

P 13: Magnetic Confinement

Time: Wednesday 14:30–17:30

Location: B 305

Topical Talk

P 13.1 We 14:30 B 305

Experimental investigations of the parallel dynamics of turbulent fluctuations in the scrape-off layer of Alcator C-Mod — •OLAF GRULKE¹, JAMES L. TERRY², and BRIAN LABOMBARD² — ¹MPI for Plasma Physics, EURATOM Association, and EMA University, Greifswald — ²PSFC, MIT, Cambridge, USA

It is generally observed that spatiotemporal turbulent structures in the scrape-off layer (SOL) of tokamaks are predominantly driven in the bad curvature region around the outboard midplane. However, those structures form filaments, which are fairly well aligned with and spread along the magnetic and are thus observed over a wide poloidal region. The parallel dynamics is of special interest since it determines important reactor quantities, like first wall recycling and divertor heat load. This paper presents experimental investigations of the parallel structure and dynamics of turbulent fluctuations in the SOL of Alcator C-Mod. The experimental approach is to observe the evolution of fluctuations using a set of diagnostics, which measure simultaneously along a magnetic flux tube. The fluctuations at the outboard midplane are detected using an 9x10 array of Dalphi diode views, spanning 4cm in vertical and horizontal direction. For particular magnetic field configurations this view is magnetically connected to either a scanning probe close to the lower X-point or past the X-point to divertor probes. A comparison of the statistical properties of the fluctuations in the three different regions and their dependence on the plasma density are presented. Based on correlation investigations the timescales of the parallel propagation are extracted.

P 13.2 We 14:55 B 305

Charakterisierung und Interpretation der Edge Snake zwischen ELMs an ASDEX Upgrade — •F. SOMMER, S. GÜNTHER, A. KALLENBACH, M. MARASCHEK, J. BOOM, R. FISCHER, A. GÜDE, N. HICKS, E. WOLFRUM und ASDEX UPGRADE TEAM — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Ass., Garching

An ASDEX Upgrade wurde zwischen Type-I ELMs eine noch nicht beschriebene Instabilität am Plasmarand entdeckt, die der Core Snake ähnelt und deshalb als Edge Snake bezeichnet wurde.

Dabei handelt es sich um eine Insel mit stark abgeschnürtem Stromfaden im O-Punkt, die in die diamagnetische Elektronendriftrotation rotiert. Die Edge Snake befindet sich mit einer toroidalen Modenzahl von $n=1$ auf der $q=6$ Fläche innerhalb der Separatrix im Bereich hoher Temperatur- und Dichtegradienten.

Durch Modellierung der Magnetfeldmessung konnten die magnetischen Signale simuliert und der Strom als Defektstrom mit einer Stärke von 150 A festgelegt werden, wodurch sich eine Stromdichte von 0,2 MA/m² ergibt. Im O-Punkt der Insel bildet sich im Temperatur- und Dichtegradienten eine Abflachung, die einen deutlichen Rückgang im Druckgradienten zur Folge hat. Der dadurch reduzierte neoklassische Bootstrap Strom, dessen ungestörte Stromdichte am Rand in der gleichen Größenordnung liegt, kann den Antrieb einleuchtend begründen.

Die Edge Snake konnte durch Vergleich verschiedener Eigenschaften ähnlicher Moden an JET, DIII-D und ASDEX Upgrade, wie z.B. Lokalisation oder notwendige Plasmaszenarien, klar von diesen abgegrenzt werden.

P 13.3 We 15:10 B 305

Entwicklung von magnetischen Strukturen am Plasmarand aufgrund von rotierenden resonanten magnetischen Störfeldern — •H. STOSCHUS¹, O. SCHMITZ¹, B. UNTERBERG¹, H. FRERICHS^{1,2}, M.W. JAKUBOWSKI³, U. KRUEZI¹, U. SAMM¹, D. SCHEGA¹ und AND THE TEXTOR TEAM¹ — ¹Institut für Energieforschung - Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, Assoziation EURATOM-FZ-Jülich, Trilaterales Euregio Cluster, Jülich — ²German Research School for Simulation Sciences, Jülich, Germany — ³Max Planck Institute for Plasma Physics, Association IPP-EURATOM, 17491 Greifswald, Germany

