

P 3: Umwelttechnik / Mikroplasmen / Diagnostik

Zeit: Dienstag 10:30–13:00

Raum: HS H

Hauptvortrag

P 3.1 Di 10:30 HS H

Spatially and temporally resolved spectroscopic investigations on a thin-cathode high current density micro-discharge — ●BEILEI DU¹, SEBASTIAN MOHR¹, YUSUF CELIK¹, DIRK LUGGENHÖLSCHER¹, MITSUTOSHI ARAMAKI², NADER SADEGHI³, and UWE CZARNETZKI¹ — ¹Institute for Plasma and Atomic Physics, Ruhr-University Bochum, 44780 Bochum, Germany — ²Department of Electrical Engineering and Computer Science, Nagoya University, Nagoya 464-8603, Japan — ³LSP(UMR 5588), Université J. Fourier & CNRS, Grenoble, France

Atmospheric pressure micro thin-cathode discharges in Argon exhibit a self-pulsing behavior. Current pulses of up to 30 A and about 2 ns durations create plasma densities in the range of several 10^{16} cm^{-3} . Current densities reach several 10^5 A/cm^2 . Spatially and temporally resolved emission and diode laser absorption spectroscopic measurements are performed over the cross section and the longitudinal axis of the discharge. The measurements reveal not only the spatial structure of the discharge but yield also information on metastable, ion density, cathode material, and neutral gas temperature distributions. The experimental high spatial resolution techniques are introduced and the results are discussed in detail. - This work was supported by the "German Research Foundation" (DFG) in the frame of the "Research Unit FOR 1123 - Physics of Microplasmas", the Research Department "Plasmas with Complex Interaction" of the Ruhr-University Bochum, and the Research School of the Ruhr-University Bochum.

P 3.2 Di 11:00 HS H

Laser electric field measurements and fast ICCD imaging in a narrow-gap nanosecond high-voltage micro-discharge — ●SARAH MÜLLER, DIRK LUGGENHÖLSCHER, and UWE CZARNETZKI — Institut für Plasma- und Atomphysik, Ruhr-Universität Bochum

The ignition of a new atmospheric pressure micro-discharge is investigated by combination of various diagnostic techniques. A high voltage ns-pulse ignites a discharge in hydrogen in a narrow gap of 1.2 mm between two parallel electrodes of 3 cm diameter. Laser electric field measurement as well as synchronous current and voltage measurements and fast sub-ns imaging of the emission give a detailed insight in the dynamics. Special emphasis is on an optimized combination of pressure, voltage risetime, and gap width to allow precise spatial and temporal resolution. A detailed discussion of the various discharge phases is provided.

P 3.3 Di 11:15 HS H

LIF von $\text{N}_2(A^3\Sigma_u^+)$ in dielektrisch behinderten Entladungen bei Atmosphärendruck — ●SEBASTIAN NEMSCHKOMICHAL und JÜRGEN MEICHSNER — Institut für Physik, Universität Greifswald

In stickstoffhaltigen Entladungsplasmen spielen neben den geladenen Teilchen insbesondere metastabil angeregte Stickstoffmoleküle eine wichtige Rolle. Sie stellen ein Energiereservoir dar, welches auch noch im Afterglow des Plasmas besteht. Beispielsweise in einer filamentierten dielektrisch behinderten Entladung (DBD) bei Atmosphärendruck können Metastabile entscheidend das Zündverhalten durch Exoemission von Oberflächenladungen beeinflussen. Zur Bestimmung zeitlich und räumlich aufgelöster Dichten dieser Metastabilen eignet sich die laserinduzierte Fluoreszenzspektroskopie (LIF). Im Gegensatz zur LIF in Niederdruckplasmen stellt jedoch diese Methode zur Untersuchung einer DBD aufgrund der kleinen Dimensionen und hohen Quenchraten eine Herausforderung dar. In diesem Beitrag wird die LIF Methode zur Bestimmung des ersten metastabil angeregten Stickstoffmoleküls $\text{N}_2(A^3\Sigma_u^+)$ angewandt. Messungen raum- und zeitabhängiger LIF-Signale an einer DBD in Helium-Stickstoffgemischen und die Kalibrierung absoluter Dichten durch den Vergleich mit Rayleigh-Streuung werden vorgestellt. Damit verbunden ist die Messung von effektiven Lebensdauern sowie die Bestimmung des Verhältnisses zwischen Fluoreszenz und Stoßabregung des angeregten Zustandes.

Gefördert von der DFG im Rahmen des SFB TRR-24, Teilprojekt B11.

