

P 28: Diagnostics II

Time: Friday 10:30–12:00

Location: SPA HS202

Invited Talk

P 28.1 Fri 10:30 SPA HS202

Diagnostische Spiegel: Herausforderung für ITER — ●ANDREY LITNOVSKY — IEK 4 Forschungszentrum Jülich D-52425 Jülich Germany

Aufgrund der extremen Neutronen- und Teilchenflüsse in ITER, werden bei allen optischen Diagnostiken Spiegel für die Plasmabeobachtung benutzt. Allerdings können die Spiegel ihre Reflektivität durch Plasmabeaufschlagung verlieren und damit die Funktionsfähigkeit entsprechender Diagnostiken beeinträchtigen. Da in ITER mehrere spiegel-basierte Systeme zur Maschinensicherheit dienen, ist bei Ausfall eines solchen Diagnostiksystems kein weiterer Plasmabetrieb möglich.

Aufgrund der Zerstäubung der Spiegeloberfläche durch schnelle Plasmateilchen, der Spiegel wird rau, wodurch die gerichtete Reflektivität vermindert wird. Außerdem, die Spiegel sind extrem empfindlich zu Ablagerung: eine Kontaminationsschicht von nur ca. 20 nm Dicke ist ausreichend für Minderung der Reflektivität im ultravioletten Bereich um mindestens 30%.

Um die Zerstäubung und die Ablagerung zu bekämpfen, wurde ein präzedenzloses internationales Forschungsprogramm organisiert, welches bereits Erfolge erzielt hat. So hat sich gezeigt, daß bei Einkristallspiegeln eine hervorragende Beibehaltung der optischen Eigenschaften während Zerstäubung nachgewiesen worden. Ein in-situ Spiegelreinigungssystem und optische Kanäle werden verwendet, um die Spiegel von Ablagerung zu schützen. Die entwickelte Geometrie dieser Kanäle hilft, die Plasmaverunreinigungen abzufangen. Eine Übersicht über Experimente und Modellierung sowie offene Fragen werden im Vortrag präsentiert und diskutiert.

P 28.2 Fri 11:00 SPA HS202

Zündphase eines Silizium-basierten Mikroplasma-Arrays durch Anregung mit Pulszügen — ●JUDITH GOLDA¹, VOLKER SCHULZ-VON DER GATHEN¹ und LAWRENCE OVERZET² — ¹Experimentalphysik II, Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Deutschland — ²University of Texas at Dallas, Texas, USA

Mikroplasma-Arrays mit pyramidalen Kavitäten (hergestellt in der Gruppe von G. Eden, UIUC) werden mit einer bipolaren Dreiecksspannung (10 kHz, ~800 V_{pp}) in Argon bei Atmosphärendruck betrieben. Sie zeigen dabei in phasenaufgelösten optischen Emissionsmessungen (PROES) bei Integration über mehrere Anregungszyklen dynamische Emissionsstrukturen innerhalb eines Entladungszyklus. Mit Simulationen wurde dagegen aufgrund der Komplexität nur der Beginn des ersten Entladungszyklus einzelner Kavitäten untersucht, sodass die verursachenden Prozesse und die beteiligten Spezies noch weitestgehend unbekannt sind. Im vorgestellten Projekt wurde daher die Zündphase anhand von elektrischen und optischen Messungen durch die Anregung mit Pulszügen untersucht. Die Ergebnisse der Emissionsmessungen zeigen, dass sich die Initialzündung in ihrem Zündverhalten deutlich von den nachfolgenden Anregungszyklen unterscheidet und ein Einschwingprozess stattfindet, der auf den Memory-Effekt zurückgeführt werden kann. Dieser Einschwingprozess weist Asymmetrien bezüglich der Polarität der Anregungsspannung auf. Ein Vergleich mit PROES-Messungen, die über eine Halbperiode des Anregungszyklus integriert wurden, zeigt nicht nur eine zeitliche, sondern auch eine räumliche Abweichung. Gefördert durch die DFG FOR 1123.

P 28.3 Fri 11:15 SPA HS202

Dynamik einer selbstpulsenden, kontrahierten Entladung in einem Mikro-Plasmajet — DANIEL SCHRÖDER, SEBASTIAN BURHENN und ●VOLKER SCHULZ-VON DER GATHEN — Experimentalphysik II, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum

Niedertemperatur-Mikroplasmaquellen, wie der RF-betriebene mikroskalierte Atmosphärendruck-Plasmajet, besitzen großes Anwendungspotential, neigen aber zur Ausbildung von Instabilitäten, welche eine stabile und reproduzierbare Nutzung dieser, z.B. für biologische Messreihen, behindern. Eine prominente Instabilität ist der Wechsel

von einer homogenen Glimmentladung (α -mode) zu einer kontrahierten Entladung mit hoher Leistungsdichte und charakteristischer Plasmaemission an den Oberflächen der Elektroden (γ -mode). An Atmosphärendruck entwickelt sich diese innerhalb kürzester Zeit zu einer thermischen Instabilität weiter (Arcing), welche durch die hohen Temperaturen zur Zerstörung des Jets führt. Durch die Wahl einer keilförmigen Elektrodenkonfiguration des Mikroplasma-Jets ist es möglich, eine neuartige Betriebsart zu realisieren, die sich durch die Koexistenz beider Entladungsmodi innerhalb des Entladungsvolumen auszeichnet. Diese ermöglicht die simultane Untersuchung beider Modi ohne eine Zerstörung des Jets. Globale elektrische Messungen von Strom und Spannung und phasenaufgelöste optische Emissionsspektroskopie (PROES) werden angewendet, um die transiente Dynamik dieses selbstpulsenden Entladungsphänomens zu untersuchen. Gefördert durch die DFG in der Forschergruppe FOR1123.

P 28.4 Fri 11:30 SPA HS202

Charakterisierung von Plasmaquellen mit einem multifunktionalen Plasma- und Beschichtungssensor — ●KLAUS ELLMER¹, THOMAS WELZEL², MICHAEL WEISE³ und KARSTEN HARBAUER¹ — ¹Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie, Hahn-Meitner-Platz 1, 14109 Berlin — ²Technische Hochschule Mittelhessen, Campus Gießen, Wiesenstr. 14, 35390 Gießen — ³Optotransmitter-Umweltschutz-Technologie e.V. Köpenicker Landstr. 325, 12555 Berlin

Mit dem in unserer Arbeitsgruppe kürzlich entwickelten multifunktionalen Plasma- und Beschichtungssensor (Ref. [1]) wurden verschiedene Plasmaquellen untersucht: - Magnetronsputterquelle, - HF-Ionenquelle und - ECR-Plasmaquelle. Durch die Kombination einer Schwingquartz-Abscheideratenmessung, einer Langmuir-Sondenmessung zur Ermittlung der Ladungsträgerdichten, Potenziale und mittleren Elektronenenergie des Plasmas sowie der Bestimmung des integralen Energieeinstroms auf die wachsende Schicht durch Messung der Temperatur des Schwingquarzes, können die Teilchenströme (Ionen, Elektronen, Neutralteilchen) beim Schichtwachstum oder Schichtabtrag bestimmt werden. Die kompakte Bauweise des multifunktionalen Plasma- und Beschichtungssensor erlaubte es, in kurzer Zeit die radialen und axialen Charakteristiken der Plasmaquellen zu vermessen und aus den Einzelgrößen das Ionen-Neutralteilchen-Verhältnis für die Beschichtungs- bzw. Ätzprozesse zu berechnen.

[1] T. Welzel, M. Kellermeier, K. Harbauer, K. Ellmer, Appl. Phys. Lett. 102 (2013) 211605.

P 28.5 Fri 11:45 SPA HS202

Einfluss kinetischer Effekte auf das Spektrum resonanzspektroskopischer Sonden — ●JENS OBERRATH und RALF PETER BRINKMANN — Theoretische Elektrotechnik, Ruhr-Universität Bochum, Bochum

Aktive Plasmaresonanzspektroskopie (APRS) stellt eine industriekompatible Plasmadiagnostik dar und wurde in der Vergangenheit in vielen unterschiedlichen Bauformen realisiert. Zwei bestimmte Bauformen sind die Impedanz- (IP) und die Multipol-Resonanz-Sonde (MRP). Bei der Verwendung der APRS im Druckbereich von wenigen Pascal stellt sich die Frage, ob kinetische Effekte einen signifikanten Einfluss auf das gemessene Spektrum haben. Zur Untersuchung dieser Frage ist ein kinetisches Modell der APRS nötig [1]. Mit Hilfe funktionalanalytischer Methoden kann ein solches kinetisches Modell zur IP und MRP gelöst werden, um das Spektrum zu den beiden Sonden zu ermitteln. Die kinetisch berechneten Spektren zeigen deutlich eine Resonanzverbreiterung im Vergleich zu fluidodynamischen Rechnungen, die ausschließlich mit kinetischen Effekten erklärt werden kann. Somit ermöglicht die kinetisch berechnete Halbwertsbreite eine verbesserte Auswertung einer Messung mit der IP oder MRP zur Bestimmung der Elektronentemperatur.

[1] J. Oberrath, T. Mussenbrock, R.P. Brinkmann, Active plasma resonance spectroscopy: A kinetically functional analytic description, arXiv:1305.7253 [physics.plasm-ph]