

P 25: Low Temperature Plasmas III

Zeit: Donnerstag 10:30–12:25

Raum: HZO 30

Fachvortrag

P 25.1 Do 10:30 HZO 30

PROMETHEUS-A: A helicon plasma source for future wakefield accelerators — ●BIRGER BUTTENSCHÖN, NILS FAHRENKAMP, and OLAF GRULKE — Max Planck Institute for Plasma Physics, Wendelsteinstr. 1, 17491 Greifswald, Germany

High density plasma sources are of interest for a wide range of applications like plasma-wall interaction studies, plasma thrusters for space propulsion, or future plasma wakefield particle accelerators. In this contribution, we present a high power helicon cell designed for the world's first proton-beam driven plasma wakefield accelerator experiment AWAKE. Using a modular concept with four antennas distributed along a one meter long, five centimeter diameter prototype module providing up to 35 kW of rf power to the plasma, accelerator relevant densities of $6 \cdot 10^{20} \text{ m}^{-3}$ are transiently achieved and exceeded. These high density plasmas are characterized for the use with wakefield accelerators, considering density evolution and its reproducibility, plasma profiles and neutral gas inventory.

P 25.2 Do 10:55 HZO 30

Helium Metastabilen Dynamik einer selbst-pulsenden und propagierenden γ -mode' Entladung im Mikroplasma-Jet (μ -APPJ) — ●DANIEL SCHRÖDER, STEFAN SPIEKERMEIER, SEBASTIAN BURHENN, MARC BÖKE, VOLKER SCHULZ-VON DER GATHEN und JÖRG WINTER — Institut für Experimentalphysik II, Ruhr-Universität Bochum

Niedertemperatur-Mikroplasmaquellen, betrieben an Atmosphärendruck, finden aktuell u.a. Anwendung in der Plasmamedizin. Ihre charakteristische Nichtgleichgewichtchemie ermöglicht die Produktion verschiedener Radikale und Strahlung für die Behandlung von Gewebe und Zellen. Allerdings neigen Plasmaentladungen, besonders an Atmosphärendruck, zur Ausbildung von Instabilitäten. Im Mikroplasma-Jet (μ -APPJ) findet hierbei ein Übergang von einer homogenen Glimmentladung (α -mode) zu einer kontrahierten Entladung mit hoher Leistungsdichte und charakteristischer Plasmaemission an den Oberflächen der Elektroden statt (γ -mode). Prozesse, induziert durch Heliummetastabile, spielen bei der Ausbildung und der Erhaltung dieser kontrahierten γ -mode Entladung eine fundamentale Rolle. Durch die Wahl einer keilförmigen Elektrodenkonfiguration des Mikroplasmajets ist es möglich die Zündung dieser Entladungsform repetitiv zu provozieren. Das somit erzeugte selbstpulsende Verhalten erlaubt die Untersuchung der Dynamik der Heliummetastabilen innerhalb dieser Entladung. Hierfür wurde zeit- und ortsaufgelöste "Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy" (TDLAS) angewendet. Gefördert durch die DFG (FOR1123, TP A1 & A2)

P 25.3 Do 11:10 HZO 30

Characterization of Propagating Ionization Waves in Atmospheric Pressure Discharges — ●MAX ENGELHARDT, NIKITA BIBINOV, and PETER AWAKOWICZ — Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik, Universitätsstraße 150, 44801 Bochum

The phenomenon of propagating ionization waves at atmospheric pressure, which is often referred to as plasma bullets, is well described in literature. This field of research is especially interesting for biomedical applications, where simple discharge types are needed, that allow direct treatment of biological tissue. The device used is a dielectric barrier plasma jet, which is basically a quartz tube in which plasma is excited by application of high voltage (HV) pulses to an electrode wrapped around the outer wall of the tube. Out of the open end, a so-called effluent is ejected several centimeters beyond the tube. HV pulses are produced in a custom-made generator, which allows studies with independent tuning of relevant parameters. The discharge is characterized with different diagnostic methods, namely current-voltage characteristics and short-time photography. Short-time photography is performed with an intensified CCD camera which has a minimum exposure time of 200 ps. By using a delay generator between the pulse generator and the camera, pictures can be taken of the temporal evolution of plasma bullets. The results show considerably deviating discharge properties for different parameters. Variations are also noticeable in effluent properties, such as varying length and electric current through the discharge.

P 25.4 Do 11:25 HZO 30

Untersuchung und Charakterisierung eines Surfatron-induzierten Atmosphärendruck-Plasmajets bei geringen mittleren Plasmatemperaturen — ●TIMO DOLL, CELAL MOHAN ÖGÜN und RAINER KLING — Lichttechnisches Institut, Karlsruhe Institut für Technologie, Karlsruhe, Deutschland

Die Einsatzgebiete offener Plasmen zur Beschichtung, Reinigung oder Konditionierung erlangen immer steigende Beachtung, womit diese Plasmen zu einer Technologie von zentraler Bedeutung heranwachsen. Nicht zuletzt, da Atmosphärendruckplasmen den Bogen zwischen den nicht-thermischen Niederdruckplasmen und thermischen Hochdruckplasmen schlagen. Sie ermöglichen heiße Plasmen und nicht-thermische kalte Plasmen mit hochenergetischen Elektronen. So kann eine Plasmaflamme bei mittleren Plasmatemperaturen von weniger als 50°C realisiert werden - der sogenannte Plasmajet - der eine Behandlung temperatursensibler Materialien wie menschlichem Gewebe ermöglicht.

