

## P 16: Magnetischer Einschluss II/Plasmalichttechnik

Time: Thursday 10:30–12:40

Location: V57.01

## Invited Talk

P 16.1 Thu 10:30 V57.01

**RF-Heizszenarien am WEGA Stellarator** — ●MATTHIAS OTTE, HEINRICH LAQUA und TORSTEN STANGE — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, TI Greifswald, EURATOM Ass., D-17491 Greifswald

Am WEGA Stellarator kommen zwei Radiofrequenzsysteme mit 2,45GHz (26kW, cw) und 28GHz (10kW, cw) zur Erzeugung und Heizung von Plasmen sowie zum Stromtrieb zum Einsatz. Beim gleichzeitigen Einsatz beider Heizsysteme treten dabei Synergieeffekte auf, die Zugang zu sonst nicht erreichbaren Plasmaparametern ermöglichen. Durch Assistenz des 2,45GHz-Systems konnte in einem mittels 28GHz geheizten Plasma bei einem Magnetfeld von 0.5T der Dichte-Cut-Off von  $1.0 \times 10^{19} \text{m}^{-3}$  überschritten und elektrostatische Bernsteinwellen über einen mehrstufigen Konversionsprozess angeregt werden. Während dieses Heizprozesses konnte eine überthermische Elektronenkomponente mit Energien im Bereich von bis zu 100keV detektiert werden. Bei geringen Plasmadichten von etwa  $2 \times 10^{18} \text{m}^{-3}$ , erzeugt durch die 28GHz Heizung, wurde ein Verhalten beobachtet, bei dem die 2,45GHz Wellen an hochenergetische Elektronen koppeln und dabei Teilchenenergien im MeV-Bereich und Plasmaströme mit  $>100 \text{A/kW}$  generieren. Experimente weisen darauf hin, dass sich diese hochenergetischen Elektronen auf stabilen Driftbahnen bewegen, die stark zum Rand des Plasmas verschoben sind. Dabei kollidieren sie mit Gefäßeinbauten und erzeugen Gammastrahlung. Simulationsrechnungen stützen die These des magnetischen Einschlusses solcher hochenergetischen Teilchen in eine magnetische Vorzugsrichtung.

## Topical Talk

P 16.2 Thu 11:00 V57.01

**Impact of zonal potential fluctuations on the formation of isolated turbulent structures** — ●THOMAS WINDISCH<sup>1</sup>, OLAF GRULKE<sup>1</sup>, and THOMAS KLINGER<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck Institute for Plasma Physics, EURATOM Association, 17491 Greifswald, Germany — <sup>2</sup>Ernst-Moritz Arndt University, 17489 Greifswald, Germany

It is well known that radially propagating turbulent structures contribute significantly to the fluctuation induced particle and energy loss across the confining magnetic field of fusion devices. While in the last decade the propagation properties of these structures have been intensively investigated in experiment and simulation, their formation process in the plasma edge region is not well understood due to limitations of the available diagnostics. Numerical simulations suggest that zonal flows play an important role in the formation process of the turbulent structures [1]. Here, if the shear damping rate of zonal flows is small, isolated structures can develop from positive wave crests of interchange filaments. In the other case of high shear damping rates radial streamers are observed.

In this paper the relation between zonal potential perturbations and the formation of isolated turbulent structures is analyzed using experimental data obtained in the linearly magnetized laboratory device VINETA and compared to three-dimensional numerical simulations (CYTO). Simultaneous measurements of local density fluctuation events and azimuthally averaged potential fluctuations are presented.