Externe resonante magnetische Störfelder (RMP) stellen für zukünftige Fusionsreaktoren wie ITER eine Methode zur Unterdrückung von Randschichtinstabilitäten (ELM) dar. Am Tokamak TEXTOR kann mit Hilfe des Dynamisch Ergodischen Divertors die Wirkung von RMP auf das Plasma untersucht werden. Der Beitrag fokussiert sich auf Messungen der Elektronendichte n_e und Temperatur T_e unter dem Einfluss von rotierenden RMP. Hierbei wird die Plasmarandschicht

($r/a > 0.9$) in n_e und T_e um 80% in Abhängigkeit der zugrunde liegenden Magnetfeldtopologie moduliert. Die lokale Magnetfeldstruktur kann experimentell durch die Phase zwischen n_e und T_e bestimmt werden. Wir zeigen Experimente mit variabler Störfeldrichtung (± 1 kHz) und somit unterschiedlicher relativer Rotationsfrequenz zwischen Plasma und RMP. Hierbei entwickelt sich die Magnetfeldstruktur mit der Störfeldamplitude nur für geringe Relativrotation entsprechend der Vakuumnäherung ohne Abschirmung des externen RMP Feldes.

P 13.4 We 15:25 B 305

Spin-up of plasma rotation by the application of rotating resonant magnetic perturbation — •TAO ZHANG, YUNFENG LIANG, ANDREAS KRÄMER-FLECKEN, YOUWEN SUN, SERGEY SOLDATOV, CHRISTOPHER WIEGMANN, and HANS RUDOLF KOSLOWSKI — Institut für Energieforschung - Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, Assoziation EURATOM-FZ-Jülich, Trilaterales Euregio Cluster, Jülich

Interaction between resonant magnetic perturbation (RMP) field and plasma rotation is one of the important physics issues for the application of instability control using RMP field in next fusion devices, i.e. ITER. On TEXTOR, the Dynamic Ergodic Divertor (DED) can produce either static or rotating fields. This allows a detailed study of the influence of RMP on plasma rotation. Recent experimental results show spin-up of plasma rotation with the application of a rotating $m/n=3/1$ RMP. In ohmic discharges, v_{perp} , plasma velocity perpendicular to the field line, is accelerated in electron diamagnetic drift direction (EDD) during the application of a 5kHz RMP rotating in EDD direction. However, no clear effects on v_{perp} were observed when the RMP rotating direction changed to ion diamagnetic drift direction. Here, v_{perp} is measured by the reflectometry at the plasma edge. This result indicates that the spin up of the plasma rotation in EDD direction with a rotating RMP field on TEXTOR is mainly due to the electromagnetic torque induced by the shielding current on the rational surface. In this paper, the beta dependence of the plasma spin up effect with a rotating RMP will be also presented.

P 13.5 We 15:40 B 305

Geometrische Magnetfeldeffekte im turbulenten Transport — •GREGOR BIRKENMEIER, PETER MANZ, BERNHARD NOLD, MIRKO RAMISCH und ULRICH STROTH — Institut für Plasmaphysik, Universität Stuttgart

Die dreidimensionale Struktur des einschließenden Magnetfeldes von toroidalen Plasmen spielt eine wichtige Rolle für die Eigenschaften der Plasmadynamik. Die Magnetfeldgeometrie beeinflusst insbesondere die Entstehung und Ausprägung der Plasmaturbulenz. Im Stellarator TJ-K können turbulente Fluktuationen im gesamten Einschlussgebiet mit Multisondenanordnungen detailliert diagnostiziert werden. Für die Interpretation der experimentellen Daten werden die relevanten Parameter der toroidalen Magnetfeldgeometrie numerisch berechnet. Größen wie Magnetfeldkrümmung und magnetische Verscherung werden den gemessenen Eigenschaften der Fluktuationen und des turbulenten Transports gegenüber gestellt. Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung der 3D-Struktur der Turbulenz auf einer Flussfläche. Dazu werden an zwei verschiedenen toroidalen Stellen Multisondenarrays eingesetzt, die angepasst an die Flussflächenform im poloidalen Querschnitt die poloidale Abhängigkeit von Dichte- und Potentialfluktuationen liefern. Diese Messungen zeigen erhöhte Fluktuationsamplituden und maximalen turbulenten Transport im Bereich ungünstiger Magnetfeldkrümmung.

