen Technologien (SYOT)

veranstaltet von den Fachverbänden Kurzzeitphysik und Plasmaphysik

Organisation: Detlev Ristau, LZH Hannover

Siehe SYOT für das vollständige Programm des Symposiums.

SYOT 1.1	Di	13:30–14:15	HS Physik	<b>Plasmagestützte Techniken für Beschichtungen in der Präzisionsoptik</b> — ●HANS K. PULKER
SYOT 1.2	Di	14:15–15:00	HS Physik	<b>Entspiegelung transparenter Polymere durch Plasmaätzen</b> — ●ULRIKE SCHULZ
SYOT 1.3	Di	15:00–15:30	HS Physik	<b>Study of reaction kinetics, process control and trace gas detection in molecular gases and plasmas based on QCLAS</b> — ●JÜRGEN RÖPCKE
SYOT 2.1	Di	15:50–16:35	HS Physik	<b>Plasmatechniken für kleinskalige optische und mikrosystemtechnische Bauteile</b> — ●ANDREAS OHL
SYOT 2.2	Di	16:35–17:20	HS Physik	<b>Aktive Resonanzspektroskopie als robuste Plasmadiagnostik</b> — ●RALF PETER BRINKMANN, MARTIN LAPKE, THOMAS MUSSENBRÖCK

#### Hauptvorträge des Symposiums 30 Jahre Pseudofunkentladung – Rückblick und aktuelle Arbeiten (SYPS)

veranstaltet vom Fachverband Kurzzeitphysik und dem Deutschen Chapter der NPSS von IEEE

Organisation: Werner Hartmann, Siemens AG und Andreas Görtler, Mlase AG

Siehe SYPS für das vollständige Programm des Symposiums.

SYPS 1.1	Mi	13:30–13:45	HS Physik	<b>Grußwort und Symposiumseröffnung</b> — ●JENS CHRISTIANSEN
SYPS 1.2	Mi	13:45–14:15	HS Physik	<b>Pseudospark - Physics and Applications</b> — ●MARTIN A. GUNDERSEN
SYPS 1.3	Mi	14:15–14:45	HS Physik	<b>Der Pseudofunken als intensive Quelle für EUV- und weiche Röntgenstrahlung</b> — ●KLAUS BERGMANN

SYPS 1.4	Mi	14:45–15:15	HS Physik	<b>Plasmalinsen für hochenergetische Teilchenstrahlen</b> — ●RUPERT TKOTZ
SYPS 2.1	Mi	15:50–16:20	HS Physik	<b>Development Status of the PAL High Current Pseudospark Switches</b> — ●SANG HOON NAM
SYPS 2.2	Mi	16:20–16:50	HS Physik	<b>Pseudofunkenschalter aus der Sicht industrieller Anwender</b> — ●WERNER HARTMANN
SYPS 2.3	Mi	16:50–17:20	HS Physik	<b>Mehrstufige Pseudofunkenschalter - Stand der Entwicklung und Zukunftsperspektiven</b> — ●ISFRIED PETZENHAUSER

### Fachsitzungen

K 1.1–1.3	Mo	14:00–15:00	HS Physik	<b>Optische Verfahren I</b>
K 2.1–2.4	Mo	15:00–16:00	HS Physik	<b>Gasdynamik / Laser-Materie-Wechselwirkung</b>
K 3.1–3.3	Mo	16:30–17:15	HS Physik	<b>Licht und Strahlungsquellen</b>
K 4.1–4.2	Di	11:10–12:10	HS Physik	<b>Optische Verfahren II</b>
K 5.1–5.3	Mi	11:10–11:55	HS Physik	<b>Pulsed Power Technik</b>
K 6.1–6.2	Do	11:10–12:10	HS Physik	<b>EUV - Quellen und deren Anwendungen I</b>
K 7.1–7.3	Do	13:30–14:15	HS Biochemie (klein)	<b>Röntgenlaser</b>
K 8.1–8.3	Do	14:15–15:00	HS Biochemie (klein)	<b>EUV - Quellen und deren Anwendungen II</b>
K 9.1–9.1	Do	13:30–13:45	HS Physik	<b>Laserquellen</b>
K 10.1–10.7	Do	13:45–15:30	HS Physik	<b>Laseranwendungen und Lasermaterialbearbeitung</b>
K 11.1–11.11	Di	17:30–19:30	Foyer des IfP	<b>Poster</b>

### Mitgliederversammlung Fachverband Kurzzzeitphysik

Montag 17:30–18:00 Raum HS Physik

- Bericht
- Wahlen
- Verschiedenes

## K 1: Optische Verfahren I

Zeit: Montag 14:00–15:00

Raum: HS Physik

**Hauptvortrag** K 1.1 Mo 14:00 HS Physik  
**Bildgebende Diagnostik in der Kurzeitdynamik** — ●SIEGFRIED NAU — Fraunhofer Institut Kurzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, 79588 Efringen-Kirchen

Das Fraunhofer-Institut für Kurzeitdynamik (EMI) ist spezialisiert auf die experimentelle und numerische Analyse von hochdynamischen Vorgängen. Das Spektrum reicht dabei vom Fahrzeugcrash (ca. 20 m/s) über Wehr- und Sicherheitstechnologie bis hin zur Sicherheit im Weltraum (bis 10 km/s). Üblicherweise sind die untersuchten Phänomene transient, spätestens nach einigen wenigen Millisekunden vorüber und finden oft in rauer Umgebung statt. Eine angepasste, leistungsfähige Hochgeschwindigkeitsdiagnostik ist zur Analyse daher unverzichtbar. Bildgebende Verfahren sind dabei ein wichtiger Bestandteil. In diesem Vortrag sollen verschiedene bildgebende Verfahren an Beispielen aus den Bereichen Fahrzeugsicherheit, Ballistik und Weltraum-Sicherheit vorgestellt werden, die am EMI eingesetzt und zum Teil entwickelt werden. Dies schließt modernste optische Hochgeschwindigkeitsfotografie und Hochgeschwindigkeitsvideo ein aber auch neuartige Röntgenverfahren wie die am EMI entwickelte Röntgenkinematografie (bis zu 100.000 fps) und Röntgenvideo (bis zu 20.000 fps) sowie die Hochgeschwindigkeits-Tomografie. Die Hochgeschwindigkeits-Tomografie ermöglicht die dreidimensionale Abbildung von hochschnellen Ereignissen, wie sie z.B. in der Detonik vorkommen. In dem Vortrag werden die Methoden vorgestellt, ihre Einsatzfelder aufgezeigt und ihre Vor- und Nachteile anhand von Beispielen diskutiert.

K 1.2 Mo 14:30 HS Physik  
**Rekonstruktion der Bewegung sich schnell bewegender**

**Objekte im Raum anhand kurzzeitiger Röntgenblitze.** — ●NORBERT FADERL und GEORG GUETTER — ISL-French-German Research Institute of Saint Louis, 5, rue General Cassagnou, F-68301 Saint Louis

Mit kurzen Röntgenblitzen können - dank geringer Belichtungszeit von 20 Nanosekunden - Bilder geringer Bewegungsunschärfe von sich schnell bewegenden Objekten aufgenommen werden. Aufgrund der geometrischen Abbildungsgesetze von Röntgenstrahlen werden die räumlich ausgedehnten Objekte jedoch in der Ebene des zweidimensionalen Bildsensors mit geändertem Größenverhältnis und schräg projiziert. Durch die Anwendung der vektoriellen Darstellung und geometrischen Kalibrierung kann die Bewegungsbahn des Objektes per Standardsoftware rekonstruiert werden. Dieses Prinzip wird hier angewendet bei Sicherheitsstudien an Triebwerksgehäusen gegen auftreffende Splitter, die sich durch Materialversagen von rotierenden Triebwerkskomponenten gelöst haben.

K 1.3 Mo 14:45 HS Physik  
**Photonen, Bilder und die darin enthaltene Information** — ●RUDOLF GERMER — FHTW-Berlin — TU-Berlin — ITP 12249 Blankenhainer Str 9

Zum Transport optischer Informationen dienen Photonen. Wie vor einem Jahr mit experimentellen Ergebnissen demonstriert, ist die Photonenzahlstatistik für die Menge der einem Bild zu entnehmenden Information wesentlich. Diesmal werden die Qualität und der Informationsgehalt der Bilder und der Zusammenhang der Intensität des Lichtes mit der räumlichen, zeitlichen und Graustufenauflösung erläutert. Ein \*Bildquader\* beschreibt anschaulich die Ergebnisse.

## K 2: Gasdynamik / Laser-Materie-Wechselwirkung

Zeit: Montag 15:00–16:00

Raum: HS Physik

K 2.1 Mo 15:00 HS Physik  
**Strömung an Öffnungen ventilierter Lautsprecher** — ●RUDOLF GERMER — FHTW-Berlin — TU-Berlin — ITP 12249 Blankenhainer Str 9

Weit verbreitet sind derzeit Lautsprecher nach dem Baßreflexprinzip. Diese zeigen neben der Schallquelle \*Lautsprechermembran\* eine Öffnung, die im Bereich der Lautsprecherresonanz unterstützend Schall abstrahlt. Strömungsgeräusche an dieser Öffnung trüben speziell bei größeren Schallamplituden den Musikgenuß. Die Untersuchung der Störgeräusche und der Luftströmung mit optischen Methoden zeigte einen bisher unbekanntem Effekt der Luftbewegung bei Lautsprechern dieser Konstruktion.