[1] Russell DA et al. Phys. Plasmas 16 122304 (2009)

P 16.3 Thu 11:25 V57.01

**Einfluss der Turbulenz im Einschlussbereich auf Blobeigenschaften in der Abschältschicht** — ●GOLO FUCHERT<sup>1</sup>, BASTIAN BÄTZ<sup>1</sup>, MIRKO RAMISCH<sup>1</sup> und ULRICH STROTH<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Plasmaforschung, Universität Stuttgart — <sup>2</sup>Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, Garching

Intermittente Dichtestrukturen, sogenannte Blobs, welche sich durch eine radiale Auswärtsbewegung auszeichnen, werden in unterschiedlichsten Plasmaexperimenten beobachtet. Dies lässt einen universellen Mechanismus hinter den Blobs vermuten. Unter anderem beobachtet man Blobs in der Abschältschicht toroidal eingeschlossener Fusionsplasmen, wo sie wesentlich zum Transport beitragen. Damit ist das Verständnis der Blobs wichtig für Vorhersagen der Belastung der ersten Wand in Fusionsexperimenten.

Am Stellarator TJ-K werden Blobs beobachtet, welche am Plasmarand entstehen. Frühere Messungen haben gezeigt, dass Dichtestrukturen der im Einschlussbereich vorherrschenden Driftwellen-Turbulenz eine wichtige Rolle bei der Blobentstehung spielen. Die statistischen Eigenschaften der Blobs werden mit Hilfe von Langmuirsonden und einer Hochgeschwindigkeitskamera untersucht, etwa ihre Auftrittshäu-

figkeit oder mittlere Größe. Es zeigt sich dabei, dass die untersuchten Eigenschaften der Blobs im TJ-K keine unabhängigen Größen zu sein scheinen, sondern im wesentlichen von Eigenschaften der Driftwellenturbulenz im Einschlussbereich bestimmt werden.

P 16.4 Thu 11:40 V57.01

**Expanding Structures in Magnetized Plasmas** — ●TIMO SCHRÖDER<sup>1</sup>, OLAF GRULKE<sup>1</sup>, THOMAS KLINGER<sup>1,2</sup>, ROD BOSWELL<sup>3</sup>, and CHRISTINE CHARLES<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Association, Greifswald — <sup>2</sup>E.-M.-A. Universität, Greifswald — <sup>3</sup>Australian National University, Canberra

Double layers (DL, i.e. localized boundary layers between two plasma regimes of significantly different plasma potential,  $\Delta\Phi > k_B T_e/e$ ) result in strong electric fields. One can distinguish between current-carrying and current-free DLs. Especially the latter can form under various conditions. Although they have been observed in both space and laboratory plasmas the mechanism of their formation is still under debate. Laboratory experiments have shown that current-free DLs usually form due to an expanding magnetic field and/or an expanding device geometry. However, in early experiments Hairapetian and Stenzel (1988) observed an acceleration of ions in the ignition phase of a thermionic discharge due to a propagating DL. The present work uses rf discharges to investigate the mechanisms of the ion acceleration and the DL formation. Static DLs can already be observed in the plasma expansion created by a pulsed rf source. By using a fast valve it is possible to inject the working gas directly into the source region and the expansion chamber can be kept almost at base pressure. It is demonstrated that the combination of a short gas puff and a short rf pulse finally leads to a propagating DL. Measurements on its spatio-temporal dynamic and effect on the ion kinetics will be presented.

P 16.5 Thu 11:55 V57.01

**Betrieb von elektrodenlosen HID-Lampen durch plasmageführte Mikrowellen** — ●CHRISTOPH KAISER, MOHAN ÖGÜN und RAINER KLING — Karlsruher Institut für Technologie, Lichttechnisches Institut, Karlsruhe, Germany

Die Steigerung der Effizienz, so wie die Erhöhung der Lebensdauer von Hochdrucklampen (HID-Lampen) ist Gegenstand aktueller Forschung. Die Elektroden der Lampen begünstigen einen Wärmetransport zur Außenseite der Lampe und reduzieren so den Wirkungsgrad. Andererseits limitiert die Erosion der Elektroden die Lebensdauer. Beide Mechanismen können unterbunden werden, wenn der Leistungseintrag in die Lampe ohne Elektroden durchgeführt wird. Eine Möglichkeit hierfür ist die Anregung mittels plasmageführten Mikrowellen.