Die Anregung des Plasmas erfolgt bei einer Frequenz von 2,45 GHz durch den Mikrowellenkoppler Surfatron, dessen Geometrie am Lichttechnischen Institut des Karlsruher Institut für Technologie optimiert wurde, um über höhere Feldstärken im Entladungsbereich zu verfügen. Über eine Änderung der eingespeisten Leistung und der Flussrate des Gases kann die Temperatur reguliert werden.

Der Vortrag zeigt eine umfassende Charakterisierung des Atmosphärendruck-Plasmajets hinsichtlich relevanter Plasmamaparameter und diskutiert die Ergebnisse in Hinblick auf Anwendungsmöglichkeiten.

P 25.5 Do 11:40 HZO 30

Untersuchung von Gasdichtewellen an einem Atmosphärendruck-Plasmajet mittels Schlierenphotographie und Strömungssimulation — ●PATRICK HERMANN, MAX ENGELHARDT und PETER AWAKOWICZ — Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik (AEPT), Ruhr-Universität Bochum, Deutschland

Atmosphärendruck-Plasmajets werden unter anderem in der Biomedizintechnik oder der Materialtechnik zur Behandlung von Oberflächen eingesetzt. Das Plasma steht dabei in einer direkten Wechselwirkung mit dem inerten Hintergrundgas. Die Ausbreitungslänge des Plasmas wird durch die molare Konzentration des Hintergrundgases und der Länge der laminaren Gasströmung bestimmt. Zur Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Gasströmung und Plasmaausbreitung wird die Gasströmung mittels Schlierenphotographie visualisiert. Diese Daten werden mit einer FEM-Simulation und Kurzzeitaufnahmen von Plasmaentladungen ergänzt. Die Simulation des Teilchentransports basiert auf einem $k - \epsilon$ -Turbulenzmodell und einem Diffusions-Konvektionsmodell.

Die Ergebnisse zeigen den Übergangsbereich von einer laminaren zu einer turbulenten Strömung in Abhängigkeit der elektrischen Parameter. Des Weiteren werden ortsabhängige Dichtewellen am Gasauslass des Atmosphärendruck-Plasmajets sichtbar. Diese sind abhängig von der Gasgeschwindigkeit, der angelegten Pulsfrequenz und der Pulsspannung. Es wird eine erste Theorie zur Entstehung und Ausbreitung dieser Dichtewellen gegeben und unter Einbezug der Simulation bestätigt.

P 25.6 Do 11:55 HZO 30

Mass spectrometry of ions originating from atmospheric pressure plasmas — ●SIMON GROSSE-KREUL, SIMON HÜBNER, GERT WILLEMS, JAN BENEDIKT, and ACHIM VON KEUDELL — RD Plasmas with Complex Interactions, Ruhr-Universität Bochum

The investigation of ions originating from atmospheric pressure plasma (APP) sources plays an important role to understand their interaction with both liquid and solid samples. Mass spectrometry is a powerful diagnostic tool for the characterization of APPs. However, the process of ion sampling is a challenging task since the sampling orifice has to be small in order to avoid penetration of the plasma sheath into the vacuum system leading to distorting effects. Positive ions created by an APP jet operated with He and small ($< 2\%$) admixtures of N_2 and O_2 are extracted from the effluent through a sampling orifice ($20 \mu\text{m}$) into a differentially pumped vacuum system. An ion lens is mounted in the first pumping stage and is used to extract and focus sampled ions into the second stage containing a quadrupole mass spectrometer. Ion trajectory simulation reveals an ion energy of less than 0.5 eV which shows that the analyzed ions are originating from the plasma. Water

cluster ions of the form $H^+(H_2O)_n$ are dominating the mass spectrum in the case that the feed gas is not further purified. A Significant signal of NO^+ can be observed even with highly purified feed gas depending on the operating conditions. This is attributed to the low ionization energy of NO of only 9.26 eV which causes it to win in charge transfer reactions during the sampling process.

P 25.7 Do 12:10 HZO 30

Transport Phenomena in Plasma Jets interacting with Liquids — •STEPHAN REUTER, ANSGAR SCHMIDT-BLEKER, SYLVAIN ISENI, HELENA JABLONOWSKI, JÖRN WINTER, MALTE HAMMER, MARIO DÜNNBIER, and KLAUS-DIETER WELTMANN — INP Greifswald, Felix-Hausdorff Str. 2, 17489 Greifswald

Argon plasma jets at atmospheric pressure usually are filamented -

despite the fact that they might appear homogeneous to the eye as homogeneous plasma plume. In the present work, imaging during one excitation period reveals the streamer like structure of the plasma effluent. Several subsequent images reveal that the streamer path is changing with the flow field. Former measurements comparing these images to OH-planar laser induced fluorescence measurements show that the streamer path is coinciding with ambient impurities. A study of the generation and interaction of plasma with ambient surroundings was pre-sented and the resulting effect and generation pathways of reactive species are shown. Plasma reactive species composition can be tailored in the gas phase as well as in the liquid phase. Transport and generation mechanisms have to be studied in greater detail. For application, this approach can be used to study and decorrelate the effect of respective reactive species groups. Acknowledgement: funding by the BMBF (03Z2DN12) for the ZIK plasmatis is gratefully acknowledged