K 2.2 Mo 15:15 HS Physik  
**Erzeugung von Stosswellen durch einen Femtosekundenlaser: Zeitaufgelöste Geschwindigkeits- und Dichtemessungen sphärischer Stosswellen in Gasen und Flüssigkeiten** — ●WALTER GAREN<sup>1</sup>, VOLKER BRAUN<sup>1</sup>, MARKUS SCHELLENBERG<sup>1</sup>, EMANUEL SÄRCHEN<sup>1</sup> und ULRICH TEUBNER<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven - University of Applied Sciences, Fachbereich Technik, Constantiaplatz 4, 26723 Emden — <sup>2</sup>Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Physik, 26111 Oldenburg

Mit Hilfe eines Femtosekundenlasers werden kugelförmige Stosswellen in Gasen und Flüssigkeiten als Folge des optischen Durchbruches erzeugt. Unmittelbar nach Entstehung des Plasmas wird infolge des hohen Druckanstieges eine kugelsymmetrische Stosswelle ausgesandt, die nach wenigen Mikrosekunden und einigen Millimetern als Schallwelle weiterläuft. Bei einer Laserleistung von 6 GW entsteht eine Stosswelle in Luft mit der höchsten Machzahl (ca.6) unmittelbar nach dem optischen Durchbruch. Bei Halbierung der Laserleistung beträgt die höchste Machzahl ca. 4.

Genauere Geschwindigkeits- und Dichtemessungen im Nahfeld um die Plasmaausdehnung gelingen durch eine Kombination von CCD-Kamera- Aufnahmen und gleichzeitigen Geschwindigkeits- und Dichtemessungen eines speziellen Zweistrahlaserdifferentialinterferometers.

Durch dieses Messverfahren gelingt es, die integrale Dichteentwicklung innerhalb der Kugelwelle als Funktion der Stossmachzahlort- und zeitaufgelöst zu bestimmen.

K 2.3 Mo 15:30 HS Physik  
**F2-Laser LIBS Analysis of Polymer Materials** — ●JOHANNES HEITZ<sup>1</sup>, JURAJ JASIK<sup>1,2</sup>, JOHANNES D. PEDARNIG<sup>1</sup>, and PAVEL VEIS<sup>2</sup> — <sup>1</sup>CD-Laboratory Laser-Assisted Diagnostics, Institute of Applied Physics, Johannes Kepler University Linz, Austria — <sup>2</sup>Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Bratislava, Slovakia

Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS) is employed for the detection of trace elements in polyethylene (PE). For effective laser ablation of PE, we use a F2 laser (wavelength 157 nm) with a laser pulse length of 20 ns, a pulse energy up to 50 mJ, and pulse repetition rate of 10 Hz. The optical radiation of the laser induced plasma is measured by a VUV spectrometer with a detection range down to a wavelength of 115 nm. A gated photon-counting system is used to acquire time resolved spectra. The VUV LIBS spectra of PE are dominated by strong emission lines of neutral and ionized Carbon atoms. From time-resolved measurements of the Carbon line intensities, we determine the temporal evolution of the electronic plasma temperature,  $T_e$ . For this, we use Saha-Boltzmann plots with the electron density in the plasma,  $n_e$ , derived from the broadening of the Hydrogen H-alpha line. With the parameters  $T_e$  and  $n_e$ , we calculate the intensity ratio of the atomic Sulphur and Carbon lines at 180.7 nm and at 175.2 nm, respectively. The calculated intensity ratios are in good agreement with the experimentally measured results.

The co-operation is performed in the frame of the "Scientific and Technological Agreement WTZ Austria - Slovakia".

K 2.4 Mo 15:45 HS Physik  
**Bestimmung der Zweiphotonenabsorptionskoeffizienten von optischen Materialien bei 197 nm mit fs-Pulsen** — ●THOMAS ZEUNER, WOLFGANG PAA, WOLFGANG TRIEBEL und MARCO FRANKE — Institut für Photonische Technologien, Jena

Die Verwendung von hochintensiven Laserpulsen eines Ti:Saphir fs-Lasers, die mittels Frequenzverdopplung und Summenfrequenzbildung in die 4.-Harmonische ( $\lambda = 197 \text{ nm}$ ,  $E = 9 \mu\text{J}$ ,  $\tau = 350 \text{ fs}$ ) gewandelt werden, ermöglicht die Ermittlung von intensitätsabhängigen Parametern im DUV-Bereich. Ein auf Zweiphotonenabsorption (TPA) basierendes Verfahren zur Pulsdauermessung (Autokorrelationsfunktion) der 4.-Harmonischen wurde angewendet. Mit der so gewonnenen

Pulsdauer wurde für optische Materialien ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaF}_2$ ) der TPA-Koeffizient bestimmt. Die Ermittlung der TPA-Koeffizienten erfolgte aus einer Messung der Energietransmission der UV-Pulse an den oben genannten Materialien. Das Auswerteverfahren zur Bestimmung der TPA-Koeffizienten wird diskutiert. Es ergeben sich vergleichbare Werte für die TPA-Koeffizienten wie bei Anwendungen mit ArFns-Lasern.

### K 3: Licht und Strahlungsquellen

Zeit: Montag 16:30–17:15

Raum: HS Physik

K 3.1 Mo 16:30 HS Physik

**Labor-Röntgenmikroskopie mit einer Gasentladungsquelle** — ●MARKUS BENK und KLAUS BERGMANN — Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Aachen

Die Mikroskopie mit weicher Röntgenstrahlung ist ein hochauflösendes Verfahren zur Untersuchung biologischer Proben und zur Bearbeitung materialwissenschaftlicher Fragestellungen. Der effektive Einsatz dieser Technologie erfordert große Strahlungsflüsse auf der Probe, die bis dato nur an Elektronenspeicherringen erzeugt werden können. Im Rahmen des Verbundprojektes Labor-Transmissionsröntgenmikroskop (L-TXM) wird ein Quelle-Kollektorsystem für die Röntgenmikroskopie im Labormaßstab realisiert. Als Lichtquelle dient ein hohlkathodengezündetes Pinchplasma. Zur Beleuchtung der Probe wird der  $1s^2 - 1s2p$  Übergang von heliumähnlichem Stickstoff bei 2,88 nm genutzt. Bei ersten mikroskopischen Aufnahmen wird eine Auflösung von 40 nm erreicht. Es werden Belichtungszeiten im Sekundenbereich für dünne Proben und Belichtungszeiten im Bereich einiger zehn Sekunden für dicke biologische Proben erzielt. Unter Verwendung eines optimierten Kollektors sollen Belichtungszeiten von unter zehn Sekunden für biologische Proben erreicht werden. Die Arbeit wird gefördert durch das BMBF (FKZ 13N8914).

K 3.2 Mo 16:45 HS Physik

**Aufbau und Untersuchung einer koaxialen dielektrischen Barriereentladung** — ●BENJAMIN KOUBEK, CHRISTIAN HOCK, BATU KLUMP, ANDREAS SCHÖNLEIN, MARCUS IBERLER, JOACHIM JACOBY und BYUNG-JOON LEE — Goethe-Universität Frankfurt (Main)

Wasser kann z.B. mittels UV-Licht, das auf die DNA Struktur von Mikroorganismen wirkt, sterilisiert werden. Dieses UV-Licht kann z.B. durch dielektrisch behinderte Entladungen (DBD dielectric barrier discharge), pulsed-corona-Entladungen (PCD) erzeugt werden. Hierzu wird eine koaxiale Barriereentladung unterschiedlicher Elektrodengeometrie auf ihre elektrischen und optischen Eigenschaften untersucht.

Die Entladung soll mit Wechselstrom im Kilohertz-Bereich, als auch mit unipolaren Spannungspulsen von 10 kV mit einer Pulslänge von mehreren hundert Nanosekunden erzeugt werden. Zudem werden Gasdruck, Gasart und Gasmischung, sowie der Spaltabstand variiert. Ziel ist es im weiteren Verlauf spektroskopische Untersuchungen im VUV-Bereich durchzuführen.

