

P 18: Theorie/Modellierung

Time: Thursday 14:00–16:00

Location: V57.01

Invited Talk

P 18.1 Thu 14:00 V57.01

ESTELL: ein quasi-toroidalsymmetrischer Stellarator — ●MICHAEL DREVLAK — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Greifswald, Deutschland

Anlagen zur magnetischen Kernfusion müssen energiereiche Alphateilchen ausreichend lange einschließen, um durch die resultierende Heizung des Plasmas die Fusionsreaktion aufrecht zu erhalten. Dies gelingt beispielsweise, wenn der Betrag des Magnetfeldes in magnetischen Koordinaten poloidal, toroidal oder helikal symmetrisch ist.

Der Entwurf ESTELL für einen quasi-toroidalsymmetrischen Stellarator könnte zum ersten Stellarator dieses Symmetrietyps führen und damit eine wichtige Forschungslücke im Spektrum der potentiell reaktortauglichen Stellaratortypen schließen. Eine solche Konfiguration ist in magnetischen Koordinaten einem Tokamak sehr ähnlich.

Der Bau dieses Experimentes wurde durch die Universität Nancy beantragt. Weitere Symmetrietypen werden vorgestellt und diskutiert.

Invited Talk

P 18.2 Thu 14:30 V57.01

Struktur, Entstehung und Zeitentwicklung von Zonal Flows und geoakustische Moden — ●KLAUS HALLATSCHKE, MARKUS DAFINGER, NIELS GÜRTLER, ROBERT HAGER und ANDREAS KAMMEL — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, D-85748 Garching

Globale Strömungen in magnetisierten Plasmen besitzen auf Grund des eingefrorenen Flusses und der Magnetfeldinhomogenitäten eine dreidimensionale Struktur, was den geläufigen zweidimensionalen Vorstellungen widerspricht, die man etwa anhand eines Vergleichs mit den Verhältnissen in den großen Gasplaneten gewinnen kann. Das entstehende komplexe Wechselspiel zwischen den verschiedenen turbulenten Transportgrößen wurde in detaillierten Zweiflüssigkeits- und gyrokinetischen Simulationen erforscht, so dass klare Aussagen über die turbulenzvermittelte Entstehung und Zeitentwicklung der Strömungen gemacht werden können. So lassen sich bei den geoakustischen Moden (GAM) globale Eigenzustände nachweisen, die ohne Turbulenz zerfallen würden und bei der Entstehung der H-Mode, der kürzlich beobachteten pulsierenden GAM-Aktivität in ASDEX Upgrade und bei möglichen Versuchen GAMs extern anzuregen von Bedeutung sein könnten. In toroidalen Turbulenzrechnungen für Zonal Flows können die genauen Mechanismen für die Entstehung einer robusten charakteristischen Längenskala angegeben werden. Bei Zonal Flows in Verbindung mit Driftwellenturbulenz in ebener Geometrie - planetaren Strömungen am ähnlichsten - ergeben sich zwei stabile Verschönerungsraten, deren räumliche Skalenlängen wiederum von der Vorgeschichte abhängen und damit quasi Information speichern können.

P 18.3 Thu 15:00 V57.01

Kinetische Beschreibung der Impedanzsonde — ●JENS OBERRATH, THOMAS MUSSENBRÖCK und RALF PETER BRINKMANN — Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik, Ruhr-Universität Bochum

Aktive Plasmaresonanzspektroskopie (APRS) stellt eine industriekompatible Plasmadiagnostik dar und wurde in der Vergangenheit in vielen unterschiedlichen Bauformen realisiert. Eine spezielle Bauform ist die Impedanzsonde (Impedance Probe = IP). Die IP besteht aus einer kugelförmigen Elektrode, an die ein hochfrequentes Signal über ein Koaxialkabel angelegt wird. Mit Hilfe eines Netzwerkanalysators kann die Impedanz des Plasmas bestimmt werden und darüber Plasmaparameter wie z.B. die Elektronendichte. Bei Verwendung der IP im Druckbereich von wenigen Pascal stellt sich die Frage, ob kinetische Effekte relevant sind. Zur Untersuchung dieser Frage wird ein kinetisches Modell der IP benötigt.

Zur Beschreibung der APRS kann ein allgemeines kinetisches Modell hergeleitet werden [1]. In Kugelgeometrie stellt die IP die einfachste Bauform der APRS dar. Aufgrund dieser Geometrie und der Symmetrie der Anordnung kann das kinetische Modell vereinfacht und eine Integro-Differentialgleichung für das Potential hergeleitet werden. Dies erlaubt die Berechnung der Impedanz des Plasmas und damit die Auswertung einer Messung der IP. Mit Hilfe der kinetisch berechneten Impedanz sollen die Einflüsse der kinetischen Effekte auf das Resonanzverhalten der IP untersucht werden.

