

P 19: Poster Session - Low Temperature Plasmas

Time: Wednesday 16:30–18:30

Location: SPA Foyer

P 19.1 Wed 16:30 SPA Foyer

Ion dynamics during magnetic reconnection — ●KIAN RAHBARNIA¹, OLAF GRULKE¹, and THOMAS KLINGER^{1,2} — ¹Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, Greifswald — ²Ernst Moritz Arndt-Universität Greifswald

Magnetic reconnection is suggested to play an important role in plasma heating by conversion of magnetic field energy into kinetic particle energy. In this context the electrons in the forming current sheet gain energy by Ohmic heating, while the ions are thought to be heated mainly inside the reconnection outflow in the downstream regions. The detailed mechanism of converting magnetic field energy into particle heating remains a field of intense research.

In the linear magnetic reconnection experiment VINETA II two axial wires parallel to a uniform magnetic guide field create a figure-eight in-plane magnetic field with a X-line along the central axis. The characterization of the perpendicular ion movement is done via Mach probes and Laser induced fluorescence measurements. Effects of the ratio of guide field to in-plane field on ion heating processes are studied.

P 19.2 Wed 16:30 SPA Foyer

Zur Energiebilanz der Elektronen in einer dielektrisch behinderten Argonentladung bei Atmosphärendruck — ●MARKUS M. BECKER und DETLEF LOFFHAGEN — INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald

Experimentelle und theoretische Untersuchungen dielektrisch behinderter Einzelfilamententladungen in Argon bei Atmosphärendruck haben gezeigt, dass in Abhängigkeit von der Spannungsamplitude Schichtstrukturen auftreten können, die durch Memory-Effekte im Entladungsvolumen verursacht werden [1, 2]. Der Übergang von einer herkömmlichen Mikroentladung zu einer Entladung mit geschichtetem Entladungskanal wurde bei einer sinusförmigen angelegten Spannung mit 60 kHz bei einer Amplitude von etwa 2 kV beobachtet. Zur Vertiefung des Verständnisses dieses Übergangs wird in diesem Beitrag der Einfluss der Spannungsamplitude auf den Energiehaushalt der Elektronen mit Hilfe eines etablierten zeitabhängigen, räumlich-eindimensionalen Fluid-Modells untersucht und diskutiert. Es zeigt sich, dass neben dem Energieverlust in anregenden und ionisierenden Elektronenstoßprozessen auch elastische Elektronenstöße eine wesentliche Rolle für die Energiebilanz der Elektronen spielen und bei Erhöhung der Spannungsamplitude der Energieverlust durch anregende Elektronenstoßprozesse abnimmt.

Diese Arbeit wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen des SFB TRR 24 unterstützt.

[1] T. Hoder et al. *Phys. Rev. E* **84** (2011) 46404

[2] M. M. Becker et al. *J. Phys. D: Appl. Phys.* **46** (2013) 355203

P 19.3 Wed 16:30 SPA Foyer

Einfluss der Pulslänge auf gepulste N₂-O₂-Barrierentladungen — ●MARKUS M. BECKER, HANS HÖFT, RONNY BRANDENBURG, MANFRED KETTLITZ und DETLEF LOFFHAGEN — INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald

Experimentelle Untersuchungen an gepulsten Barrierentladungen in Stickstoff mit geringen Sauerstoffbeimischung bei Atmosphärendruck haben gezeigt, dass das Durchbruchverhalten der an der fallenden Spannungsflanke stattfindenden Mikroentladungen wesentlich von der Pulslänge abhängig ist, sofern diese kleiner als etwa 20 μ s ist [1]. Für ein Gasgemisch von 0,2 Vol.-% Sauerstoff in Stickstoff und Pulsängen von 5–50 μ s wird das raumzeitliche Entladungsverhalten untersucht. Dazu wird ein zeitabhängiges, räumlich eindimensionales Modell numerisch gelöst, das neben der Poisson-Gleichung Bilanzgleichungen für 49 Spezies, die Energiebilanzgleichung der Elektronen sowie eine Bilanzgleichung für die Oberflächenladungen beinhaltet. Es wird gezeigt, dass in Übereinstimmung mit experimentellen Beobachtungen der Entladungsstrom an der fallenden Spannungsflanke mit Abnahme der Pulslänge kleiner wird. Die Modellierungsergebnisse legen nahe, dass dieses Verhalten durch die hohe Konzentration von Elektronen und Sauerstoffmolekülonen unmittelbar vor dem Neuzünden der Entladung verursacht wird.