K 3.3 Mo 17:00 HS Physik

**Entwicklung und Anwendungen elektronenstrahlangererter Ultraviolettlichtquellen** — ●THOMAS HEINDL<sup>1</sup>, JASPER HÖLZER<sup>2</sup>, REINER KRÜCKEN<sup>1</sup>, ANDREI MOROZOV<sup>1</sup>, ELISABETH SCHRAMM<sup>2</sup>, RAINER SCHULTZE<sup>3</sup>, CHRISTOPH SKROBOL<sup>1</sup>, ANDREAS ULRICH<sup>1</sup>, JOCHEN WIESER<sup>4</sup> und RALF ZIMMERMANN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Physik Department E12, TU-München, James Franck Str. 1, 85748 Garching — <sup>2</sup>Helmholtz Zentrum München, Ingolstädter Landstr. 1, 85764 Neuherberg — <sup>3</sup>Optimare GmbH, Jadestr. 59, 26382 Wilhelmshaven — <sup>4</sup>Coherent GmbH, Zielstattstr. 32, 81379 München

Die Weiterentwicklung und Anwendung von Excimerlichtquellen im Vakuumultraviolett wird beschrieben [1]. Die Lichterzeugung erfolgt durch den Einschuss von 12 keV Elektronenstrahlen durch 300 nm dünne Keramikmembranen in dichte Gastargets. Die Energieverteilung der Elektronen nach Austritt aus der Folie wurde mit einer Gegenspannungsmethode gemessen und numerisch modelliert [2]. Bei den Lichtquellen werden sowohl die sog. ersten und zweiten Excimer-Kontinua der reinen Edelgase als auch deren Resonanzlinien zur Photoionisation in Massenspektrometern genutzt. Es konnte gezeigt werden, dass die brillante VUV-Strahlung zur fragmentarmen Ionisierung von vielen organischen Substanzen unter Ausblendung von Matrixkomponenten wie Stickstoff genutzt werden kann [3].

Gefördert durch BMBF 13N8819, 13N9528 und dem MLL München.

[1] A. Ulrich et al, DPG Frühjahrstagung 2008 Darmstadt, K4.2

[2] A. Morozov et al, Eur. Phys. J. D 48 (2008), 383

[3] M. Saraji et al, Anal. Chem 2008, 80 (9), 3393

Im Anschluß findet ab 17:30 Uhr die Mitgliederversammlung des FV Kurzeitphysik statt.

### K 4: Optische Verfahren II

Zeit: Dienstag 11:10–12:10

Raum: HS Physik

**Hauptvortrag**

K 4.1 Di 11:10 HS Physik

**Low Energy Electron Beam Excitation of Fluorescence Detector Material** — ●ANDREAS ULRICH<sup>1</sup>, MARGARIDA FRAGA<sup>2</sup>, THOMAS HEINDL<sup>1</sup>, REINER KRÜCKEN<sup>1</sup>, TERESA MARRODAN<sup>1</sup>, ANDREI MOROZOV<sup>1,2</sup>, LUIS PEREIRA<sup>2</sup>, and JOCHEN WIESER<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Physik Department, Technische Universität München, 85748 Garching, Germany — <sup>2</sup>Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra and LIP, Coimbra, Portugal — <sup>3</sup>Coherent GmbH, 81379 München, Germany

Fluorescence detectors are used for detecting particles over a huge energy range. In particle astrophysics the Pierre Auger detector [1] e.g. detects cosmic rays up to the Zetta eV range. In this case the ambient air is used as the fluorescent material with its variability in density, temperature, and humidity. For the search for proton decay and neutrino detection, large organic liquid-scintillators are used or planned such as LENA [2]. Since the fluorescent light is finally produced by collisional excitation processes and subsequent optical transitions with energies on the order of 10 eV, the performance of the detector material can be studied using low energy electrons. A table-top setup will be described which can be used for that purpose. Its key element is a

300nm thin entrance foil made from ceramic material through which the electrons are sent into gaseous or liquid scintillators. Experiments to specify both gaseous and liquid scintillators will be described.

[1] Pierre Auger Collaboration, Science 318, 938 (2007)

[2] T. Marrodan Undagoitia et al., J. Phys. Conf. Ser. 120, 052018 (2008)

**Hauptvortrag**

K 4.2 Di 11:40 HS Physik

**Strahl- und Optikcharakterisierung für Anwendungen in der Laser-Materialbearbeitung** — ●BERND SCHÄFER, KLAUS MANN und BERNHARD FLÖTER — Laser-Laboratorium Göttingen, Hans-Adolf-Krebs-Weg 12, 37077 Göttingen

Mit steigenden Qualitätsanforderungen an lasergestützte Produktionsprozesse wächst auch die Bedeutung von Verfahren zur umfassenden Charakterisierung von Laserstrahlen und den entsprechenden, für Transport und Fokussierung der Strahlung eingesetzten Optiken.

Der Vortrag gibt einen Überblick über den Stand und aktuelle Entwicklungen im Bereich der Laserstrahlcharakterisierung. Neben der Beschreibung von Messmethoden nach ISO-Norm liegt ein Schwerpunkt auf der Diagnose mit Hartmann-Shack Wellenfrontsensoren. Die si-

multane Erfassung von Wellenfront und Nahfeldprofil erlaubt es Parameter wie Strahldurchmesser, Divergenz und  $M^*$  quasi in Echtzeit bestimmen. Für kohärente Strahlungsfelder ist darüber hinaus die Berechnung der Strahlpropagation möglich. Erweiterungen des Wellenfrontensensors und alternative Techniken insbesondere zur Erfassung der Kohärenzeigenschaften von Laserstrahlung werden kurz angesprochen.

Drüber hinaus wird ein neues photothermisches Verfahren basierend

auf der Bestimmung der strahlungsinduzierten thermischen Wellenfrontdeformation in Hochleistungs-Laseroptiken vorgestellt. Die Methode erlaubt neben einer schnellen und präzisen Bewertung der Performance bestrahlter Komponenten zusätzlich die Bestimmung des Absorptionskoeffizienten. Als Beispiel werden Messungen an Quarzoptiken bei 193nm vorgestellt und diskutiert.

## K 5: Pulsed Power Technik

Zeit: Mittwoch 11:10–11:55

Raum: HS Physik

K 5.1 Mi 11:10 HS Physik

**Status der Entwicklung des mehrstufigen Pseudofunkenschalters für FAIR** — ●ISFRIED PETZENHAUSER<sup>1</sup>, BYUNG-JOON LEE<sup>2</sup>, KLAUS FRANK<sup>3</sup> und UDO BLELL<sup>1</sup> — <sup>1</sup>GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Darmstadt — <sup>2</sup>Goethe Universität, Frankfurt — <sup>3</sup>TexasTech University, Lubbock, USA

Am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH entsteht in den nächsten Jahren das neue internationale Beschleunigerzentrum FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research). Für das schnelle Einschalten der Injektions/Extraktionskicker Magneten der beiden Schwerionensynchrotrons SIS100 und SIS300 werden leistungsfähige Hochspannungsschalter benötigt. Diese Schalter müssen auf eine maximale Schaltspannung von 70 kV und Spitzenströme von 6 kA bei einer Pulslänge von bis zu 7  $\mu$ s ausgelegt sein. Die Lebensdauer der Schalter soll mindestens  $10^8$  Entladungen betragen. Der einzige momentan kommerziell verfügbare Schalter, der diese Anforderungen prinzipiell erfüllen kann, ist das mehrstufige Thyatron. Als Alternative wird an der GSI seit einigen Jahren an einem mehrstufigen Pseudofunkenschalter gearbeitet. Inzwischen wurde ein dreistufiger, deuteriumbefüllter „Sealed-off“-Pseudofunkenschalterprototyp gebaut. Die wesentlichen Baugruppen der Gesamtgeometrie des Schalters werden beschrieben und Ergebnisse über die Spannungsfestigkeit der einzelnen Stufen vorgestellt. Über das Verhalten des Schalters an einem realen Kicker Magneten bei geringeren Spannungen und Stromstärken wird berichtet. Abschließend wird die Möglichkeit diskutiert, mit sättigbaren Induktivitäten die inneren Verluste des Schalters zu reduzieren.

K 5.2 Mi 11:25 HS Physik

**Untersuchung eines mehrstufigen Lorentz-Drift-Schalters** — ●KARSTEN ESSER, MARKUS IBERLER, B.- J. LEE und JOACHIM JAKOBY — Universität Frankfurt am Main, AG Plasmaphysik

Für die Ansteuerung der schnellen Kicker Magnete an der GSI werden Hochspannungsschaltelemente von 70kV mit relativ moderaten Strömen von etwa 8kA benötigt. Vorgestellt wird ein neuartiger Hochspannungsschalter. Der besondere Vorteil besteht in einem koaxialen Aufbau, der durch die Magnetfelder der eigenen Entladung eine laufende Bogenentladung erzeugt. Zum Erreichen der geforderten Spannungen können mehrere Elektroden koaxial zueinander angeordnet werden. Zur Triggerung des Schalters wird ein Oberflächenleitfunkttrigger verwendet. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Zweielektrodensystem bezüglich der maximal erreichbaren Haltespannung, der Strom-, und Spannungsanstiegsraten und Repetitionsrate untersucht.

