

P 6: Low temperature plasmas I

Time: Tuesday 11:00–12:55

Location: b302

Invited Talk

P 6.1 Tue 11:00 b302
ns-Pulsed Micro-Plasmas at Atmospheric Pressures — ●UWE CZARNETZKI — Institute for Plasma and Atomic Physics, Faculty of Physics and Astronomy, Ruhr University Bochum, 44801 Bochum, Germany

In recent years transient micro-plasmas at atmospheric pressures have seen an amazing revival in research interest. This is partly related to new opportunities in application, especially in the emerging field of biological/medical application, and partly to the availability of novel techniques in simulation and diagnostics. ns-pulsed plasmas are characterized by fast ionization waves, effectively stationary ions but high dynamics of the electron species. After ignition, a short phase of sheath-bulk structure is usually followed by a much longer afterglow phase. There a complicate collisional dynamics including electron cooling and heating, recombination, and excimer formation sets in even for "simple" noble gases like helium or argon. The dynamics in noble gases as well as in diatomic molecules (nitrogen and hydrogen) is studied by laser electric field measurements, Thomson scattering, laser absorption measurements, emission spectroscopy, and electrical measurements. A rather wide variety of different discharge configurations is investigated. The diagnostics allow a detailed insight into the physics governing these systems and general characteristics are revealed.

Fachvortrag

P 6.2 Tue 11:30 b302
On the role of three-body electron attachment for gaseous high voltage insulation — ●ALISE CHACHEREAU, MOHAMED RABIE, and CHRISTIAN FRANCK — Power Systems and High Voltage Laboratories, ETH Zurich, Physikstr. 3, 8092 Zurich, Switzerland

The electron swarm parameters such as the electron drift velocity and the effective ionization rate constant are required for modeling low temperature plasmas in general, and in particular for obtaining the breakdown strength of gases at ambient temperature stressed with high electric fields. It is common practice to calculate these using electron-neutral scattering cross sections obtained e.g. in electron beam experiments. The ion kinetic processes are often neglected due to the lack of ion scattering data. Another option is to derive electron swarm parameters using a swarm experiment, e.g. a Pulsed Townsend experiment. Here, mainly electronegative gases and gas mixtures are investigated, having in mind the objective to assess their performance in high voltage insulation applications. In many gases, the effective ionization rate constant strongly depends on the gas pressure, due to three-body electron attachment. Since the measurements are limited to relatively low pressures compared to the typical pressures used in high voltage insulation, kinetic models are needed to predict the value of the effective ionization rate at higher pressures. In this talk, the basic kinetic processes in swarms are introduced and it is shown how a pressure dependence can result from three-body collisions.

P 6.3 Tue 11:55 b302
Theoretische Untersuchung eines kleinskaligen ICP-Plasmajets — ●MICHAEL KLUTE und RALF-PETER BRINKMANN — Institut für theoretische Elektrotechnik, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Ruhr-Universität-Bochum

Mikrowellenbetriebene Plasmajets sind von großer Bedeutung für eine Reihe technischer Applikationen. Sie werden üblicherweise als kapazitive Entladungen betrieben. Es ist bekannt, dass dieser Entladungstyp mit einer Reihe nennenswerter Nachteile einher geht. In erste Linie sind hierbei die beschränkte erreichbare Elektronendichte und vergleichsweise hohe Ionenenergien zu nennen. Insbesondere letztere führt zu unerwünschten destruktiven Effekten. Der kürzlich von Porteanu et al vorgeschlagene Miniatur-Plasmajet versucht eine induktive Energieeinkopplung für kleinskalige Plasmen zu ermöglichen. Die Kernidee der Apparatur besteht darin, das Signal der Hochfrequenzquelle zu nächst über einen LC-Schwingkreis einzubinden, welcher in der baulichen Struktur des Plasmareaktors eingebunden ist. In dieser Arbeit wird die von Porteanu et al vorgeschlagene Plasmaquelle einer theoretischen Untersuchung unterzogen. Es wird ein globales Modell für die elektromagnetischen Felder und die sich daraus ergebene Energiebilanz erstellt. Darüber hinaus werden stabile Arbeitspunkte des Plasmas ermittelt und mögliche Hystereseffekte untersucht. Es wird gezeigt, dass der wesentliche Energiebeitrag im stabilen Betrieb von der kapazitiven Mode ausgeht. Zusätzlich zu dem globalen Modell wird eine Parameter-

studie durchgeführt, um die Realisierbarkeit eines kleinskaligen Plasmajets nachzuweisen, der induktiv betrieben wird