Diese Arbeit wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen des SFB TRR 24 unterstützt.

[1] T. Hoder et al. *Phys. Plasmas*. **19** (2012) 070701

P 19.4 Wed 16:30 SPA Foyer

Alternative HF-Einkopplungsmethoden für Quellen negativer Wasserstoffionen für die Neutralteilchenheizung von Fusionsexperimenten — ●STEFAN BRIEFI^{1,2}, PATRICK GUTMANN², JOHANNES DOERFLER² und URSEL FANTZ^{1,2} — ¹Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM-Assoziation, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching — ²AG Experimentelle Plasmaphysik, Institut für Physik, Universität Augsburg, 86135 Augsburg

Quellen negativer Wasserstoffionen zur Neutralteilchenheizung an Fusionsexperimenten basieren auf der induktiven Plasmaerzeugung in zylindrischen Gefäßen, den sogenannten Drivern. Von den Drivern ausgehend expandiert das Plasma in Richtung der Konverter- bzw. Extraktionsoberfläche wo die Erzeugung und Extraktion der negativen Ionen stattfindet. Die Untersuchung alternativer HF-Einkopplungsmethoden verspricht einerseits eine Reduktion der benötigten hohen Leistung (bis zu 90 kW pro Driver wobei 8 Driver für die Quelle für ITER vorgesehen sind) und andererseits eine bessere Plasmahomogenität über der großen Konverteroberfläche (1,9 x 0,9 m² bei der Ionenquelle für ITER). Ein effizienter HF-Heizmechanismus ist das Helikon-Prinzip, das auf Wellenheizung in magnetisierten Plasmen basiert. Eine homogene Plasmaerzeugung kann hingegen durch die Verwendung einer planaren ICP-Spule erreicht werden, die große Teile der Rückplatte der Ionenquelle abdeckt. Grundlegende Betrachtungen der Realisierbarkeit dieser beiden Kopplungskonzepte finden an zwei Laborexperimenten statt, wobei erste Ergebnisse vorgestellt werden.

P 19.5 Wed 16:30 SPA Foyer

Quantum breathing frequency of nanoplasmas — ●TOBIAS DORNHEIM, ALEXEY FILINOV, JAN WILLEM ABRAHAM, and MICHAEL BONITZ — ITAP, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Leibnizstraße 15, 24098 Kiel

Spatially confined charged particle systems ("nanoplasmas") are of increasing interest in condensed matter (quantum dots), metal clusters or for the interior of compact stars. The quantum breathing mode (QBM) has been proposed as a possible diagnostics for such systems [1]. We investigate the frequency of the QBM of charged particles in one, two and three dimensional systems for the whole range of coupling strengths and a variety of particle numbers. We present results from ab initio calculations of thermodynamic properties like e.g. energies and densities of up to $N \sim 10^4$ trapped particles, using a GPU accelerated realization of the Worm Algorithm Path Integral Monte Carlo scheme [2]. A recently published improved sum rule formalism [3] allows us to obtain an accurate upper bound for the breathing mode frequency. Finally we compare our results to available data for trapped charged fermions [3] and discuss the influence of Bose- and Fermi-statistics.