K 5.3 Mi 11:40 HS Physik

**Untersuchungen an einer gepulsten Ionenquelle basierend auf einer Pseudofunkengeometrie** — ●MARCUS IBERLER, KARSTEN ESSER, JOACHIM JACOBY, TIM RIENECKER, JOHANNA OTTO und KLAUS VOLK — Goethe Universität Frankfurt, Institut für Angewandte Physik, Max von Laue Str. 1, 60438 Frankfurt

Untersucht wird eine gepulste Hohlkathodenentladung zur Extraktion von Ionen. Der Vorteil dieses Konzepts besteht in der Erzeugung sehr kurzer Pulszeiten bei gleichzeitig hoher Teilchenintensitäten. Es konnte bereits gezeigt werden, daß von Niederdruckentladung basierend auf einer Hohlkathodengeometrie ein intensiver Elektronenstrahl emittiert wird, der sich im Hintergrundgas selbstfokussierend ausbreitet. Für erste Untersuchungen steht ein \*single gap\* Elektrodenanordnung mit einem einfachen Diodenextraktionssystem zu Verfügung. Die Untersuchungen werden in Abhängigkeit der Entladespannung und der Entladeenergie bei Variation des Druckes und Exktraktionsspannung durchgeführt.

## K 6: EUV - Quellen und deren Anwendungen I

Zeit: Donnerstag 11:10–12:10

Raum: HS Physik

### Hauptvortrag

K 6.1 Do 11:10 HS Physik

**Lasergetriebene Röntgenquellen - Lichtquellen für die Nanotechnologie** — ●CHRISTIAN PETH, ARMIN BAYER, FRANK BARKUSKY, STEFAN DÖRING, PETER GROSSMANN, MICHAEL REESE und KLAUS MANN — Laser-Laboratorium Göttingen, Göttingen, Deutschland

Die Entwicklung kompakter Labor-Röntgenquellen hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht, so dass zunehmend experimentelle Techniken wie die Röntgenmikroskopie, Nano-Strukturierung, Absorptions-Spektroskopie oder zeitaufgelöste Röntgenbeugung im Labor verfügbar sind.

Der Vortrag gibt einen Überblick über laser-induzierte Plasmen als intensive Lichtquellen weicher Röntgenstrahlung und deren Anwendungen. Ein Beispiel ist die photo-induzierte Mikro- und Nano-Strukturierung von Polymeren. Durch Einsatz eines Schwarzschildobjektivs wird ein Mikrofokus mit Energiedichten bis zu 1 J/cm<sup>2</sup> bei 13,5 nm erzeugt, der eine oberflächennahe Direktstrukturierung mit einer Auflösung von besser als 200 nm erlaubt. Darüber hinaus wird das analytische Potential der Labor-Röntgenquellen anhand der Untersuchung der Feinstruktur von Absorptionskanten (XAFS) mittels Absorptions-Spektroskopie vorgestellt. Aus der Nahkanten-Feinstruktur (NEXAFS) lassen sich Aussagen über die vorliegenden Molekülorbitale, den Oxidationszustand und die Koordinations-Chemie des absorbierenden Elements treffen. NEXAFS-Spektren der Laborstrahlungsquelle an Polymeren zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit vergleichbaren Syn-

chrotrondaten. Darüber hinaus wurde die Nahkanten-Feinstruktur von Lipiden und Huminstoffen untersucht.

### Hauptvortrag

K 6.2 Do 11:40 HS Physik

**Extrem Ultraviolett Lithographie** — ●KLAUS BERGMANN — Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Steinbachstr. 15, 52074 Aachen

Lithographie zur Herstellung von Halbleiterbauelementen mit extrem ultravioletter Strahlung (EUV) bei einer Wellenlänge von 13.5 nm gilt als aussichtsreicher Kandidat für die künftige Massenproduktion mit Strukturgrößen hinunter zu 11 nm. Am IMEC in Belgien und an der Universität in Albany in den USA sind seit dem Jahr 2007  $\alpha$ -Demotools von ASML in Betrieb. Mit diesen Geräten, die die volle Funktionalität wie spätere kommerzielle Scanner aufweisen, werden mittlerweile komplette Wafer im 24 Stunden Betrieb belichtet und voll funktionsfähige Halbleiterbauelemente mit einer Strukturgröße von 32 nm hergestellt. Aus heutiger Sicht ist die EUV-Lithographie schon für diese Strukturgrößen aufgrund geringerer Kosten im Vergleich zu Weiterentwicklungen auf Basis der konventionellen Technologie mit Excimer Lichtquellen bei 193 nm favorisiert. Bei kleineren Strukturgrößen gibt es derzeit keine Alternative zu EUV für die Massenproduktion. Voraussetzungen für den kommerziellen Einsatz sind das Erreichen einer hinreichend hohen Standzeit und hohen Waferdurchsatzes. Im Vortrag wird der Stand der Technik in den Einzelkomponenten wie Strahlquelle, Optiken, Masken und Resists vorgestellt. Als Strahlungsquelle wird in den

$\alpha$ -Demotools ein Zinn basierter Vakuumfunken eingesetzt, auf dessen Entwicklungsstand und Entwicklungspotenzial im Besonderen einge-

gangen wird.

## K 7: Röntgenlaser

Zeit: Donnerstag 13:30–14:15

Raum: HS Biochemie (klein)

K 7.1 Do 13:30 HS Biochemie (klein)

**Strahlcharakterisierung des Freie Elektronen Lasers FLASH** — ●BERNHARD FLÖTER<sup>1</sup>, KLAUS MANN<sup>1</sup>, BERND SCHÄFER<sup>1</sup>, BARBARA KEITEL<sup>2</sup>, KAI TIEDTKE<sup>2</sup>, ELKE PLÖNJES<sup>2</sup> und PAVLE JURANIC<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Laser-Laboratorium Göttingen, Göttingen — <sup>2</sup>Desy HasyLab, Hamburg

Der Freie Elektronen Laser FLASH besitzt durch seine Kohärenz, Intensität, Zeitstruktur und seinen Spektralbereich einzigartige Strahleigenschaften unter den derzeit verfügbaren Strahlquellen. Viele Experimente am FLASH erfordern eine gute Kenntnis der Strahlparameter inklusive der Wellenfront.

DESY und das Laser-Laboratorium Göttingen haben gemeinsam einen Wellenfrontsensor basierend auf dem Hartmannprinzip entwickelt, der an die Anforderungen eines Freie Elektronen Lasers im XUV angepasst ist. Ein Lochraster teilt den einfallenden Strahl in Teilstrahlen auf, deren Intensitätsmuster mittels einer CCD Kamera aufgezeichnet wird. Die Verschiebung der Schwerpunkte der Intensitätsverteilung liefert die lokalen Wellenfrontgradienten. Durch Interpolation wird die Wellenfront rekonstruiert sowie deren Zerlegung in Zernike-Polynome bestimmt. Numerische Propagation der Wellenfront liefert die Position, Größe und Form des Fokus.

Der Hartmannsensor wurde entwickelt um die Optiken am FLASH zu justieren und die Funktion der reflektiven Optiken sowie der Filter und Gasabschwächer zu überprüfen. Aufgenommene Wellenfronten an den Beamlines 1 und 2 werden präsentiert.

K 7.2 Do 13:45 HS Biochemie (klein)

**Characterization of a 10Hz double-pulse non-normal incidence pumped transient collisional Ni-like molybdenum soft x-ray laser for applications** — ●DANIEL ZIMMER<sup>1,2,3</sup>, BERNHARD ZIELBAUER<sup>1</sup>, OLIVIER GUILBAUD<sup>1</sup>, JAMIL HABIB<sup>1</sup>, SOPHIE KAZAMIAS<sup>1</sup>, MOANA PITTMAN<sup>1</sup>, DAVID ROS<sup>1</sup>, VINCENT BAGNOUD<sup>2</sup>, BORIS ECKER<sup>2,3</sup>, DANIEL HOCHHAUS<sup>2,3</sup>, and THOMAS KUEHL<sup>2,3</sup> — <sup>1</sup>Université Paris-Sud 11, F-91405 Orsay — <sup>2</sup>GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, D-64291 Darmstadt — <sup>3</sup>Johannes Gutenberg-Universität Mainz, D-55099 Mainz

The double-pulse non-normal incidence pumping geometry for transient collisionally excited soft X-ray lasers was studied more intensively with a 10 Hz Ti:sapphire laser system. The two pumping pulses are produced in the front-end of the CPA pump laser by a Mach-Zehnder like setup. After amplification and compression the pulses are focused collinearly onto the target under grazing incidence, optimized for efficient energy deposition and traveling wave excitation for the second pulse. An optimal regime of the soft x-ray laser operation is obtained by the variation of the pulse energy ratio, the pulse duration and the time delay of the two pulses. Intense lasing is observed routinely at 18.9 nm with up to 0.7 micro joule output energy with a total pump laser energy of 0.7 joule at a stable operation at 10 Hz with source size of 4 micron x 12 micron and a divergence of 3 mrad x 10 mrad. The performance of stable and reliable operation proves the suitability of the double-pulse non-normal incidence pumping geometry for table-top high repetition soft x-ray lasers on the way to various applications.

