

P 13: Theorie und Modellierung von Niedertemperaturplasmen I

Zeit: Donnerstag 11:15–13:00

Raum: HS 3

Hauptvortrag

P 13.1 Do 11:15 HS 3

Microphysics of charge transfer across the plasma wall — ●FRANZ XAVER BRONOLD, RAFAEL L. HEINISCH, JOHANNES MARBACH, and HOLGER FEHSKE — Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, 17489 Greifswald, Deutschland

Plasma walls connect a discharge to the external circuitry and/or confine it in space. The walls act in both functionalities as charge reservoirs which donate and accept electrons to and from the plasma. In the talk I will give an overview of our attempt to describe the charge transfer across the wall from a microscopic surface physics point of view. I will discuss electron deposition in terms of electron physisorption and introduce the concept of an electron-surface-layer as that part of the plasma sheath which leaks into the wall. Based on these ideas we calculated electron sticking coefficients and desorption times and determined the charge and potential distribution across the plasma-wall interface. I will also discuss electron extraction from the wall via recombination of positive ions and de-excitation of metastable species. In particular, I will show that a pseudo-particle description of the electronic states of the projectile within an Anderson-Newns-type model provides the basis of a flexible quantum-kinetic approach for the calculation of wall recombination and secondary electron emission coefficients. At the end I will argue that tracking electrons across the wall, that is, including the electronic degrees of freedom of the wall into the kinetic modeling of the discharge, may help to identify new vistas for dielectric barrier microdischarges. Supported by DFG through CRC/Transregio TRR24.

Hauptvortrag

P 13.2 Do 11:45 HS 3

Modellierung eines rf-angeregten Plasmajets — ●FLORIAN SINGENER, JAN SCHÄFER, RÜDIGER FOEST, DETLEF LOFFHAGEN und KLAUS-DIETER WELTMANN — INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald

Plasmajets haben ein besonderes Interesse erfahren, da sie unter Atmosphärendruck arbeiten und sich sowohl für lokale Oberflächenbehandlungen als auch für biologische und medizinische Anwendungen eignen. Die Untersuchungen beziehen sich auf einen Jet, der aus zwei koaxial angeordneten Kapillaren besteht, durch die Argon bzw. ein Argon-Präkursor-Gemisch strömt. Eine RF-Spannung wird mit Hilfe zylindrischer Elektroden eingespeist. Je nach Entladungsparametern treten verschiedene Entladungsmodi auf. Der sogenannte "locked mode", bei dem einzelne Filamente determiniert rotieren, ist besonders interessant und für die Schichtabscheidung sehr vorteilhaft.

Es werden zwei sich ergänzende Modellzugänge vorgestellt. In einem Fluidmodell des Einzelfilaments wird dessen zweidimensionale Struktur einschließlich der Schichten vor der dielektrischen Wand bei Vernachlässigung der Gasströmung untersucht. In einem umfassenderen Modell wird die Erzeugung aktiver Teilchen im primären Plasmavolumen und ihr Transport in den Effluenten und zum Target beschrieben. Ein vereinfachtes reaktionskinetisches Modell der Präkursor-Moleküle liefert Radialprofile von Teilchenflüssen auf das Target, die als Maß für das Schichtwachstum qualitativ mit entsprechenden Messungen übereinstimmen. Diese Arbeit wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen des SFB TRR 24 unterstützt.

P 13.3 Do 12:15 HS 3

Ionization by bulk heating of electrons in capacitive radio frequency atmospheric pressure microplasmas — ●JULIAN SCHULZE¹, TORBEN HEMKE¹, DENIS EREMIN¹, THOMAS MUSSENBRÖCK¹, ARANKA DERZSI², ZOLTAN DONKO², KRISTIAN DITTMANN³, and JÜRGEN MEICHSNER³ — ¹Ruhr-University Bochum — ²Hungarian Academy of Sciences — ³University of Greifswald