P 6.4 Tue 12:10 b302
Übergang von volumen- zu oberflächendominierter H⁻-Produktion in großflächigen Quellen negativer Wasserstoffionen — ●CHRISTIAN WIMMER, LOIC SCHIESKO, SERHIY MOCHALSKYY, URSEL FANTZ und NNBI TEAM — Max-Planck-Institut für Plasma-physik, 85748 Garching

Für die Neutralteilchenheizung von ITER werden großflächige, leistungsstarke Quellen negativer Wasserstoffionen benötigt. Negative Wasserstoffionen können in einem Wasserstoffplasma mittels Volumenprozess (dissoziative Elektronenanlagerung an vibratorisch angelegte Wasserstoffmoleküle) sowie über den Oberflächenprozess an einer Oberfläche mit niedriger Austrittsarbeit erzeugt werden. Die Zielparameter für die extrahierte Stromdichten der ITER Ionenquelle ($j_{H^-} \geq 32.9 \text{ mA/cm}^2$ bei gleichzeitig geringerer ko-extrahierter Elektronenstromdichte) können dabei nur über den Oberflächenprozess erreicht werden, weswegen Caesium (niedrigste Austrittsarbeit aller stabiler chemischer Elemente) in die Quelle verdampft wird. Die hierdurch einsetzende Oberflächenemission von H⁻ in das Plasma ändert dabei stark die Plasmameter (Plasmapotential, Plasmasymmetrie sowie Elektronen- und H⁻-Dichte) nahe des Extraktionssystems. Der Übergang von volumen- zu oberflächendominierter H⁻-Produktion wurde experimentell untersucht. Vorgestellt werden diese Ergebnisse zusammen mit einem Vergleich einer Modellierung des Extraktionsbereichs (3D PIC Code ONIX).

P 6.5 Tue 12:25 b302
Einfluss der Flankensteilheit auf den Durchbruch von dielektrisch behinderten Entladungen — ●HANS HÖFT, MARKUS BECKER und MANFRED KETTLITZ — INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Straße 2, 17489 Greifswald

Die Flankensteilheit der Versorgungsspannung ist ein wesentlicher Parameter für den Betrieb von dielektrisch behinderten Entladungen (DBE). Im Sinusbetrieb kann sie nur mit Hilfe der Wiederholfrequenz oder der Spannungsamplitude verändert werden. Der gepulste Betrieb ermöglicht es, die Flankensteilheit unabhängig davon zu variieren. Im Experiment wurden dazu unipolare HV-Pulse mit Anstiegs- bzw. Abfallzeiten (10 % bis 90 %) von 45 ns, 80 ns und 200 ns verwendet, wobei die Amplitude (10 kV) und die Wiederholfrequenz (10 kHz) konstant blieben. Die raum-zeitliche Entwicklung der DBE in einer beidseitig behinderten Einzelfilamentanordnung (Entladungsspalt 1 mm) in 0,1 Vol.-% O₂ in N₂ bei Atmosphärendruck wurde mit Hilfe von Streak- und iCCD-Kameraaufnahmen sowie durch unterstützende Modelluntersuchungen analysiert. Zudem wurden elektrische Größen zur Charakterisierung der DBE aufgenommen. Eine steilere Pulsflanke führt zur Erhöhung der übertragenen Ladung und der umgesetzten elektrischen Energie. Die Startgeschwindigkeit des positiven Streamers vergrößert sich ebenfalls, ohne jedoch die Maximalgeschwindigkeit vor der Kathode zu beeinflussen. Da die Vorphasendauer, und damit die Anzahl der Ladungsträger zum Zeitpunkt des Durchbruchs, durch die Flankensteilheit verändert wird, können die beobachteten Effekte auf eine unterschiedliche Vorionisation zurückgeführt werden.

P 6.6 Tue 12:40 b302
Design considerations and status of the construction of a Multi-Array Inductive Discharge (MAID) — ●PHILIPP AHR und UWE CZARNETZKI — Institute for Plasma and Atomic Physics, Ruhr University Bochum, 44801 Bochum, Germany

Recently a novel mechanism for stochastic electron heating in inductively coupled plasmas has been proposed/identified theoretically by Czarnetzki and Tarnev [1]. It considers the movement of electrons in a plane parallel to the inductive coil, in contrast to the common case, when the considered electrons move perpendicular to the planar coil. It was shown that when the electrons move through a periodically structured electric field there exist the possibility for a non-local energy gain.

To experimentally verify this hypothesis a plasma source is being designed and assembled. The source is termed Multi-Array Inductive Discharge (MAID36) and consists of an array of 6 x 6 flat inductive coils, 5 cm in diameter. Here the design considerations for the con-

struction of the source will be discussed and the current status of the source development will be presented. The planned diagnostic cam-

paigns will also be briefly outlined.

[1] U. Czarnetzki and Kh. Tarnev, *Phys. Plasmas* **21**, 123508 (2014).