[1] C.R. McDonald et al., *Phys. Rev. Lett.*, in press

[2] M. Boninsegni et al., *Phys. Rev. E* **74**, 036701 (2006)

[3] J.W. Abraham et al., *ArXiv e-prints* **1311.5371**, (2013)

P 19.6 Wed 16:30 SPA Foyer

Controlled structures in laterally patterned barrier discharges by illumination of a semiconductor electrode — ROBERT WILD, THOMAS SCHUMANN, and ●LARS STOLLENWERK — Institute of Physics, Ernst-Moritz-Arndt University of Greifswald

In this contribution, we present a possibility to actively control emerging patterns in laterally extended barrier discharges. One of the barriers is a semiconductive GaAs electrode. As the electrode is illuminated from its plasma-far side, the voltage inside the plasma gap is increased. If the gap voltage becomes higher than the ignition voltage of the gas, a (laterally patterned) discharge is started. The lateral resolution of the illumination induced discharge control is determined. It is shown that the variation of illumination power density is the most sensitive way to control the luminosity gradient of the discharge boundary in a laterally homogeneous discharge. It is further shown that also the number of current spots in a patterned discharge can be influenced by the external illumination.

Funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft, Sonderforschungsbereich SFB TRR-24, B14.

P 19.7 Wed 16:30 SPA Foyer

Gyrokinetic investigations of fast magnetic reconnection

— •JOEL CLEMENTSON¹, LARS LEWERENTZ², OLAF GRULKE^{1,2}, HANNES BOHLIN^{1,2}, PHILIPP KEMPKE^{1,2}, KIAN RAHBARNIA¹, RALF SCHNEIDER², ADRIAN VON STECHOW^{1,2}, RICHARD SYDORA³, and THOMAS KLINGER^{1,2} — ¹Max-Planck/Princeton Research Center on Plasma Physics, Max Planck Institute for Plasma Physics, EURATOM Association, DE-17491 Greifswald, Germany — ²Department of Physics, University of Greifswald, DE-17487 Greifswald, Germany — ³Department of Physics, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada T6G 2E1

Gyrokinetic simulations of magnetic reconnection in weakly collisional plasmas are presented. A two-dimensional gyrokinetic particle-in-cell (2D-gyroPIC) model, tailored to the experimental conditions of the VINETA-II linear device, is employed to investigate the physics of fast reconnection. The evolutions of fields and particle distribution functions are studied as functions of reconnection drive, inhomogeneity effects, and the ratio of parallel to perpendicular magnetic fields relative the induced current sheet. Key objectives of the work include electron and ion drift motions and the role of fluctuations on reconnection in low-collisionality systems.

P 19.8 Wed 16:30 SPA Foyer

Plasma parameter study of an inductively coupled radio frequency argon discharge — •C. KÜLLIG, TH. WEGNER, and J. MEICHSNER — Ernst-Moritz-Arndt-Universität, 17489 Greifswald

This contribution presents results of a comprehensive plasma parameter study of a 13.56 MHz inductively coupled radio frequency (ICRF) argon discharge. In particular, it will be discussed the behavior of the E- to H-mode transition. Thereby, it is considered the positive ion saturation current and floating potential, which were measured by a Langmuir probe. Furthermore, the line integrated electron density was measured by a 160 GHz microwave interferometer. All parameters provide information about the E- to H-mode transition. For instance the amount of the positive ion saturation current and the line integrated electron density increases from 10^{-5} to 10^{-3} A and from 10^{14} to 10^{17} m⁻², respectively. Whereby, the transition appears continuously for low pressure in contrast to the step-like behavior reported in literature. Furthermore, the mode transition is discussed by the spatio-temporal excitation rate pattern of argon at 750 nm calculated from phase resolved optical emission spectroscopy (PROES). Thereby, the typical excitation due to electron heating during RF sheath expansion appears in the E-mode. This mode is comparable to a capacitively coupled RF argon plasma. In the H-mode no excitation rate patterns can be separated. Here the excitation patterns are blurred. In addition, the hysteresis effect was studied and it was found an increasing hysteresis in the E-H-E-mode transition with raising pressure.

// Funded by the DFG CRC/Transregio 24, project B5.