K 7.3 Do 14:00 HS Biochemie (klein)

**Detektorentwicklung zur Röntgenspektroskopie an hochgeladenen Schwerionen an der GSI, Darmstadt** — ●ALEXANDER MAYR<sup>1</sup>, BERND SICHERL<sup>1</sup>, JOACHIM JACOBY<sup>1</sup>, THOMAS KÜHL<sup>2</sup>, DANIEL ZIMMER<sup>2</sup>, OLGA ROSMEJ<sup>2</sup> und PAUL NEUMAYER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Angewandte Physik, Uni Frankfurt — <sup>2</sup>GSI, Darmstadt

An der GSI, Darmstadt, werden im Rahmen des FAIR-Projektes am Experimentierspeicherring NESR Spektroskopieexperimente an Strahlen hochgeladener Schwerionen durchgeführt. Diese Experimente erlauben die direkte Messung von Kernparametern wie Kernspin oder Kernladungsradien. Zur Spektroskopie wird der Röntgenlaser, der Teil des PHELIX-Experiments an der GSI ist, eingesetzt.

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Konzeptionierung und Entwicklung des Detektorsystems zum Nachweis der weichen Röntgenstrahlung aus der Wechselwirkung von Röntgenlaser und Schwerionenstrahl. Dabei werden sowohl die bisherigen Untersuchungen zu geeigneten Detektionsmethoden vorgestellt, als auch die zukünftigen Entwicklungsschritte auf dem Weg zum Spektroskopieexperiment skizziert.

## K 8: EUV - Quellen und deren Anwendungen II

Zeit: Donnerstag 14:15–15:00

Raum: HS Biochemie (klein)

K 8.1 Do 14:15 HS Biochemie (klein)

**Laserunterstütztes Aufheizen von elektrisch erzeugten Z-Pinchplasmen** — ●STEPHAN WIENEKE, STEPHAN BRÜCKNER und WOLFGANG VIÖL — Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst (HAWK), Fakultät Naturwissenschaften und Technik, Von-Ossietzky-Str. 99, D-37085 Göttingen, Germany

Die Entwicklung kompakter Strahlungsquellen im extrem ultravioleten Spektralbereich (2-50 nm) hat einen hohen Stellenwert. Elektrisch erzeugte Z-Pinchplasmen bieten eine sehr gute Möglichkeit räumlich begrenzte Plasmen hoher Dichte und hoher Temperatur zu erzeugen. Diese werden allerdings mit sehr hohen Strömen (10 - 100 kA) betrieben, was zu aufwendigen elektrischen Netzwerken und Kühlanlagen führt. Eine Alternative zu elektrisch erzeugten Plasmen stellen die laserinduzierten Plasmen dar. Diese werden in der Regel mit Flüssigkeits- bzw. Festkörpertargets erzeugt. Flüssigkeits- bzw. Festkörpertargets stellen jedoch hohe Anforderungen an die Zuführtechnik. Eine Kopplung dieser beiden Verfahren stellt eine mögliche Anordnung dar, Z-Pinchplasmen mit niedrigeren Strömen (einige kA) mit einem Laserstrahl aufzuheizen. Es konnte gezeigt werden, dass ein elektrisch erzeugtes Z-Pinchplasma bei einer Elektronentemperatur von ca. 10 eV durch einen kurzen Laserpuls mit 9 ns Pulsdauer auf eine Elektronentemperatur von ca. 55 eV aufgeheizt werden kann. Hierbei ändert sich die anfängliche Elektronendichte von ca.  $10^{17} \text{ cm}^{-3}$  durch den Laserpuls nur geringfügig. Auf diese Weise können leistungsfähige und

kompakte, so genannte „table-top“-Systeme, für Laboranwendungen geschaffen werden.

K 8.2 Do 14:30 HS Biochemie (klein)

**Leistungskalierung einer Lichtquelle basierend auf einer Zinn-Gasentladung für die EUV-Lithographie** — ●FELIX KÜPPER<sup>1</sup>, JEROEN JONKERS<sup>2</sup>, ERIK WAGENAARS<sup>3</sup>, JÜRGEN KLEIN<sup>1</sup> und WILLI NEFF<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Steinbachstr. 15, 52074 Aachen — <sup>2</sup>Philips Extreme UV GmbH, Steinbachstr. 15, 52074 Aachen — <sup>3</sup>Lehrstuhl für Lasertechnik der RWTH Aachen, Steinbachstr. 15, 52074 Aachen

Lithographie mit extrem-ultraviolettem Licht (EUVL) bei einer zentralen Wellenlänge von 13.5 nm soll ab dem Jahr 2011 die derzeitige Lithographie mit ArF Lasersystemen ablösen. Die Skalierbarkeit von EUV Lichtquellen hin zu den von der Industrie geforderten Leistung, ist eine grundlegende Voraussetzung für den kommerziellen Erfolg von EUVL. Philips Extreme UV hat in Kollaboration mit dem Fraunhofer Institut für Lasertechnik eine EUV Lichtquelle auf Basis einer gepulsten Zinn-Gasentladung entwickelt. Im Rahmen von grundlegenden Experimenten wird die Skalierbarkeit dieses Konzeptes zur EUV Lichterzeugung bis zu einer nutzbaren EUV-Leistung von mehr als 2000 W/( $2\pi\text{sr}$ ) gezeigt. Die gepulste Zinn-Gasentladung mit Spitzenstromstärken bis zu 20 kA und elektrischen Pulsenergien von mehr als 2 J wird erstmals bei einer Repetitionsrate von 40 kHz im Burst-Betrieb mit konstanter

EUV Leistung betrieben. Als wesentliches Ergebnis der Untersuchungen wird ein Parameterbereich identifiziert, der durch unterschiedliche Kombinationen von elektrischer Pulsenergie und Repetitionsrate den von der Chipindustrie geforderten Wafer-Durchsatz bzw. Lichtleistung ermöglicht.

K 8.3 Do 14:45 HS Biochemie (klein)

**Analyse von Oberflächen und dünnen Schichten mittels EUV Strahlung** — ●STEFAN DÖRING, FRANK BARKUSKY, ARMIN BAYER, CHRISTIAN PETH und KLAUS MANN — Laser-Laboratorium Göttingen e.V., Göttingen, Deutschland

Der hohe Wechselwirkungsquerschnitt von EUV/XUV-Strahlung im Wellenlängenbereich 2..20nm und die damit verbundene, geringe Eindringtiefe macht 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 wurde ein  $\theta$ - $2\theta$ -Reflektometer für den EUV-Bereich realisiert, das zur Strahlungserzeugung eine laser-gestützte Plasmaquelle verwendet. Das Laborgerät wird im Bereich der Metrologie zur in-band Charakterisierung von Oberflächen und oberflächennahen Strukturen eingesetzt. Durch die Kombination verschiedener Messmethoden wie Reflektometrie, Nahkantenabsorption (NEXAFS), Streulichtmessung und Diffraktometrie wird eine große Bandbreite an physikalischen, chemischen und strukturellen Parametern experimentell zugänglich gemacht und die Probe damit umfassend charakterisiert.

Im Vortrag werden erste Ergebnisse reflektometrischer Messungen sowie NEXAFS-Untersuchungen an plasmabehandelten Polymerfolien präsentiert.

## K 9: Laserquellen

Zeit: Donnerstag 13:30–13:45

Raum: HS Physik

K 9.1 Do 13:30 HS Physik

**Temperaturabhängigkeit von Verstärkung und Bandbreite in einem Yb:YAG Innoslab fs-Verstärker mit hohen mittleren Leistungen** — ●JOHANNES WEITENBERG<sup>1</sup>, PETER RUSSBÜLDT<sup>2</sup>, TORSTEN MANS<sup>2</sup>, GUIDO ROTARIUS<sup>2</sup>, DIETER HOFFMANN<sup>2</sup> und REINHART POPRAWA<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Lehrstuhl für Lasertechnik, RWTH Aachen, Steinbachstraße 15, 52074 Aachen — <sup>2</sup>Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Steinbachstraße 15, 52074 Aachen

Zur Leistungsskalierung ultrakurzer Laserpulse hoher Strahlqualität in den Multi 100 W-Bereich wurde ein Verstärker aufgebaut, der das für Nd:YAG bereits etablierte Innoslab-Design auf Yb:YAG überträgt.

Yb:YAG besitzt eine ausreichende Bandbreite, um sub-Picosekunden-Pulse zu verstärken. Das Quasi-Drei-Niveau-System des Yb<sup>3+</sup>-Ions hat unter anderem zur Konsequenz, dass das untere Laserniveau und das obere Pumpniveau thermisch besetzt sind. Aus den Besetzungszahlen ergibt sich demzufolge eine Temperaturabhängigkeit der Verstärkung. Zusätzlich nehmen die Wirkungsquerschnitte mit einer thermischen Verbreiterung der Absorptions- und Emissionslinien ab. Diese Abhängigkeit der Verstärkung und der Bandbreite wurde für Temperaturen von 300-350 K experimentell untersucht und mit Simulationen verglichen. Beinahe bandbreite- und beugungsbegrenzte Pulse mit 680 fs Pulsdauer und 400 W mittlerer Leistung bei einer Repetitionsrate von 76 MHz sind bisher erreicht.

