

Short Time-scale Physics and Applied Laser Physics Division Fachverband Kurzzeit- und angewandte Laserphysik (K)

Andreas Görtler
A.B. von Stettensches Institut – Gymnasium
Am Katzenstadel 18A
86152 Augsburg
agoertler@gmx.de

Overview of Invited Talks and Sessions

(Lecture hall ELP 6: HS 1; Poster ELP Foyer)

Invited Talks

- K 1.1 Mon 11:00–11:35 ELP 6: HS 1 **Zufall, Struktur und Gesetze in physikalischer Information** —
•RUDOLF GERMER
- K 1.2 Mon 11:35–12:10 ELP 6: HS 1 **Wellenfunktion und Realität** — •ALFRED EICHHORN

Invited Talks of the joint Symposium Lasers and Photonic Technologies for Environmental Challenges (SYEC)

See SYEC for the full program of the symposium.

- SYEC 1.1 Tue 11:10–11:40 ELP 6: HS 1 **Nanostructured optical waveguides inside YAG crystals as a crucial step towards the development of microlasers for advanced sensing applications** — •OMAR DE VARONA, FRANZETTE PAZ-BUCLATIN, PAUL SANTOS, PABLO MOLINA, LEOPOLDO MARTÍN, AIRÁN RÓDENAS
- SYEC 1.2 Tue 11:40–12:10 ELP 6: HS 1 **Laser surface modification of graphite anodes for lithium-ion batteries with improved fast-charging capability** — •MAX-JONATHAN KLEEFoot, JENS SANDHERR, JIRI MARTAN, VOLKER KNOBLAUCH, HARALD RIEGEL
- SYEC 2.1 Tue 14:00–14:30 ELP 6: HS 4 **Development of soft glass optical fibers based on 3D printed preforms** — •RYSZARD BUCZYNSKI, PAWEŁ WIENCLAW, PRZEMYSŁAW GOLEBIEWSKI, DARIUSZ PYSZ, ADAM FILIPKOWSKI, GRZEGORZ STEPNIEWSKI, OLGA CZERWINSKA, ANDRZEJ BURGS
- SYEC 2.2 Tue 14:30–15:00 ELP 6: HS 4 **Three-dimensional Ultrashort-Pulse Laser Nanolithography of Optical Materials** — •AIRÁN RÓDENAS, OMAR DE VARONA, FRANZETTE PAZ-BUCLATIN
- SYEC 2.3 Tue 15:00–15:30 ELP 6: HS 4 **Fibre-based plasmonic micro reactor CO₂ reduction** — •DEVIN O'NEILL, PATRICK SPATH, WIEBKE ALBRECHT
- SYEC 5.1 Tue 17:15–17:45 ELP 6: HS 4 **Studying atmospheric dynamics with lasers in remote places** — •BERND KAIFLER

Sessions

- K 1.1–1.2 Mon 11:00–12:10 ELP 6: HS 1 **New Methods**
- K 2.1–2.4 Mon 14:00–15:20 ELP 6: HS 1 **Gas dynamics – Laser Systems and Laser Applications**
- K 3 Mon 15:20–16:00 ELP 6: HS 1 **Members' Assembly**
- K 4.1–4.3 Mon 16:30–18:30 ELP 6: Foyer **Poster**

Members' Assembly of the Short Time-scale Physics and Applied Laser Physics Division

Monday 15:20–16:00 ELP 6: HS 1

K 1: New Methods

Time: Monday 11:00–12:10

Location: ELP 6: HS 1

Invited Talk

K 1.1 Mon 11:00 ELP 6: HS 1

Zufall, Struktur und Gesetze in physikalischer Information — ●RUDOLF GERMER — ITPe.V. — TU-Berlin