P 13.6 We 15:55 B 305

Anormale Ionenheizung in TJ-K — •SEBASTIAN ENGE, GREGOR BIRKENMEIER, ALF KÖHN, PETER MANZ, MIRKO RAMISCH und ULRICH STROTH — Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 31, 70569 Stuttgart

An TJ-K wurden zwei optische Diagnostiken zur Bestimmung der Ionen-temperatur installiert: Laserinduzierte Fluoreszenz (LIF) als aktive Spektroskopie und ein Echelle-Spektrometer als passive Diagnostik. Beide Systeme nutzen die Doppler-Verbreiterung von Spektrallinien zur Bestimmung der Temperatur. LIF bietet eine Ortsauflösung und eine hohe spektrale und damit hohe Temperaturlösung. Die passive Spektroskopie bietet keine Ortsauflösung, ermöglicht dafür aber Messungen bei verschiedenen Gasen. Mittels LIF wurde das Ionen-

temperaturprofil vermessen, während mit dem Echelle-Spektrometer mittlere Temperaturen bei verschiedenen Gasen und Drücken gemessen wurden. Die gemessenen Ionentemperaturen beider Diagnostiken stimmen gut überein. Die Temperaturen reichen von Zimmertemperatur bis ca 1 eV und zeigen einen exponentiellen Abfall mit steigendem Druck, wohingegen das Neutralgas nicht erwärmt wird.

Die Messwerte wurden zusammen mit Daten aus Sondenmessungen verwendet um eine Ionenenergiebilanz aufzustellen. Die Konvektion dominiert dabei über alle Terme, was zu einem Energiedefizit führt. Dies deutet auf einen zusätzlichen Ionenheizprozess hin. Eine Abschätzung für eine möglich turbulente Ionenheizung wird vorgestellt.

20 min. break.

P 13.7 We 16:30 B 305

Stromtriebexperimente am Stellarator WEGA — ●ENRICO CHLECHOWITZ¹, HEINRICH P. LAQUA¹, JAKUB URBAN², ANDREAS WERNER¹ und MATTHIAS OTTE¹ — ¹MPI für Plasmaphysik, 17491 Greifswald, EURATOM Ass. — ²IPP, Prag, EURATOM Ass.

Die Kenntnis über den vorherrschenden Plasmastrom ist für die gewünschte Magnetfeldkonfiguration eines Tokamaks wie auch Stellarator essentiell. Hierbei lässt sich durch Anpassung dieses Stromes eine gezielte Variation der Magnetfeldlinienversicherung vornehmen. Die gemessene Spannung an der Rogowskispule, ein Solenoid, der sich poloidal um das Plasma windet, stellt die Magnetfeldänderung, resultierend aus einer Stromänderung, dar. Für die notwendige Integration des Signals wurde ein für W7-X neu entworfener digitaler Integrator, basierend auf einer gepochten Eingangsstufe und einer digitalen Integration, verwendet. Die Stromänderung bei der Modenkonzersion einer elektromagnetischen Welle, emittiert durch ein 28 GHz Gyrotron (10 kW), zu einer elektrostatischen Bernsteinwelle (EBW) wurde in Plasmen bei einer Feldstärke von 0.5 T untersucht. Die erzielten Ergebnisse hinsichtlich der Propagation der EBW im Plasma unter Berücksichtigung mit Langmuirsonden gemessener Dichteprofile konnten mit Ray-Tracing-Berechnungen verifiziert werden. Im Wasserstoffplasma konnten Ströme im kA-Bereich bei zusätzlicher Verwendung einer nichtresonanten Heizung mittels zweier 2,45 GHz Magnetrons (20 + 6 kW) gemessen werden. Ferner war es möglich mit Hilfe eines 5-Arm-Transformator sowie den vorhandenen Vertikalfeldspulen den Plasmastrom zusätzlich zu verstärken beziehungsweise abzuschwächen.