Hauptvortrag

P 3.4 Di 11:30 HS H

Dynamik kapazitiv gekoppelter Hochfrequenzplasmen in Sauerstoff — ●JÜRGEN MEICHSNER, CHRISTIAN KÜLLIG und KRISTIAN DITTMANN — Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald, Institut für

Physik, 17487 Greifswald

Kapazitiv gekoppelte Hochfrequenzplasmen (cw oder gepulst) in Sauerstoff stellen ein geeignetes Modellsystem zur Untersuchung des dynamischen Verhaltens eines komplexen Plasmas dar. Die Komplexität dieses Plasmas ergibt sich aus der Speziesvielfalt, wobei neben den Elektronen und positiven Ionen auch negative Ionen, Metastabile sowie reaktive Sauerstoffatome berücksichtigt werden müssen. Metastabil angeregte Sauerstoffmoleküle tragen sowohl zur Bildung als auch zum Detachment von negativen Ionen bei und beeinflussen damit die Dynamik dieser Plasmen. Insbesondere wird eine anlagerungsinduzierte Ionisationsinstabilität beobachtet, die sich u.a. in einer periodischen Schwankung der Elektronendichte äußert. Die Messung linienintegrierter Elektronendichten in Sauerstoffplasmen erfolgte mittels einer optimierten Mikrowelleninterferometrie bei 160 GHz und quasioptischer Strahlführung. Darüber hinaus ermöglichte ein simultanes Laser Photodetachment die Bestimmung linienintegrierter Dichten von negativen Sauerstoffionen im Bulkplasma. Dabei offenbarten sich zwei Betriebsmodi der Hochfrequenzladung, die sich durch eine hohe bzw. niedrige Elektronegativität unterscheiden. Die Randschichtdynamik wurde mit Hilfe der phasen aufgelösten optischen Emissionsspektroskopie und einer PIC-MC Simulation untersucht.

P 3.5 Di 12:00 HS H

On the reactivity of plasma stimulated catalytic surfaces — ●DMITRY LOPATIK¹, MARKO HÜBNER¹, DANIL MARINOV², OLIVIER GUAITELLA², ANTOINE ROUSSEAU², and JÜRGEN RÖPCKE¹ — ¹INP, Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald, Germany — ²LPP, Ecole Polytechnique, UPMC, Université Paris Sud-11, CNRS, Palaiseau, France

The pollution abatement from gas exhausts to achieve best air quality is an important contribution for environmental and health protection. Catalysts with increased reactivity can lead to a more efficient reduction of volatile organic compounds (VOC) and other harmful gases. The stimulation of catalytic surfaces via plasma treatment is an innovative approach but far from being fully understood. Recently it has been shown that catalytic surfaces like quartz, TiO_2 , Al_2O_3 and Pyrex exposed to low pressure N_2/O_2 plasmas can adsorb reactive atomic species. In the present study the reactivity of plasma stimulated catalytic surfaces has been investigated by analyzing the oxidation of hydrocarbons into CO and CO_2 . In the reaction volume the temporal evolution of molecular concentrations has been monitored using quantum cascade laser absorption spectroscopy (QCLAS) in the mid infrared spectral range. The influence of parameters, as e.g. gas mixture, temperature, pressure and power, of the plasma treatment of catalytic surfaces on the kinetics of chemical processes was in the center of interest. The analysis of the hydrocarbon reduction and carbon oxide production rates provides information about the density of adsorbed species and the character of surface chemistry phenomena.

P 3.6 Di 12:15 HS H

Determination of electron densities by diode-laser absorption spectroscopy — ●YUSUF CELIK¹, TSANKO TSANKOV¹, DIRK LUGGENHÖLSCHER¹, UWE CZARNETZKI¹, and MITSUTOSHI ARAMAKI² — ¹Institute for Plasma and Atomic Physics, Ruhr-University Bochum, Germany — ²Department of Electrical Engineering and Computer Science, Nagoya University, Japan

A novel method to determine electron densities in pulsed low pressure ICP discharges via absorption spectroscopy on argon metastables is presented. The laser system used in the experiment is an external cavity diode laser (ECDL) in Littrow configuration tuned at a vacuum wavelength of 696.73 nm. The temporal evolution of the line-integrated absorption from metastable argon atoms in the $\text{ArI}5$ (Paschen notation) state in the afterglow is recorded. An analytical expression for the decay of metastables is presented which allows the determination of electron densities. For the analysis, the spatial metastable and electron density profile inside the chamber and the line-integration of the detected signal is taken into account. Further, the analytical model and a developed 2D fluid-dynamic simulation show that the metastable density distribution is spatially homogeneous. The results for electron densities obtained with this technique are compared to Langmuir probe measurements showing good agreement. Furthermore, metastable densities and gas temperatures are determined in the stationary plasma

by scanning the laser wavelength over the Doppler-shaped absorption profile.