## K 10: Laseranwendungen und Lasermaterialbearbeitung

Zeit: Donnerstag 13:45–15:30

Raum: HS Physik

K 10.1 Do 13:45 HS Physik

**Topologie von Oberflächen-Mikrorissen an TiAl mittels Femtosekunden-Laserinduzierter Breakdown-Spektroskopie** — ●JUTTA MILDNER<sup>1</sup>, LARS HAAG<sup>1</sup>, LARS ENGLERT<sup>1</sup>, WALDEMAR WESSEL<sup>2</sup>, ALEXANDER HORN<sup>1</sup>, ANGELIKA BRÜCKNER-FOIT<sup>2</sup> und THOMAS BAUMERT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Kassel, Institut für Physik und CIN-SaT, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany — <sup>2</sup>Universität Kassel, Institut für Werkstofftechnik - Qualität und Zuverlässigkeit, Mönchebergstr. 3, D-34125 Kassel, Germany

Das Wachstum von Mikrorissen in Titanaluminiden soll durch ein laserbasiertes Rasterabbildungsverfahren untersucht werden. Die lamellare Mikrostruktur dieses Hochtemperaturwerkstoffes beeinflusst hierbei sowohl die Rissbildung als auch deren Ausbreitung. Laserinduzierte Breakdown-Spektroskopie (LIBS) ist ein etabliertes Standardverfahren zur spektrochemischen Elementanalyse. Die Kombination von LIBS mit Femtosekundenlaserstrahlung [1] bietet die Vorteile minimalinvasiver Materialbearbeitung, der Erzeugung von Strukturen mit lateralen Abmessungen im  $\mu\text{m}$ -Bereich, einer vernachlässigbaren Wärmeeinflusszone und Schmelze. Damit ergibt sich ein spektrochemisches Analyseverfahren mit hoher räumlicher Auflösung. Zur Detektion der Lamellenstruktur im  $\mu\text{m}$ -Bereich wird die Plasmalumineszenz als Kontrastmechanismus verwendet. Der Einfluss von Modulationen der zeitlichen Energiestromdichteverteilung der fs-Laserstrahlung auf die Sensitivität des LIBS-Verfahrens und auf die Ablationsstrukturen wurde untersucht. Erste Messungen werden diskutiert.

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

K 10.2 Do 14:00 HS Physik

**Erzeugung von Submikrometerstrukturen in Dielektrika mittels zeitlich geformter Femtosekunden-Laserstrahlung** — ●LARS ENGLERT, LARS HAAG, JUTTA MILDNER, CRISTIAN SARPE-TUDORAN, ALEXANDER HORN, MATTHIAS WOLLENHAUPT und THOMAS BAUMERT — Universität Kassel, Institut für Physik und CIN-SaT, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany

Femtosekunden Lasermaterialbearbeitung eröffnet in Kombination mit Pulsformungstechniken die Möglichkeit, die primären Ionisationsprozesse (Multiphotonen- und Avalanche-Ionisation) zu beeinflussen [1]. Die ultrakurze zeitlich geformte Laserstrahlung wird durch ein Mikroskopobjektiv auf Dielektrika fokussiert, wobei Strukturgrößen weit unterhalb der Beugungslimitierung erreicht werden [2]. Der neu eingesetzte spektrale Polarisationsformer ermöglicht entweder die Formung der Phase und Polarisation oder die Formung der Phase und Amplitude. Damit sind vielfältige zeitliche Polarisations- und Intensitätsverteilungen zugänglich, das Zeitfenster für geformte Laserstrahlung umfasst bis zu 13 ps. Die Entwicklung der Strukturgröße für verschiedene zeitliche Pulsformen und Laserenergien wird anhand von Rasterelektronenmikroskopaufnahmen diskutiert.

[1] L. Englert *et al.* Opt. Express **15** 17855–17862 (2007)

[2] L. Englert *et al.* Appl. Phys. A **92** 749–753 (2008)

K 10.3 Do 14:15 HS Physik

**Präzise Laserstrukturierung zur Erzeugung von Bauteilen mit funktionalen Oberflächen** — ●CLAUDIA HARTMANN, ANDREAS DOHRN und ARNOLD GILLNER — Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen, Deutschland

Für die Produktion von Bauteilen mit funktionalen Oberflächen ist die präzise Laserstrukturierung ein wichtiges Werkzeug. Um eine präzise und schmelzarme Strukturierung zu erreichen, wurde ein ps-Laser mit einer Pulsdauer von 10 ps eingesetzt. Durch den Einsatz von ps-Pulsburst anstelle von Einzelpulsen kann die Abtragsrate bis zu 90 % gesteigert werden bei gleichzeitigem präziserem Abtrag mit Oberflächenrauigkeiten bis zu  $R_a = 0,5 \mu\text{m}$ . Dadurch wird es möglich schnell und präzise tiefe Mikrostrukturen oder mit anderen Verfahren nur schwer zu erzeugenden Strukturen wie kleine Näpfchenstrukturen in Replikationswerkzeugen herzustellen.

K 10.4 Do 14:30 HS Physik

**Definierte Defekterzeugung in Glas mit hochrepetierender fs-**

**Laserstrahlung** — ●UDO LÖSCHNER, STEFAN MAUERSBERGER, JÖRG SCHILLE, ROBBY EBERT und HORST EXNER — Hochschule Mittweida - University of Applied Sciences, Mittweida, Germany

Fokussiert man hochintensive ultrakurze Laserpulse in transparentes Material, können gezielt Defekte erzeugt werden. Für die Untersuchungen stand ein hochrepetierender Femtosekundenlaser der Firma Clark MXR mit einer Pulsenergie von 8 Mikrojoule und einer minimalen Pulslänge von 250 Femtosekunden zur Verfügung.

Das verwendete Glasmaterial ist für die Laserwellenlänge (1030 nm) hochtransparent, sodass mit Ausnahme einer sehr geringen Anzahl von Gitterdefekten und Verunreinigungen keine Einzelphotonenabsorption stattfinden kann. Wird das Material jedoch hochintensiven Laserpulsen ausgesetzt, wirken zunehmend nichtlineare Effekte wie Mehrphotonenabsorption und Selbstfokussierung.

In unseren Untersuchungen wurden detailliert Materialveränderungen in Abhängigkeit von wichtigen Prozessparametern wie Pulsenergie, Pulsdauer, Repetitionsrate und Bestrahlungsregime analysiert. Über weite Parameterbereiche konnte Filamentbildung als Folge einer Materialmodifikation beobachtet werden. Nur bei bestimmten Laser- und Bestrahlungsparametern, das bedeutet oberhalb einer Pulsennergieschwelle bei definierter Laserpulsüberlappung und Pulslänge, lassen sich gezielt Defekte in transparentem Material erzeugen.

K 10.5 Do 14:45 HS Physik

**Glasschweißen mit Hilfe von ultrakurzen Laserpulsen** — ●KRISTIAN CVECEK, MICHAEL SCHMIDT und ISAMU MIYAMOTO — Bayerisches Laserzentrum GmbH, 91052 Erlangen

Glas ist ein Material, das vielfältige Anwendungsmöglichkeiten bietet. Dabei besitzen Glasbauteile, die aus mehr als einer Glaskomponente gefügt sind, jedoch den Nachteil, dass sie entweder geklebt oder mechanisch gehaltert werden müssen. Im Gegensatz zum reinen Glasmaterial wird hier oft die mechanische Festigkeit und chemische Beständigkeit verringert. Wir stellen hier eine Möglichkeit vor, wie Gläser miteinander verschweißt werden können, indem durch ultrakurze Laserpulse ein Plasma im Glasinneren erzeugt wird, welches ein Aufschmelzen des benachbarten Glasmaterials bewirkt. Die Schmelzzone kann dabei so begrenzt werden, dass die aus dem Temperaturgradient resultierenden mechanischen Spannungen nicht zur Rissbildung führen.

K 10.6 Do 15:00 HS Physik

**Mikrostrukturierung von Biomolekülen mittels Multiphotonenpolymerisation für optimiertes Zellwachstum in Tissue**

**Engineering Anwendungen** — ●SASCHA ENGELHARDT, NADINE SEILER, DOMINIK RIESTER und ARNOLD GILLNER — Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Aachen

Für einen funktionsfähigen Gewebeersatz sind sowohl die mechanischen Eigenschaften als auch die Anwesenheit der passenden Biomoleküle von Bedeutung. Ein Ansatz zur Lösung dieser Problematik ist die Herstellung von dreidimensionalen Zellscaffolds durch Multiphotonen-induzierte Prozesse von bioaktiven Substanzen. In der Arbeitsgruppe von Jason Shear (Kaehr et al., Anal. Chem. 2006, 78, 3198-3202) wurde gezeigt, dass sich bovines Serum Albumin (BSA) ohne die Zugabe von photosensitiven Substanzen auf diese Weise vernetzen lässt. Hierbei wird durch die Absorption von zwei Photonen eines fokussierten Laserstrahls BSA radikalisiert. Im Anschluss findet eine kovalente Bindung mit chemisch aktiven Gruppen anderer Proteine. Hiervon ausgehend sollen Gerüststrukturen, oder funktionale Beschichtungen auf bestehenden Strukturen erstellt werden. Als Scaffold-Material kommt ein Gemisch von ECM-Bestandteilen, wie Fibrin, Elastin oder Laminin und bovinem Serum Albumin (BSA) als verbindendes, photoaktives Material zum Einsatz.

