

## P 11 Niedertemperaturplasmen / Plasmatechnologie 5

Zeit: Samstag 11:00–12:45

Raum: HU 3038

**Fachvortrag**

P 11.1 Sa 11:00 HU 3038

**Phase resolved optical emission spectroscopy in radio frequency excited plasmas** — •TIMO GANS, DEBORAH O'CONNELL, VICTOR KADETOV, JULIAN SCHULZE, TOBIAS KAMPSCHULTE, and UWE CZARNETZKI — Institut für Plasma- und Atomphysik, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Germany

The optical emission from radio frequency (rf) discharges exhibits strong temporal variations within the rf-cycle. Phase resolved optical emission spectroscopy (PROES) allows one to distinguish capacitive and inductive power coupling. This is of particular importance in discharges with both power coupling mechanisms. The temporal variations of the emission arise due to time modulations of the electron energy distribution function (eedf), in particular in the high energy tail. Within the two-term approximation of the Boltzmann-equation the modulation amplitude of the optical emission is directly related to the strength and phase of the time varying local electric field. Therefore, both can be determined by PROES. Using the Helmholtz equation offers an opportunity for determination of plasma densities. The work is supported by the DFG in the frame of the SFB 591.

P 11.2 Sa 11:30 HU 3038

**Ion dynamics in plasma boundary sheaths of radio-frequency discharges operated with multiple frequencies** — •DEBORAH O'CONNELL<sup>1,2</sup>, ROBERTO ZORAT<sup>1</sup>, MILES TURNER<sup>1</sup>, and BERT ELLINGBOE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Plasma Research Laboratory, Dublin City University, Ireland — <sup>2</sup>present address: Institut für Plasma- und Atomphysik, Ruhr-Universität Bochum, Germany

The complex nature of multi frequency high voltage rf plasma boundary sheaths is investigated. A mass resolved ion energy analyser is incorporated into the grounded electrode of a confined symmetric capacitively coupled rf discharge. Two frequencies, 1.94 MHz and 27.12 MHz, are simultaneously supplied to the powered electrode. Discharges in hydrogen and deuterium are investigated. The relatively light ions respond to the temporal variations in the sheath potential allowing for detailed investigations of the sheath dynamics. Experimental results of ion energy distribution functions (IEDFs) and absolute ion fluxes are compared to a PIC simulation perfectly adapted to the experimental conditions. The agreement is in general very good. The basic concept of separate control of the ion flux and ion energy in dual frequency discharges can be confirmed. The ion flux is mainly controlled by the high frequency component. The IEDF is strongly influenced by both the low frequency and high frequency component. Double bi-modal structures in the IEDFs, caused by complex dynamics of dual frequency sheaths, can be explained and reproduced using a simple analytical model.

P 11.3 Sa 11:45 HU 3038

**Study of neutral loop discharge (NLD) plasma via PIC simulation** — •MURAT VURAL and RALF PETER BRINKMANN — Ruhr-Universität-Bochum, Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik, D-44780 Bochum

Electron heating, i.e. the conversion of directed field energy into thermal electron energy, requires a randomization process which destroys the coherence in the motion of the electrons accelerated by the field. The standard Ohmic heating, i.e. the scattering of electrons at the neutrals of the background becomes very inefficient at gas pressures below 1 Pa. The NLD is based on an alternative mechanism of power absorption that is effective in low pressure region. We consider a simple but realistic model of a stationary non-uniform and rotational invariant magnetic field configuration with neutral loop. In the neighborhood of neutral points (where the magnetic field vanishes), however, the adiabatic invariance of the magnetic moment  $\mu$  is destroyed and thus the electron motion becomes strongly chaotic and effective heating occurs. In this work, particle-in-cell (PIC) simulation results of NLD plasmas are presented. The NLD plasma is generated by applying an rf electric field parallel to direction along the magnetic neutral loop (p-NLD) and vertical to direction across the magnetic neutral loop (v-NLD). For this study, we use a modified two-dimensional PIC code XOOPIIC, which is time explicit and fully electromagnetic. This code is used to investigate spatially and temporally resolved simulation results of the electron/ion density and electron energy distribution for different external magnetic fields and plasma parameters.