P 3.7 Di 12:30 HS H

Fokussierung von XUV-Strahlung einer Laser-Plasmaquelle mittels einer Multilayer Laue Linse — ●MICHAEL REESE¹, TOBIAS LIESE², PETER GROSSMANN¹, HANS-ULLRICH KREBS² und KLAUS MANN¹ — ¹Laser-Laboratorium-Göttingen, Hans-Adolf-Krebs-Weg 1, 37077 Göttingen, Deutschland — ²Institut für Materialphysik, Universität Göttingen, Friedrich-Hund-Platz 1, 37077 Göttingen, Deutschland

Extrem-ultraviolette (XUV-) Strahlung im Bereich des Wasserfensters ($\lambda = 2,3\text{nm} - 4,4\text{nm}$) eignet sich hervorragend für die Untersuchung organischer Proben in wässriger Umgebung. In diesem Wellenlängenbereich existieren jedoch keine refraktiven Optiken, sondern diffraktive Optiken werden sowohl zur Fokussierung als auch zur Abbildung eingesetzt. Ihr Auflösungsvermögen bestimmt sich durch die Breite der äußersten Zone, welche bisher auf 12 nm begrenzt ist. Ein alternativer Ansatz ist die aus Dünnschichtpaketen aufgebaute "Multilayer-Laue-Linse" (MLL), deren Strukturgrößen deutlich kleiner sein können. Im Institut für Materialphysik der Universität Göttingen wurde in Kombination von Pulsed Laser Deposition (PLD) und Focussed Ion Beam (FIB) eine MLL hergestellt und am Laser-Laboratorium Göttingen charakterisiert. Hierbei wird eine kompakte, laser-induzierte XUV-Plasmastrahlungsquelle eingesetzt. Mit einem Titan-gefiltertem gasförmigen Stickstoff Target wird dafür eine einzelne Emissionslinie ($\lambda = 2,88\text{ nm}$) erzeugt. Zur Charakterisierung der MLL wurden der Divergenzwinkel und die Strahltaile vermessen. Der Fokusedurchmesser kann

mit 374 nm (FWHM) angegeben werden.

P 3.8 Di 12:45 HS H

NEXAFS-Spektroskopie im Bereich des Wasserfensters mit Hilfe einer auf Laserplasmen basierenden Labor-Röntgenquelle — ●PETER GROSSMANN, ARMIN BAYER und KLAUS MANN — Laser-Laboratorium Göttingen e.V., Hans-Adolf-Krebs-Weg 1, 37077 Göttingen, Deutschland

Aufgrund der rasanten Entwicklung der EUV-Lithographie stehen seit einiger Zeit Table-Top-Quellen für weiche Röntgenstrahlung ($\lambda=1-20\text{nm}$) mit hoher Brillanz zur Verfügung. Am Laser-Laboratorium Göttingen e.V. (LLG) wurden derartige Quellen u.a. auf Basis von Gas als Target für laserinduzierte Plasmen entwickelt. Durch die Wahl des Targetgases können sowohl Linien- als auch kontinuierliche Spektren erzeugt werden. Die Intensität und der Anregungsgrad der Plasmen lassen sich maßgeblich durch die Laserpulslänge beeinflussen, wie Versuche mit ns- und ps-Pulsen zeigen. Die Verwendung eines hochenergetischen Nd:YAG-Lasers mit einer Pulslänge von 170ps ermöglicht Pump-Probe Experimente mit entsprechend hoher Zeitaufösungen.

Mit einer derartigen Quelle konnte ein kompaktes Spektrometer zur Untersuchung der Nahkanten-Absorption (NEXAFS) aufgebaut werden. Aktuelle Untersuchungen mittels NEXAFS zur Charakterisierung des Phasenübergangs bei $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ (PCMO) zeigen eine sehr gute Übereinstimmung der Nahkanten-Feinstruktur der Pr M4,5-, Ca L2,3-, Mn L2,3- und O K-Kanten mit vergleichbaren Synchrotronröntgen. Ferner wurden die Oxidationszustände verschiedener anorganischer Materialien (SiO_x und ZrO_x) sowie die Nahkanten-Feinstruktur von Polymeren an der Kohlenstoff K-Kante analysiert.