Electron heating and ionization dynamics in capacitively coupled radio frequency (RF) atmospheric pressure microplasmas operated in helium are investigated by particle-in-cell simulations and semi-analytical

modeling [1]. A strong heating of electrons and ionization in the plasma bulk due to high bulk electric fields are observed at distinct times within the RF period. Based on the model the electric field is identified to be a drift field caused by a low electrical conductivity due to the high electron-neutral collision frequency at atmospheric pressure. Thus, the ionization is mainly caused by ohmic heating in this Ω -mode. The phase of strongest bulk electric field and ionization is affected by the driving voltage amplitude, which determines the resistivity of the discharge via its effect on the plasma density. Significant analogies to electronegative low-pressure macroscopic discharges operated in the drift-ambipolar mode are found, where similar mechanisms induced by a high electronegativity instead of a high collision frequency have been identified [2]. [1] T. Hemke et al. (2013) Plasma Sourc. Sci. Technol. accepted [2] J. Schulze et al. (2011) Phys. Rev. Lett. 107 275001

P 13.4 Do 12:30 HS 3

Gyrokinetische Beschreibung magnetisierter technischer Plasmen — ●RALF PETER BRINKMANN, SARA GALLIAN, BENJAMIN SCHRÖDER und DENIS EREMIN — Theoretische Elektrotechnik, Ruhr-Universität Bochum

Plasmaprozesse wie DC-Magnetronspütern und HiPIMS verwenden dichte, magnetisierte Plasmen bei niedrigem Druck, bei denen (im aktiven Bereich) die Debye-Länge und der Larmorradius sehr viel kleiner sind als die mittlere freie Weglänge und die Reaktorordnung. Solche Plasmen sind schwer zu analysieren; die üblichen Fluidmodelle sind nicht anwendbar und kinetische Simulationen auf Basis der Particle-in-Cell-Methode sind aufwendig. Dieser Beitrag untersucht eine alternative kinetische Beschreibung, die Gyrokinetik. Sie entstammt der Hochtemperaturplasmaphysik [1,2] und basiert auf der Annahme, dass die schnelle Gyrobewegung der geladenen Teilchen mathematisch "ausintegriert" und eine effektive Theorie für die langsame Driftbewegung formuliert werden kann. Hier wird untersucht, inwieweit die Besonderheiten technischer Plasmen (andere Feldtopologie, Magnetisierung nur der Elektronen, Anwesenheit von Neutralgas und materiellen Wänden) die Beschreibung beeinflusst.

Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG (SFB TR 87).

[1] P.H. Rutherford and E.A. Frieman, Phys. Fluids 11, 569, 1968.

[2] A.J. Brizard and T.S. Hahm, Rev. Mod. Phys. 79, 4153, 2006.

P 13.5 Do 12:45 HS 3

Benchmark-Simulationen für Niedertemperaturplasmen — MILES M. TURNER¹, ARANKA DERZSI², ZOLTAN DONKO², DENIS EREMIN³, SEAN J. KELLY¹, TREVOR A. LAFLEUR⁴ und ●THOMAS MUSSENBRÖCK³ — ¹Dublin City University, Dublin, Rep. Irland — ²Wigner Research Centre for Physics, Budapest, Ungarn — ³Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Deutschland — ⁴Ecole Polytechnique, Palaiseau, Frankreich

"Benchmarking" ist ein wichtiges Element, um die Korrektheit von Computersimulationen zu zeigen und relevante Fehler abschätzen zu können. Ist ein Simulationsprogramm "gebenchmarkt", so ist es möglich, andere Simulationsprogramme im Hinblick auf ihre Korrektheit, Genauigkeit und Effizienz zu bewerten. In diesem Beitrag werden vier verschiedene Simulationsfälle mit definierten Simulationsparametern sowie definierten Rand- und Anfangsbedingungen für kapazitive Hochfrequenzentladungen vorgestellt. Die Simulationen basieren dabei auf fünf unabhängig voneinander entwickelten Particle-In-Cell-Codes. Mittels eines χ^2 -Hypothesentests wird gezeigt, dass die erzielten numerischen Ergebnisse im Rahmen definierter Grenzen statistisch ununterscheidbar sind und somit sehr verlässliche Benchmark-Ergebnisse repräsentieren. Die erzielten Ergebnisse können nun als Basis für Tests der Genauigkeit und der Effizienz anderer (kinetische oder fluidynamischer) Simulationscodes herangezogen werden. (Die Arbeit wird u.a. gefördert durch die DFG im Rahmen des Sonderforschungsbereichs TRR87.)