P 19.9 Wed 16:30 SPA Foyer

Volumen und oberflächenunterstützte Erzeugung von negativen Wasserstoffionen in einem Niederdruck-ECR-Plasma — •UWE KURUTZ^{1,2}, URSEL FANTZ^{1,2} und DAVID RAUNER² — ¹Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM-Assoziation, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching — ²AG Experimentelle Plasmaphysik, Institut für Physik, Universität Augsburg, 86135 Augsburg

In Ionenquellen für negative Wasserstoffionen, wie sie unter anderem an Beschleunigersystemen eingesetzt werden, erfolgt die Erzeugung negativer Ionen entweder durch einen Volumen- oder einen Oberflächenprozess. Der Volumenprozess allein ist für viele Anwendungen jedoch zu ineffektiv und hohe negative Ionendichten bei geringem Quelldruck werden derzeit nur über Oberflächen mit abgesenkter Austrittsarbeit erzeugt. Hierfür wird Cäsium in die Quelle verdampft, dessen Dynamik im Plasma und an der Oberfläche jedoch die zeitliche Stabilität und die Reproduzierbarkeit beeinträchtigt. In einem ECR-Plasma (min. Druck 0.3Pa, max. Leistung 1kW) werden daher Alternativen zur effektiven Erzeugung negativer Wasserstoffionen untersucht. In dem nach dem Tandem-Prinzip arbeitenden Experiment wird der Einfluss verschiedener Materialien auf die negative Ionendichte mit einem Laserdetachment-System gemessen und mit der Erzeugung über den reinen Volumenprozess verglichen. Plasmamparameter wie Elektronendichte und -temperatur werden mittels Langmuirsonde bestimmt. Die absoluten Ionendichten aus der Laserdetachment-Messung werden mittels Cavity-Ringdown-Spektroskopie überprüft und Ergebnissen einer 0-dim. Teilchenbilanz gegenübergestellt.

P 19.10 Wed 16:30 SPA Foyer

Erste Resultate des ITER-relevanten Teststands ELISE für negative Wasserstoffionen — •DIRK WÜNDERLICH, PETER FRAN-

ZEN, URSEL FANTZ und NNBI-TEAM — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching

Das für Heizung und Stromtrieb an ITER vorgesehene Neutralteilchen-Injektionssystem basiert auf HF-Quellen für negative Wasserstoff- oder Deuteriumionen. Wichtiger Zwischenschritt bei der Entwicklung dieser Ionenquellen ist der Teststand ELISE ($A_{\text{extr}} = 0.1, \text{m}^2$, halbe Größe der für ITER vorgesehenen Extraktionsfläche) am MPI für Plasmaphysik in Garching. Der Teststand selber, die installierten Diagnostiken sowie einige seit der Inbetriebnahme Ende 2012 erzielten Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

In einer ersten Betriebsphase wurden die Plasmamparameter und deren Abhängigkeiten untersucht. Es konnte unter anderem gezeigt werden, dass bei Betreiben des magnetischen Filters (durch einen Strom im Plasmagitter induziert) deutlich unterhalb der Maximalparameter dennoch die Elektronentemperatur auf etwa 1 eV reduziert wird. Solche Temperaturen sind eine notwendige Voraussetzung für eine ausreichende Dichte negativer Ionen im Plasma der Ionenquelle.

Schwerpunkt der folgenden Betriebsphasen ist die Erzeugung starker und zeitlich stabiler negativer Wasserstoff- und Deuteriumionenstrahlen. Bislang konnten Ströme von über 12 A (bei reduzierter HF-Leistung) sowie eine über mehr als 400 Sekunden stabile Extraktion bei ITER-relevantem Druck und Verhältnis von extrahierten Ionen zu ko-extrahierten Elektronen erreicht werden.

P 19.11 Wed 16:30 SPA Foyer

Propagation and Absorption of Electron Bernstein Waves in Linear Plasma Devices — •KIRILL RUMIANTSEV, WALTER KASPAREK, and ALF KÖHN — Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie, Stuttgart, Germany

Electromagnetic waves are used to deposit power in a plasma at electron cyclotron resonance (ω_{ce}). X- or O- waves have cutoffs depending on the plasma density and configuration of magnetic field and the waves reflect at ω_{pe} and ω_R^{cutoff} respectively. However, there exists a conversion mechanism of O- and X- waves into an electrostatic wave which called the Bernstein wave. This type of waves has no cutoffs and has a resonance at ω_{ce} making it possible to heat even over dense plasmas.