K 10.7 Do 15:15 HS Physik

**Lasergestütztes Drucken von Zellen und bioaktiven Substanzen** — ●DOMINIK RIESTER, NADINE SEILER, ELKE BREMUS-KÖBBERLING und ARNOLD GILLNER — Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Aachen

Da medizintechnische Geräte bei deren Anwendung häufig zu Unverträglichkeitsreaktionen im Patienten führen ist eine Beschichtung der Oberfläche notwendig. Dabei müssen teilweise komplexe Strukturen beschichtet werden. Um dies realisieren zu können kommt das innovative, kontaktfreie Druckverfahren LIFT (Laser-Induced-Forward-Transfer) zum Einsatz. Dabei kann eine bioaktive Schicht (Zellen, Proteine usw.) von einem Target mit Absorberschicht (z. B. Titan) durch gezielten Laserabtrag auf ein Substrat, das medizintechnische Gerät, übertragen werden. Der Transfer erfolgt über eine laserinduzierte Verdampfung der Absorberschicht. Die resultierende Druckwelle transportiert die bioaktive Schicht über kurze Distanzen auf das Substrat. Im Gegensatz zu bisherigen Beschichtungsverfahren kann das zu übertragende Material auch als Trockensubstanz vorliegen. Es wird eine Verfahrensanlage entwickelt, mit der das Drucken komplexer Muster von empfindlichen Materialien, wie Wirkstoffen, Proteinen und Zellen, auf eine Oberfläche möglich ist. Durch die Integration eines computer-gesteuerten Strahlableitensystems wird das Verfahren beschleunigt.

## K 11: Poster

Zeit: Dienstag 17:30–19:30

Raum: Foyer des IfP

K 11.1 Di 17:30 Foyer des IfP

**Time-resolved Spectroscopy on Cathode Spots of a Vacuum Discharge** — ●RALF METHLING<sup>1</sup>, DIRK UHRLANDT<sup>1</sup>, SERGEY POPOV<sup>2</sup>, ALEXANDER BATRAKOV<sup>2</sup>, and KLAUS-DIETER WELTMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, D-17489 Greifswald — <sup>2</sup>Institute of High-Current Electronics SB RAS, Tomsk, Russia

Cathode spots show a very dynamic behaviour. In the last one or two decades, our knowledge on vacuum spots could be remarkably enlarged due to the great improvements in experimental techniques, e.g. by the application of fast intensified CCD cameras. Two-dimensional imaging techniques with high time resolution yielded a wealth of new information on the spot (sub-) structures, their dynamics and lifetimes. Ultra-high time resolution in the sub-ns range with long measuring intervals was obtained with one dimensional streak imaging.

Our goal is to investigate the spectral dynamics of the optical emission of the cathode spots. Therefore, a 0.5 m spectrograph was combined with a streak camera. Limits concerning wavelength and time resolution as well as the emission intensity will be discussed.

The experiments were carried out under UHV conditions using a liquid metal cathode of GaIn alloy. We present first results in which spectral lines of the atom and single as well as double charged ions of the cathode spot plasma could be observed simultaneously. At the beginning of the discharge, the emission spectra are dominated by ionic lines. With a delay in the range of hundreds of nanoseconds atomic lines appear. The intensity of atomic lines is much higher than that of the ionic ones and increases the brightness of the spot in this stage.

K 11.2 Di 17:30 Foyer des IfP

**Magnetically delayed pseudospark switch** — ●BYUNG-JOON LEE<sup>1</sup>, MARCUS IBERLER<sup>1</sup>, JOACHIM JACOBY<sup>1</sup>, ISFRIED PETZENHAUSER<sup>2</sup>, UDO BLELL<sup>2</sup>, and KLAUS FRANK<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institut für angewandte Physik, Goethe Universität, Frankfurt — <sup>2</sup>GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Darmstadt — <sup>3</sup>TexasTech University, Lubbock, USA

Saturable inducting cores have been series integrated to pseudospark switch (PSS) in order to improve lifetime of the switch by reducing commutation losses of a low pressure gas discharge switch. One of primarily problems in low pressure gas discharge switches is shortage of the lifetime due to commutation losses resulting is anode heating, gas rarefaction and gas clean up effect. This drawback can be minimized by means of carefully dimensioned saturable inductors. After a gas switch is closed, since the impedance of the inducting cores is large, most of voltage appears across them until they become saturated. As cores become saturated, their impedance decreases drastically. As a result, the current flow is delayed minimizing switching losses in a gas switch. Traditionally, this method is well used for thyratrons which has hot cathode. On the other hand, PSS is based on the cold cathode electrode in which it is difficult to apply such delaying system since initially certain values of the current are necessary to begin and develop the PSS discharge. In this experiment, we will verify the effect of the saturable inducting cores in combination with PSS for the first time.

K 11.3 Di 17:30 Foyer des IfP

**Non-equilibrium Green function approach to photoionization processes** — ●DAVID HOCHSTUHL, BAUCH SEBASTIAN, BALZER KARSTEN, and BONITZ MICHAEL — Institut für theoretische Physik und Astrophysik, Leibnizstraße 15, 24098 Kiel

Recent progress in the experimental investigation of inner-atomic multi-electron processes, such as time-resolved Auger decay [1] and shake up processes by means of time-resolved strong field tunnelling [2] demands for a time-resolved correlated theoretical description.

We present a quantum kinetic approach based on the formalism of non-equilibrium Green functions. Starting from the correlated equilibrium state obtained by the solution of Dyson's equation, the Keldysh/Kadanoff-Baym equations are solved within the second Born approximation, the first perturbative correction to the Hartree-Fock mean-field.

For an efficient modelling of ionization processes we introduce an approximation scheme, which provides a complete single-particle description of the continuum, while the model atom is considered as correlated. This allows for a systematic time-resolved investigation of the above mentioned effects.

- [1] Drescher et al, Nature (London) **419** 803–807 (2002)
- [2] Uiberacker et al., Nature (London) **446** 627–632 (2007)

K 11.4 Di 17:30 Foyer des IfP

**Dynamics of free electron plasma produced by shaped femtosecond laser pulses in water** — CRISTIAN SARPE-TUDORAN, MATTHIAS WOLLENHAUPT, ALEXANDER HORN, ●LARS ENGLERT, JENS KÖHLER, and THOMAS BAUMERT — Universität Kassel, Institut für Physik und CINSaT, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany

The generation of high density free electron plasma is the first step in the laser induced optical breakdown process; a better knowledge of the plasma dynamics [1] can contribute to increase the precision of the ablation process and to reduce the collateral damage. Recently we have shown that tailored ultrashort laser pulses are suitable for robust manipulation of optical breakdown in the case of high band-gap solid dielectrics [2, 3]. In this contribution we report our studies to investigate the free electron plasma evolution produced by shaped femtosecond laser pulses in a thin water jet. By using a spectral interferometric technique the early times dynamics is observed with a high temporal resolution and the dependence of the free electron density on laser intensity and temporal pulse shapes is accurately obtained.

- [1] C. Sarpe-Tudoran et al. Appl. Phys. Lett. **88**, 2161109 (2006)
- [2] L. Englert et al. Opt. Express **15**, 17855 (2007)
- [3] L. Englert et al. Appl Phys A **92**, 749 (2008)

K 11.5 Di 17:30 Foyer des IfP

**Erzeugung und Kontrolle von laser-induzierten Plasmadetonationen als Antriebskonzept für Raumfahrtanwendungen** — ●STEFAN SCHARRING<sup>1</sup>, DANIELA HOFFMANN<sup>2</sup>, HANS-ALBERT ECKEL<sup>1</sup> und HANS-PETER RÖSER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Technische Physik, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart — <sup>2</sup>Institut für Raumfahrtsysteme, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 31, 70569 Stuttgart

Ein Demonstrationsmodell für einen Raumfahrtantrieb mit einem Hochenergielaser als separater, stationärer Energiequelle wird untersucht. Dazu wird ein leichter parabolischer Reflektor eingesetzt. Er dient zur Fokussierung der gepulsten CO<sub>2</sub>-Laserstrahlung und als Expansionsdüse für das erhitzte Gas aus der laser-induzierten Plasmadetonation. Zeitlich hochaufgelöste Videoaufnahmen und Entfernungsmessungen erlauben die Analyse von Trajektorien aus gepulsten Flugexperimenten. Der Impulsübertrag auf den Reflektor wird analysiert und im Hinblick auf Regelungsmöglichkeiten im Sinne einer Schubvektorsteuerung bewertet.

K 11.6 Di 17:30 Foyer des IfP

**Laser-Induced Energy Deposition for Active Flow Control** — ●DAVID SPERBER, GÜNTHER RENZ, and HANS-ALBERT ECKEL — Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Technische Physik, Stuttgart, Deutschland

Proved by numerous studies, the laser-induced energy deposition is applied for wave drag reduction in supersonic flow. Due to the optical air breakdown threshold of about 10<sup>9</sup>W/cm<sup>2</sup> (for CO<sub>2</sub>-laser radiation in atmospheric conditions), the experimental realisation nowadays is still restricted to the pulsed regime of solid-state and gas laser systems (ns- to us time domains). A reasonable use of this flow control principle requires the increase of deposited energy in air. In a laser breakdown application, the phase shift determines the energy absorption.