Der Zufall begegnet uns beim Würfeln genauso wie beim exponentiellen Abklingen einer Fluoreszenz. Es gibt eine physikalische Struktur, Einfluß von außen und eine begrenzte Informationsmenge, die in der Ungenauigkeit des Zufalls mündet. Was ist physikalische Information? Gibt es kleinste Informationseinheiten, kürzeste Zeitintervalle und Längen...? Physikalische Experimente und Theorien vermitteln uns, dem Beobachter, Information und Erkenntnis. Verstanden sind die Zusammenhänge zwischen den elektromagnetischen Quanten und zahlreichen Naturkonstanten, die sich, wie hier schon gezeigt, mit der Geometrie eines Quaders darstellen lassen. Kleinste Informationseinheiten lassen sich dann mit dem Planck'schen Wirkungsquantum h und einer beteiligten Energie E fassen. Bekannt ist die Abhängigkeit der Auflösung des Mikroskops von der Energie und Wellenlänge der Photonen. Viele Einzelheiten finden Sie im Wikibook "Die abzählbare Physik". Eine grobe Abschätzung läßt erwarten, daß diese Gedankenwelt auf die Gravitation übertragbar ist. Ein Vergleich von Gravitations- und Coulombgesetz ermöglicht die Hypothese, daß die Verteilung von Massen im Universum Basis der "Gravitationskonstante" ist. Es sind dann lokal Abweichungen vom Mittelwert des "Gravitationsfaktors" zu erwarten. germer@physik.tu-berlin.de

Invited Talk

K 1.2 Mon 11:35 ELP 6: HS 1

Wellenfunktion und Realität — ●ALFRED EICHHORN — Weil am Rhein

Häufig wird die Frage aufgeworfen, wann bei einer Messung an einem Quantensystem die Wellenfunktion zu Realität wird. Mit Realität ist dabei die Beschreibung im Rahmen der klassischen Physik gemeint, zu der die Größen gehören, die wir messen oder berechnen wollen. Wenn wir eine solche Größe messen, setzen wir voraus, daß diese Größe eine Eigenschaft des Systems ist, an dem wir die Messung durchführen. Im Grunde erzeugen wir dabei eine Projektion der Realität auf die Ebene der klassischen Physik, d.h. auf die Ebene unseres Vorstellungsvermögens. Ebenso erzeugen wir, wenn wir aus einer Wellenfunktion den Erwartungswert für eine klassische Größe bestimmen, eine Projektion der Wellenfunktion auf die Ebene der klassischen Physik, wobei die Observable, die die klassische Größe repräsentiert, die Art der Projektion bestimmt. Es hat sich gezeigt, daß die klassische Physik nicht ausreicht, um die Realität vollständig zu beschreiben. Mit Hilfe der Quantentheorie, d.h. einer Wellenfunktion, lassen sich viele Phänomene vollständiger beschreiben. Das läßt den Schluss zu, daß die Wellenfunktion der Realität näher ist, als die Messung oder Berechnung klassischer Größen. In diesem Vortrag soll diese Überlegung näher ausgeführt werden, wobei auch Gödels Unvollständigkeitstheorem eine Rolle spielt.

K 2: Gas dynamics – Laser Systems and Laser Applications

Time: Monday 14:00–15:20

Location: ELP 6: HS 1

K 2.1 Mon 14:00 ELP 6: HS 1

Experimentelle Untersuchungen zu Stoßwellen in Mikro-Stoßrohren mit idealen und realen Gasen — ●LARS JEPSEN¹, WALTER GAREN¹ und ULRICH TEUBNER^{1,2} — ¹Hochschule Emden/Leer, Institut für Laser und Optik — ²Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Physik

Stoßwellen spielen in vielen Gebieten der Physik und Technik eine wichtige Rolle. Für sehr dünne Stoßrohre ($D_{hyd} < 200\mu\text{m}$) wächst die Grenzschichtdicke auf die Größenordnung des Stoßrohrquerschnittes an, wohingegen in Makro-Stoßrohren ($D_{hyd} \approx 50\text{mm}$) der Grenzschichteinfluss oft vernachlässigbar ist. Theoretische Modelle für Mikro-Stoßrohre erfordern daher zusätzliche Informationen der Strömungsform z.B. von geeigneten Kennzahlen.

Es werden ideale Gase in Mikro-Stoßrohren untersucht. Ein schnelles Mikroventil erzeugt bei voreingestellten Treiber- und Testgasdrücken eine Stoßwelle mit nacheilender Kontaktfläche. Eine interferometrische Messung der zeitlichen Dichteänderung am Messort entlang der Stoßachse liefert Informationen über die zeitliche und lokale Stoß- sowie Kontaktflächenausbreitung unter Reibungseinfluß.