P 13.8 We 16:45 B 305

Magnetic field lines tracing for ITER ELM control coils — ●R. LAENGER¹, O. SCHMITZ¹, M. BECOULET², T. EVANS³, H. FRERICHS⁴, U. SAMM¹, and M. SCHAFFER³ — ¹Institut für Energieforschung - Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, Assoziation EURATOM-FZ-Jülich, Trilaterales Euregio Cluster, Jülich — ²Association EURATOM-CEA, Centre de Cadarache — ³General Atomics, San Diego, CA, USA — ⁴German Research School for Simulation Sciences, Jülich, Germany

For the mitigation of high, transient heat and particle fluxes caused by Edge Localized Modes (ELMs), magnetic perturbation coils are planed at the next step fusion experiment ITER. These coils generate an external magnetic perturbation field with a resonant alignment to the field line pitch angle in the plasma edge, breaking the axisymmetry of the tokamak. In this contribution, a detailed study of the new three-dimensional magnetic boundary, computed from vacuum field line tracing, is shown. Analysis of the perturbed system with Poincaré

plots and modeling of the field line connection length shows that a system evolves which is very similar to the stochastic boundary applied at the DIII-D tokamak for complete ELM suppression [T.E.Evans et al., Nature Phys. 2, 419 (2006)]. The open field line region intersects the divertor target in ITER in a helical pattern which will determine a non-axisymmetric heat and particle fluxes. The magnetic footprint geometry will be presented for a standard, inductive plasma setup as well as for a high magnetic shear, steady state scenario and discussed with particular reference to recent ITER divertor design reviews.

P 13.9 We 17:00 B 305

Spektral aufgelöster 'Motional Stark Effekt' am ASDEX Upgrade — ●RENÉ REIMER¹, ANDREAS DINKLAGE¹, JÖRG HOBIK², MATTHIAS REICH² und ROBERT WOLF¹ — ¹Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Wendelsteinstr. 1, 17491 Greifswald — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching

Das MHD Gleichgewicht in einem magnetisch eingeschlossenen Fusionsplasma wird neben den Plasmaströmen von der Druckverteilung bestimmt. Der Plasmadiamagnetismus bewirkt eine Erniedrigung des Magnetfeldes bei einer Erhöhung des Plasmadruckes. Dieser Effekt kann über die Emission von injizierten hochenergetischen Neutralteilchen gemessen werden. Ausgenutzt wird die Linienaufspaltung der Strahlteilchen durch den sogenannten 'Motional Stark Effekt' (MSE). Eine Änderung des toroidalen Magnetfeldes infolge des diamagnetischen Effekts ergibt eine Änderung des resultierenden Stark-Multipletts. Ziel ist es am Tokamak ASDEX Upgrade ein diagnostisches Werkzeug bereitzustellen, mit dessen Hilfe der Gesamtdruck unter Berücksichtigung der schnellen Ionen ermittelt werden kann. Erste Messungen werden vorgestellt und Detektionsgrenzen anhand der gewonnenen Resultate dargestellt. Die Rekonstruktion des MHD-Gleichgewichts mit den Ergebnissen der spektral aufgelösten MSE werden diskutiert.

P 13.10 We 17:15 B 305

Investigation of passive edge emission at ASDEX Upgrade — ●ELEONORA VIEZZER, THOMAS PÜTTERICH, RALPH DUX, BENEDIKT GEIGER, ARNE KALLENBACH, RACHAEL MCDERMOTT, DIRK WÜNDERLICH, and ASDEX UPGRADE TEAM — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Association, Boltzmannstr. 2, D-85748 Garching

The spectral lines emitted in the plasma edge of ASDEX Upgrade blend with the spectra of the active charge exchange recombination spectroscopy (CXRS) measurements. The latter give information on plasma rotation, ion temperature and impurity density and therefore, CXRS is used as a standard diagnostic in magnetic confinement fusion. Quantifying the passive edge component is important for the distinction between the active and the passive signal. Additionally, the passive component itself enables insight into the processes occurring in the plasma edge. A model to describe the passive edge emission of spectral lines at ASDEX Upgrade has been developed. Dedicated experiments have been analyzed and the line-of-sight integrated measurements have been deconvoluted by forward modelling. The obtained radial emissivity profiles have been compared with the radiation simulated by the 1-D transport code STRAHL in order to quantify the contribution of electron impact excitation and thermal charge exchange (tcx), which are the main processes of the passive emission lines. For the quantification of the tcx emission, a neutral H density profile has been determined by the analysis of the H_γ emission and Monte-Carlo modelling using KN1D.