In this PhD work we will study the Bernstein waves and the conversion mechanism in a simplified geometry of a linear device in Stuttgart called FLIPS. A plasma will be created by electron cyclotron resonance heating at 2.45 GHz. Making use of the simplicity of the geometry it is possible to run a full wave simulation of the conversion mechanism and propagation of the Bernstein waves. The flexibility of the device allows us to create a magnetic mirror configuration and to study how it affects on the absorption of the Bernstein waves.

The details of experimental set up will be presented as well as results of the full wave simulation of the propagation and the absorption of the Bernstein waves and the first antenna prototype to excite the waves in the plasma.

P 19.12 Wed 16:30 SPA Foyer

Comparison of the measured and modeled $\text{N}_2(A^3\Sigma_u^+)$ metastables density in diffuse nitrogen barrier discharges — •SEBASTIAN NEMSCHOKMICHAL and JÜRGEN MEICHSNER — Universität Greifswald

The absolute density of the $\text{N}_2(A^3\Sigma_u^+, v=0)$ metastable is measured by laser-induced fluorescence spectroscopy in a diffuse nitrogen barrier discharge. Besides, the measured external electrical characteristics of the discharge are taken to determine the time dependent electron density and the rate coefficients for the excitation of the nitrogen metastables in an 1D-model for the nitrogen metastables density. As depletion processes, the pooling reaction of two metastables, the quenching with nitrogen atoms and the diffusion to the walls are considered in the model. Both the measurement and the simulation show an increase in metastables density during the discharge pulse and a decrease afterward. The measured axial metastables density profiles differ from the modeling, probably because of missing loss processes during the discharge pulse. Besides the comparison with the measurements, the model enables the calculation of the secondary electron emission by metastables to estimate the influence of this process on the discharge ignition. The calculation points out that the metastables density is large enough to have a significant influence on the formation of the diffuse discharge mode. Nevertheless, the modeled metastables diffusion current to the cathodic dielectric shows a bottleneck at the beginning of the discharge pulse caused by the delayed metastables production with respect to the discharge pulse.

P 19.13 Wed 16:30 SPA Foyer

Untersuchung des Einflusses von Verschiebungs- und Leitungsstromdichte auf Resonanzeffekte in Hochfrequenzplasmen — •SEBASTIAN WILCZEK¹, JAN TRIESCHMANN¹, JULIAN SCHULZE², EDMUND SCHÜNGEL², RALF PETER BRINKMANN¹, ZOLTAN DONKÓ³, ARANKA DERZSI³, IHOR KOROLOV³ und THOMAS MUSSENBRÖCK¹ — ¹Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik, Ruhr-Universität Bochum, 44801 Bochum, Germany — ²Department of Physics, West Virginia University, Morgantown, USA — ³Wigner Research Center for Physics, Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary

In kapazitiven Hochfrequenzentladungen verursacht das sich zeitlich ändernde elektrische Feld zwischen den Elektroden eine Stromdichte,

die durch die gesamte Entladung fließt. Unter normalen Bedingungen ist die Stromdichte in der Randschicht getragen durch die dielektrische Verschiebung, während die Stromdichte im Plasmabulk im Wesentlichen eine Leitungsstromdichte darstellt. Unter bestimmten Bedingungen zeigt der Plasmabulk allerdings eine signifikante periodische Störung der Quasineutralität, so dass auch hier ein nicht zu vernachlässigender Anteil der Stromdichte eine Verschiebungsstromdichte ist. Im Rahmen von Particle-In-Cell-Simulationen wird diese Störung der Quasineutralität durch die Anregung von Beams schneller Elektronen durch die nichtharmonisch oszillierende Randschicht hervorgerufen. Der Beitrag diskutiert den physikalischen Mechanismus der Beam-Erzeugung, der letztendlich als ein Resonanzeffekt identifiziert wird.