Ein weiteres Experiment beschäftigt sich mit der Ausbreitung von Stoßwellen in realen Gasen mit Grenzschichtkondensation an der Oberfläche des aus Glas bestehenden Stoßwellenrohres. Die zeitliche Entwicklung der Kondensationsschichtdicke auf der Rohrwand wird mit einem Laserreflexionsinterferometer gemessen und liefert die Kondensationsschichtdicke als Funktion der Zeit, die besonders in Mikro-Stoßrohren wichtige Hinweise auf die Strömungsform gibt.

K 2.2 Mon 14:20 ELP 6: HS 1

Parameter study on single-pulse femtosecond laser irradiation of single-crystalline silicon — ●ANDY ENGEL, THEO PFLUG, MARKUS OLBRICH, PHILIPP LUNGWITZ, and ALEXANDER HORN — Laserinstitut Hochschule Mittweida, Hochschule Mittweida, 09648 Mittweida, Germany

In this study single-pulse irradiation of single-crystalline, $\langle 111 \rangle$ -oriented silicon is investigated by varying the fluence of the applied ultrashort pulsed laser radiation (pulse duration 40 fs, wavelength 800 nm). The resulting irreversible material changes due to the laser radiation-matter interaction are presented and discussed. The spatially resolved spectral refractive index was determined by *ex situ* ellipsometry. Comparative analyses of the topography of the irradiated surfaces were performed using confocal laser scanning microscopy and atomic force microscopy. The combination of the measured data with opti-

cal models and simulations allows a more accurate description of the physical processes induced by pulsed laser irradiation, starting with changes in crystallinity up to ablation. Additional information about the depth of the thermally induced material phase changes have been obtained by downstream wet chemical etching.

K 2.3 Mon 14:40 ELP 6: HS 1

17 GHz monolithic self-starting Kerr-lens mode-locked Titanium-Sapphire laser — ●TORBEN FIEHLER and ULRICH WITTRÖCK — Photonics Laboratory, FH Münster, Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt, Germany

Ultrafast lasers with pulse repetition rates in the multi-GHz regime are of interest for applications in frequency metrology, dual-comb spectroscopy, calibration of astronomical spectrographs, microwave generation, and telecommunication.

We present a monolithic self-starting soft-aperture Kerr-lens mode-locked Titanium-Sapphire (Ti:Sa) laser that generates 204 fs pulses at 812 nm with 900 mW average power and a pulse repetition rate of 16.9 GHz. This is the highest repetition rate for a fundamentally mode-locked Ti:Sa laser. Moreover, our laser is the first monolithic mode-locked Ti:Sa laser. It consists of a 5 mm thick plane-parallel Ti:Sa disk where both surfaces bear dispersive mirror coatings. This plane-plane resonator is stabilized by the thermal lens that is generated by the pump power. Reliable self-starting soft-aperture Kerr-lens mode-locking sets in at an absorbed pump power of 1.8 W which corresponds to 700 mW of average mode-locked laser power. At 900 mW, the frequency comb has a spectral bandwidth of 4 nm and about 300 modes resulting in about 5 mW per mode in average. Mode locking is maintained up to an absorbed pump power of 2.6 W and 1100 mW average laser power. Above this power, mode locking becomes unstable.

K 2.4 Mon 15:00 ELP 6: HS 1

High-precision processing of technical glass using a combination of pulsed laser ablation and plasma jet processing at atmospheric pressure — ●MARTIN EHRHARDT¹, ROBERT HEINKE^{1,2}, PIERRE LORENZ¹, THOMAS ARNOLD^{1,2}, and KLAUS KLAUS ZIMMER¹ — ¹Leibniz Institute of Surface Engineering, Leipzig, Germany — ²Technische Universität Dresden, Germany

One ultra-precision surface processing technique is non-thermal atmospheric reactive plasma jet etching (PJE). PJE uses reactive plasma interaction to remove material from substrate surfaces by converting it to volatile or gaseous substances. Technical glass is made from a

variety of materials, including metal oxides. These metal oxides form non-volatile compounds during plasma jet etching that leave a residue layer after processing. Residue layers lead to self-masking and create a barrier that prevents further material removal. It has been shown that this problem can be solved by combining PJE and laser ablation. In

the current study, the interaction between PJE-treated technical glass surfaces and pulsed laser radiation is investigated in detail. SEM, EDX and XPS will be used to examine the surfaces after PJE and subsequent laser ablation.