Durch elektrische Feldsimulationen wurden verschiedene auf Indium und Magnesium basierende Entladungskonfigurationen eruiert und experimentell verifiziert. Hierzu wurden die spektral aufgelösten Strahlungsflüsse der unterschiedlichen Konfigurationen und die aufgenommene Leistung ermittelt. Thermographische Messungen an den Plasmen und den Entladungsgefäßen wurden durchgeführt. Die experimentellen Ergebnisse wurden denen der Simulation entgegengestellt.

Ein erheblicher Einfluss des Skineffekts auf die Ausprägung der Hochdruckentladung konnte gezeigt werden. So nimmt die Leitung der Mikrowellen über den Rand der Entladung mit steigender Plasmatemperatur stark zu. Das Verhalten lässt sich durch die starke Abhängigkeit des Skineffekts von den dielektrischen Eigenschaften des Plasmas erklären.

P 16.6 Thu 12:10 V57.01

**Untersuchung der Zündung von HID-Lampen für Automobilscheinwerfer durch elektrische und optische Messungen** — ●ANDRE BERGNER, THOMAS HÖBING, CORNELIA RUHRMANN, JÜRGEN MENTEL und PETER AWAKOWICZ — Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl AEPT, Universitätsstraße 150, 44801 Bochum

Hochdruckgasentladungslampen (HID-Lampen) werden benötigt, um hohe Lichtströme zu erzeugen. Ein spezielles Anwendungsfeld ist die Verwendung von HID-Lampen in Automobilscheinwerfern. Aus Sicherheitsgründen und wegen gesetzlicher Bestimmungen müssen diese Lampen schnellanlauffähig und heiß zündbar sein. Deshalb sind diese Lampen mit 1,5 MPa Xenon gefüllt. Allerdings führt dieser hohe Kaltfülldruck zu einer deutlichen Erhöhung der Zündspannung (Paschen-Gesetz).

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Analyse und Optimierung des Zündvorgangs durch Kurzaufnahmen und elektrische Messungen. Die Hochgeschwindigkeitsfotografie mittels ICCD-Kamera zeigt die zeitliche Entwicklung des Zündfunken.

Die Autoren danken für die finanzielle Unterstützung durch das CATRENE SEEL project (CA502), das BMBF (FKZ: 13N11265) und die Ruhr University Research School.

P 16.7 Thu 12:25 V57.01

**Kombination optischer Emissions- und Absorptions-Spektroskopie an HID Lampen** — ●CORNELIA RUHRMANN, ANDRE BERGNER, THOMAS HÖBING, JÜRGEN MENDEL und PETER AWAKOWICZ — Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstraße 150, 44801 Bochum

Hochdruckgasentladungslampen (HID-Lampen) enthalten seltene Er-

den, um die Lichtfarbe einzustellen und meistens Quecksilber, um einen hohen Hintergrundgasdruck und dadurch einen geeigneten Leistungseintrag in den Lichtbogen zu gewährleisten. Aufgrund seiner Toxizität, ist der Ersatz von Quecksilber ein wichtiges Ziel innerhalb der Forschung an HID-Lampen.

Derzeit wird der absolut kalibrierte Emissionskoeffizient einer Quecksilber-Doppellinie genutzt, um die Plasmatemperatur und damit Teilchendichten in HID-Lampen zu bestimmen. Die Kombination von optischer Emissions- und Absorptions-Spektroskopie an geeigneten Linien von seltenen Erden erlaubt, unabhängig von Quecksilber-Emissionslinien, eine Bestimmung der Plasmatemperatur. Diese Methode ermöglicht es auch in quecksilberfreien Lampen absolute Dichten von Seltenen-Erd-Atomen und -Ionen zu bestimmen.

Diese Arbeit wurde gefördert durch die Research School der Ruhr-Universität Bochum und Philips Lighting, NL.