The measured phase shift, realized by a Nomarski interferometer setup, indicates the electron density of the laser induced air breakdown. Numerical, 3-dimensional spatial and temporal simulations of focused pulse propagation in air are compared with the experimental measurements of the electron density in the breakdown region. Furthermore, scaling ideas for prospective laser breakdown experiments to reduce the wave drag will be presented. In the near future, a laboratory experiment is planned to align a pulsed (ns-regime) and a continuous wave (kW-regime) laser system in order to initialize and extend the laser-induced plasma.

K 11.7 Di 17:30 Foyer des IfP

**Multilayer-Optiken für die fs-Röntgendiffraktometrie** — ●JÖRG WIESMANN und CARSTEN MICHAELSEN — Incoatec GmbH, Max-Planck-Strasse 2, 21502 Geesthacht

An mehreren Orten auf der Welt befinden sich gepulste Synchrotron-Röntgenquellen im Bau, so genannte Freie Elektronen Laser. Daneben beschäftigt sich eine zunehmende Zahl von Forschergruppen mit Laborexperimenten, bei denen lasergenerierte Plasmaquellen Röntgenlicht mit Zeitpulsen im Bereich von Pikosekunden und kürzer erzeugen. Diese Quellen erfordern die Entwicklung von Röntgenoptiken, die einerseits ein großes Lichtsammelvermögen besitzen und andererseits Brillanz und Zeitstruktur der Röntgenstrahlung aufrechterhalten.

In diesem Beitrag werden verschiedene fokussierende Röntgenoptiken verglichen und die Herstellung und Charakterisierung von Multilayeroptiken detailliert dargestellt. Multilayeroptiken zeichnen sich dadurch aus, dass sie einen spektral besonders reinen Strahl mit hoher Brillanz und Flußdichte erzeugen können.

K 11.8 Di 17:30 Foyer des IfP

**Simulation einer dielektrisch behinderten Entladung mittels (X)OOPIC** — ●BATU KLUMP, CHRISTIAN HOCK, BENJAMIN KOUBEK, ANDREAS SCHÖNLEIN, MARCUS IBERLER, JOACHIM JACOBY und BYUNG-JOON LEE — Goethe-Universität Frankfurt (Main)

Schwerpunkt dieser Arbeit ist der Entwurf eines (X)OOPIC-Modells zur Beschreibung von VUV- und UV-Emission bei einer dielektrisch behinderten Entladung. Als dielektrisch behinderte Entladungen werden Gasentladungen bezeichnet, die durch mindestens eine isolierende Schicht (Dielektrikum) begrenzt werden. Als Grundlage der Berechnung der Emission soll die Stoß-Berechnung durch die Methode der Monte-Carlo-Kollisionen implementiert werden. Als Füllgas wird Argon verwendet. Des weiteren interessieren die Auswirkungen von verschiedenen Pulslängen und Pulsformen der angelegten elektrischen Spannung, verschiedene Setup-Geometrien sowie unterschiedliche Dielektrika auf die Feldverteilungen.

K 11.9 Di 17:30 Foyer des IfP

**Parameter und Anwendungen elektronenstahlgepumpter Ultraviolettlichtquellen** — ●JOCHEN WIESER<sup>1</sup>, THOMAS HEINDL<sup>2</sup>, JASPER HÖLZER<sup>3</sup>, REINER KRÜCKEN<sup>2</sup>, ANDREI MOROZOV<sup>2</sup>, ANDREAS ULRICH<sup>2</sup>, ELISABETH SCHRAMM<sup>3</sup>, RAINER SCHULTZE<sup>4</sup>, MARTIN SKLORZ<sup>5</sup>, CHRISTOPH SKROBOL<sup>2</sup> und RALF ZIMMERMANN<sup>3,5</sup> — <sup>1</sup>Coherent GmbH, Zielstattstr. 32, 81379 München — <sup>2</sup>Physik Department E12, TU-München, James Franck Str. 1, 85748 Garching — <sup>3</sup>Helmholtz Zentrum München, Ingolstädter Landstr. 1, 85764 Neuherberg — <sup>4</sup>Optimare GmbH, Jaderstr. 59, 26382 Wilhelmshaven — <sup>5</sup>Institut für Chemie der Universität Rostock, Dr.-Lorenzweg 1, 18059 Rostock

Die Technik, dichte Gastargets mit niederenergetischen (12 keV) Elektronenstrahlen anzuregen, findet mittlerweile breite Anwendung. Ein Schwerpunkt liegt in der Erzeugung von vakuumultraviolettem Licht über Excimerbildung in reinen Edelgasen bzw. Edelgasgemischen. Dieses Licht wird wiederum für den Nachweis und die Bestimmung organischer Moleküle mittels quasi-fragmentfreier Fotoionisation in Massenspektrometern verwendet. Es werden die technologischen Fortschritte beschrieben, die bei der Entwicklung der Lichtquellen und der Einkopplung des VUV- Lichtes in die Ionenquellen der Massenspektrometer gemacht wurden, sowie Ergebnisse von Messungen im Bereich der Spurendetektion dargestellt.

Gefördert durch BMBF 13N8819, 13N9528 und dem MLL München.

K 11.10 Di 17:30 Foyer des IfP

**Characterization and optimization of a femtosecond high-order harmonic VUV photon source for investigating ultrafast molecular dynamics** — ●TORSTEN LEITNER<sup>1</sup>, PHILIPPE WERNET<sup>1</sup>, KAI GODEHUSEN<sup>1</sup>, OLAF SCHWARZKOPF<sup>1</sup>, TINO NOLL<sup>1</sup>,

JEROME GAUDIN<sup>3</sup>, ANDREI SOROKIN<sup>2</sup>, HENRIK SCHOEPPE<sup>2</sup>, MATHIAS RICHTER<sup>2</sup>, and WOLFGANG EBERHARDT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Helmholtz-Zentrum Berlin - Elektronenspeicherring BESSY II — <sup>2</sup>Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Berlin — <sup>3</sup>DESY/ European XFEL Project Team, Hamburg

High-order harmonic generation (HHG) with femtosecond lasers in rare gas media has recently emerged as a promising tool to produce bright atto- and femtosecond vacuum-ultraviolet and soft x-ray pulses. These pulses can be used to study ultrafast molecular dynamics in a pump-probe electron spectroscopy configuration. To allow for appropriate experimental conditions the key parameters of the photon source like flux, spot size and shape have to be optimized. This was done in recent experiments at the BESSY femtosecond HHG source. A Gas Monitor Detector was used to investigate the absolute photon flux of the source and validate the photon numbers derived from a calibrated GaAsP diode. The beam divergence and transverse shape were investigated with a CCD camera showing, that optimizing the source to the highest photon flux does not necessarily result in optimal transverse beam profiles as needed for further pump-probe experiments on molecular dynamics. Therefore the experimental setup was extended by a quasi-online monitoring system enabling fast optimization of the light source.

K 11.11 Di 17:30 Foyer des IfP

**Laserinduzierte Funktionalisierung von Polymerfolien mit**

**Amingruppen zur ortsselektiven Ankopplung funktioneller Gruppen** — •NADINE SEILER, SASCHA ENGELHARDT und ARNOLD GILLNER — Fraunhofer Institut für Laser Technik, Aachen

Das Prinzip der nasschemischen Bindung von Aminen an PMMA (poly-methyl-methacrylat) ist als Prozess gut verstanden. Durch UV-Bestrahlung mit Hilfe einer Lampe wird die Bildung von Hydroxylgruppen induziert. An diese reaktiven Gruppen können anschließend Akrylamide kovalent angebunden werden. Bisher verwendete Strahlquellen ermöglichen allerdings nur eine großflächige Funktionalisierung. Um eine lokale Auflösung zu erreichen wird versucht mit einer Excimerlaserstrahlquelle eine ortsselektive Hydroxylierung der Oberfläche mit anschließender Aminierung auf PMMA zu erzielen. Die so erzeugte aminierte Oberfläche erlaubt die weitere kovalente Ankopplung von Biomolekülen. So können Oberflächen hergestellt werden, die durch spezielle Funktionalisierung Einsatz im Tissue Engineering finden. Für die Entwicklung von Blutgefäßen eignet sich PMMA allerdings auf Grund seiner mechanischen Eigenschaften schlecht. Ein anderes biokompatibles Material ist Poly- $\epsilon$ -Caprolacton (PCL). Es kann zur Herstellung eines Zellscaffold in Form einer Folie mit dem Laser strukturiert, anschließend aufgerollt und verschweißt werden. Um das Wachstum verschiedenartiger Zelllagen zu fördern, soll das Material mit der neuen laserbasierten, ortsselektiven Anbindung von Biomolekülen funktionalisiert und so das Zellwachstum kontrolliert werden.