K 3: Members' Assembly

Time: Monday 15:20–16:00

Location: ELP 6: HS 1

All members of the Short Time-scale Physics and Applied Laser Physics Division are invited to participate.

K 4: Poster

Time: Monday 16:30–18:30

Location: ELP 6: Foyer

K 4.1 Mon 16:30 ELP 6: Foyer

Enhanced energy harvesting efficiency by Surface modification of PVDF/ZnS Composite Nanofibrous Membranes Using Femtosecond Pulses — •NEHAL ALI¹, ELHAM MOSTAFA², and AMNA FAID² — ¹Tanta University, Tanta, Egypt — ²Cairo University, Giza, Egypt

The surface modification competence of ceramic/polymer composite is significant for electronic device applications. We report the successful patterning of a micro-grating array on the surface of an electrospun PVDF/ZnS composite membrane by femtosecond (fs) laser to fabricate efficient energy harvesting devices. The femtosecond laser is considered a versatile, speedy, and flexible tool for surface modification of different materials.

The electrospinning technique was chosen to deliver nanofibers with high β -phase content in one step. The PVDF polymeric membrane was loaded with ZnS nanoparticles to enrich the β -phase content.

The effect of laser input fluence on the morphology of patterning the nanofibers was investigated. The results showed successful patterning of tracks on the surface of the fiber while preserving its nature. The capability of the membrane as an energy harvesting device was confirmed by measuring the maximum open circuit voltage density of $1.98 \text{ V}\cdot\text{m}^2$ compared to the untreated membrane of a density of $1.49 \text{ V}\cdot\text{m}^2$. This work has demonstrated possible applications in electronic devices, such as sensors and actuators, in biomedical fields, such as tissue engineering.

K 4.2 Mon 16:30 ELP 6: Foyer

Two-particle self-consistent study of bi-layer Hubbard model under a static electric field — •JIawei YAN — Department of Physics, University of Fribourg, 1700 Fribourg, Switzerland

We develop a nonequilibrium steady-state two-particle self-consistent

method for Hubbard model. The theory respects the Mermin-Wagner theorem, incorporating non-local spatial fluctuations through a static vertex. By employing the Schwinger-Keldysh contour, we implement the method in real frequency. As an application, we investigate the magnetic behavior of a bi-layer Hubbard model under the influence of an electric field. We find a transition in the spin correlation between the layers, shifting from anti-ferromagnetism to ferromagnetism as the electric field intensity increases. This phenomenon is attributed to the inversion of the collective excitation spectrum within the spin channel.

K 4.3 Mon 16:30 ELP 6: Foyer

Laser-plasma coupling for etching of Zerodur — •ALEXANDER ANTHOFER¹, MARTIN EHRHARDT¹, PIERRE LORENZ¹, THOMAS ARNOLD^{1,2}, and KLAUS ZIMMER¹ — ¹Leibniz Institute of Surface Engineering (IOM), Leipzig, Germany — ²Technische Universität Dresden

The ever-increasing demands for high-performance optics, particularly in the areas of extreme ultraviolet and free-form optics, require continuous advances in manufacturing techniques. One such technique, atmospheric pressure plasma etching, is proving valuable in achieving both high etch rates and tooling precision for materials such as SiO₂, SiC and silicon. The plasma generates reactive species that form volatile compounds with the substrate material, resulting in effective material removal. The present study investigates the effects of plasma parameters on the formation of the residual layer on Zerodur and explores the ablatability of these layers with different laser systems. The evaluation includes techniques such as white light interferometry, X-ray photoelectron spectroscopy, secondary ion mass spectrometry, and scanning electron microscopy for a comprehensive analysis of the ablation process.