[1] J. Oberrath et al., Proceedings of the 30th ICPIG, B5-069 (2011)

P 18.4 Thu 15:15 V57.01

Hydrodynamic modelling of oxygen rf discharge — ●IGOR SHEYKIN, MARKUS M. BECKER, and DETLEF LOFFHAGEN — INP

Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald

Capacitively coupled RF (CCRF) oxygen plasmas are widely used for e.g. etching and sputtering. For a detailed understanding of the plasma behaviour, the influence of negative ions is of interest because of their effect on the charged species transport, plasma sheath conditions and the production of electrons due to detachment processes. In addition, metastable molecules can become important as well because of their large particle densities expected. To describe the spatiotemporal behaviour of CCRF oxygen plasmas in a discharge between plane electrodes with a gap of 2.5 cm, a hydrodynamic model has been used. It consists of the solution of the coupled system of the Poisson equation, of balance equations for the densities of 17 heavy particle species and the electrons as well as of the electron energy density involving about 180 collision processes in the reactive scheme. Assuming radial symmetry of the discharge plasma, a time-dependent, spatially one-dimensional model has been employed. The analysis has been performed for the periodic state at pressures between 50 and 1000 Pa, voltages from 0.2 to 1 kV and a frequency of 13.56 MHz. In particular, it was found that the densities of metastable molecules and atomic oxygen reach about 1% of the background gas density. O^- is the predominant negative ion in the plasma bulk, while the density of O_2^- and of electrons is at best one half of the O^- density in the plasma bulk.

The work was supported by DFG within SFB-TRR 24.

P 18.5 Thu 15:30 V57.01

Numerical studies regarding the new divertor design in ASDEX Upgrade with SOLPS5.0 — ●FELIX REIMOLD, ANDREA SCARABOSIO, MARCO WISCHMEIER, ALBRECHT HERRMANN, DAVID COSTER, and ASDEX UPGRADE TEAM — Max-Planck Institut für Plasmaphysik, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching, Germany

A new design using solid tungsten tiles for the divertor of ASDEX Upgrade is currently prepared. The possibility of changing the divertor geometry shall be used to increase the conductance between the pump chamber - housing the cryopump - and the volume below the baffle dome in order to increase the pumping efficiency. An increased pumping capability should provide access to lower plasma densities and more effective density control in ASDEX Upgrade discharges.

SOLPS5.0 and EIRENE (version 2001) modeling is used to assess the impact of the divertor geometry change on pumping efficiency, plasma performance and operational space. Results indicate an increase in pumping efficiency of the new divertor with respect to baffle dome neutral pressure of about 50%. Concomitantly, the simulations indicate a reduction of the baffle dome neutral pressure and gas puff achieving the same separatrix densities. Hence, particle throughput via the outer divertor plasma is reduced. The accessibility of low plasma density will be addressed.

P 18.6 Thu 15:45 V57.01

Modellierung von SiH₄-H₂-Plasmen zur Abscheidung von mikrokristallinem Silizium für Solarzellen — ●STEPHAN DANKO¹, DIRK BLUHM¹, OLIVER SCHMIDT¹, WLADISLAW DOBRYGIN² und RALF PETER BRINKMANN² — ¹Robert Bosch GmbH, Stuttgart — ²Ruhr-Universität Bochum

Für die Herstellung von Solarzellen aus Dünnschicht-Silizium wird auf eine chemische Abscheidung aus der Gasphase mit Plasmaunterstützung zurückgegriffen. Der Zusammenhang zwischen Plasmaparametern und Eigenschaften der Solarzellen ist bisher größtenteils unbekannt. Dementsprechend werden in der universitären Forschung verschiedenste Plasmaquellen für die Abscheidung von mikrokristallinem Silizium durch PECVD verwendet. In der Industrie haben sich kapazitiv gekoppelte Plasmaquellen bewährt. Es ist bekannt, dass die Schichteigenschaften stark von den gewählten Prozessbedingungen abhängen, jedoch sind bisher keine genaueren Zusammenhänge etabliert. In dieser Arbeit ist es Ziel, diese Korrelationen intensiver zu beleuchten.

In einem ersten Schritt wird die Silan-Wasserstoff-Chemie in einem eigens entwickelten globalen Modell untersucht. Die effektive Leistung im Plasma wird über einen Abgleich mit Experimenten abgeschätzt und der Einfluss der Zusammensetzung des Plasmas auf Zelleigenschaften wird analysiert.

Um dieses Modell zu ergänzen, wird die kapazitive Entladung in dem kommerziellen Fluidmodell CFD-ACE+ simuliert. Hierbei liegt der Fokus auf den entstehenden Dichteprofilen zwischen den Elektroden und deren Auswirkung auf Staub- und Schichtbildung.