P 11.4 Sa 12:00 HU 3038

**Anwendung spektroskopischer Methoden zur Charakterisierung HF-angeregter negativer Ionenquellen ( $H^-/D^-$ )** — •S. RIEGG<sup>1</sup> und U. FANTZ<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Lehrstuhl für Experimentelle Plasmaphysik, Institut für Physik, Universität Augsburg, 86135 Augsburg — <sup>2</sup>Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, 85748 Garching

Zur Neutralteilchenheizung zukünftiger Fusionsplasmen werden negative Ionenquellen ( $H^-/D^-$ ) benötigt. Für die Optimierung der Ionenquellen ist es notwendig, zuverlässige Diagnosismethoden zur Bestimmung von Plasmaparametern (z.B.  $n_e$ ,  $T_e$ ) zu verwenden. Dazu müssen die Diagnosismethoden sowohl in einem großen Parameterbereich von  $n_e$  und  $T_e$ , als auch unter Einfluss von HF und in Magnetfeldern einsetzbar sein. Deshalb eignet sich zur Charakterisierung besonders die optische Emissionspektroskopie, ergänzt durch Messungen mittels einer Langmuir-Sonde. Mit einem Übersichtsspektrometer kann auch das zeitliche Plasmaverhalten in der gepulsten Entladung betrachtet werden. Untersucht wird der Bereich der Plasmaerzeugung und das Expansionsvolumen der Ionenquelle. Ergebnisse zweier geometrisch voneinander abweichender Quellen werden vorgestellt. Die Parameter von Wasserstoff- und Deuteriumplasmen werden verglichen. Im Hinblick auf den späteren Einsatz der Ionenquellen im Deuteriumbetrieb ist die Übertragung der Ergebnisse von Wasserstoff auf Deuterium von besonderer Relevanz.

P 11.5 Sa 12:15 HU 3038

**Spektroskopische Untersuchungen an einem mikrowellenerzeugten Luftplasma** — •J. HAPOLD, J. KRÜGER, P. LINDNER, A. SCHULZ, R. STIRN, U. STROTH und M. WALKER — Institut für Plasmaforschung, Pfaffenwaldring 31, D-70659 Stuttgart

Die Reduktion der Emission von Schadstoffen aus den Industrieabgasen (z.B. VOC), ist eine der wichtigsten Aufgaben für die Forschung und Entwicklung. Dabei spielen nicht nur die Abgase eine Rolle, die eine direkte Beeinflussung der Umwelt zeigen, sondern auch die so genannten Treibhausgase die eine Langzeitwirkung aufweisen. In der Vergangenheit wurden große Anstrengungen unternommen, um die Emission an großtechnischen Anlagen zu verringern. Es wird aber immer mehr deutlich, dass auch kleine bis mittelgroße Anlagen einer Abluftreinigung bedürfen. Viele dieser Umwandlungsprozesse werden durch Wärmezufuhr initiiert. Ein viel versprechendes Verfahren hierfür ist es, ein Plasma mit Hilfe einer Mikrowelle zu erzeugen und damit die zur Umwandlung benötigte Wärmezufuhr zu gewährleisten. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, durch Bildung von Radikalen im Plasma den Prozess der Reinigung weiter zu beschleunigen. In dieser Arbeit sollen die ersten spektroskopischen Untersuchungen an einem unter Normaldruck arbeitenden Plasmabrenner dargestellt werden. Dabei sind vor allem die Plasmaparameter Gasstemperatur, Ionentemperatur und beteiligte Spezies von besonderem Interesse.

P 11.6 Sa 12:30 HU 3038

**Untersuchungen zur Plasma-Oberflächen-Wechselwirkung beim Ätzen von Si mit einem Ar/SF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub>-Plasmajet** — •THOMAS ARNOLD und AXEL SCHINDLER — Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung e.V., Leipzig

Ein mikrowellenangeregter reaktiver Ar/SF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub>-Plasmajet im Druckbereich von  $p = 50$  mbar wird mit massenspektrometrischen Methoden charakterisiert. Auftrittspotential-Massenspektrometrie und ortsaufgelöste Messungen liefern Informationen über die Struktur des Plasmajets. Zweidimensionale Simulationen zur Strömungsdynamik tragen zum Verständnis des Teilchentransports im Plasmajet bei und unterstützen die Interpretation der Meßergebnisse. Es werden die Einflüsse der Prozeßparameter Leistung, Druck sowie SF<sub>6</sub> und O<sub>2</sub>-Gasflüxen auf die Entladungsgeometrie und auf die Bildung von atomarem Fluor analysiert. Untersuchungen zur plasmachemischen Wechselwirkung des Jets mit einer Si-Oberfläche zeigen, daß durch die Anwesenheit von Si die oberflächennahe Plasmachemie stark verändert wird. Es wird der Zusammenhang zwischen im Plasma gebildeten freien Fluorradikalen und der Ätzrate aufgeklärt und die lokale Oberflächenentwicklung sowie Strukturbildung in Abhängigkeit von verschiedenen Prozeßbedingungen diskutiert.