

P 10: Magnetischer Einschluss I

Time: Tuesday 14:00–16:00

Location: V57.02

Invited Talk

P 10.1 Tue 14:00 V57.02

Kontrolle von Edge Localised Modes - eine Herausforderung für ITER und den Fusionsreaktor — ●WOLFGANG SUTTROP und ASDEX UPGRADE TEAM — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, D-85740 Garching

Guter Energie-Einschluss ist in einem Kernfusionsplasma mit steilen Druckgradienten verbunden, die ihrerseits eine zyklisch auftretende Instabilität erzeugen, die sog. Edge Localised Mode (ELM). ELMs führen zu kurzzeitigem, wiederholt auftretendem stark erhöhtem Energieverlust des Plasmas, der durch hohe Leistungsdichte zur schnellen Erosion der ersten Wand führt und damit deren Lebensdauer intolerabel herabsetzt. Die Begrenzung von ELM-Verlusten ist ein Ziel einer Reihe von Experimenten, wobei die zur Zeit aussichtsreichste Methode die Anwendung helikaler Magnetfeldstörungen am eigentlich axisymmetrischen Tokamak-Plasma ist. Das Experiment ASDEX Upgrade in Garching verfügt seit Beginn 2011 über Störfeldspulen, mit deren Hilfe auch tatsächlich die ELM-Verluste stark verringert werden können. Völlig unerwartet hängt dieser Effekt nicht von der Magnetfeld-Konfiguration ab, sondern gelingt sowohl mit Störfeldern, die parallel zu Magnetfeldlinien im Plasma verlaufen (resonante Störungen) als auch nicht-resonanten Störfeldern. Damit scheidet als Erklärung die Ergodisierung des Magnetfelds am Rand des eingeschlossenen Plasmas aus, zumal das magnetische Störfeld aufgrund Abschirmung durch Spiegelströme im rotierenden Plasma nur sehr schwach eindringt. Im Vortrag wird der gegenwärtige Stand des Wissens aus experimenteller Sicht erläutert.

Invited Talk

P 10.2 Tue 14:30 V57.02

Studies of pure electron plasmas and partially neutralized plasmas in the CNT stellarator — ●THOMAS S. PEDERSEN, XABIER SARASOLA, and ERIC WINKLER — Max-Planck Institute for Plasma Physics, Garching and Greifswald, Germany

Non-neutral plasmas have been studied primarily in Penning traps in the past, but toroidal magnetic configurations are also of interest, and allow studies of partially neutralized plasmas, and potentially also electron-positron plasmas. The physics of partially neutralized plasmas is a largely unexplored area of plasma physics. Such plasmas have now been created and studied in the Columbia Non-neutral Torus (CNT), a two-period stellarator devoted to studies of non-neutral plasmas and electron-positron plasmas. Plasmas with any degree of neutralization can be created in steady state, and the whole range from pure electron plasma to quasi-neutral electron-ion plasma has been explored. As one varies the degree of neutralization, the plasma behavior changes significantly. Another recent result is that it is now possible to create pure electron plasmas without internal objects. This is an important step toward creation of the first electron-positron plasma on Earth. In addition to results from CNT, a brief overview of the plans for the electron-positron plasma experiment APEX will be presented.

P 10.3 Tue 15:00 V57.02

Bernsteinwellenheizung am Stellarator TJ-K — ●ALF KÖHN¹, ALEXANDER CHUSOV¹, UDO HÖFEL¹, EBERHARD HOLZHÄUER¹, MIRKO RAMISCH¹, STEFAN WOLF¹ und ULRICH STROTH^{1,2} — ¹Institut für Plasmaphysik, Universität Stuttgart — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, Garching

Übersteigt die Dichte eines Plasmas die Cutoff-Dichte der eingestrahlten Mikrowelle, so wird sie reflektiert und kann das Plasma somit nicht heizen. Für Elektronen-Bernstein-Wellen (EBW) existiert diese Beschränkung nicht, da sie keinen Cutoff besitzen und zusätzlich an der Elektronenzyklotronresonanz (EZR) und deren Harmonischen effizient absorbiert werden. Sie müssen allerdings an eingestrahlte elektromagnetische Wellen ankoppeln. Eine Möglichkeit stellt der O-X-B Modenkonzversionsprozess dar, dessen Effizienz vom Einstrahlwinkel und der Polarisation der Mikrowelle abhängt. Der Stellarator TJ-K erlaubt die Untersuchung von Entladungen, in denen Heizung durch EBW eine wesentliche Rolle spielt, wobei das Antennenfeld numerisch optimiert wurde. Mittels einer diamagnetischen Schleife lässt sich die Abhängigkeit der im Plasma gespeicherten Energie vom Einstrahlwinkel zeigen. Weiterhin kann man mit einer Rogowski-Spule einen toroidalen Nettostrom messen, dessen Skalierung mit der Heizleistung und dem Neutralgasdruck auf den Fisch-Boozer-Mechanismus als Antrieb durch die EBW schließen lässt. Die Variation des Hintergrundmagnetfeldes er-

laubt die Untersuchung der EBW-Heizung bei Harmonischen der EZR. Damit können bis zur 4. Harmonischen Plasmen hoher Dichte erzeugt werden, die einen ungewöhnlich niedrigen Fluktuationsgrad aufweisen.

P 10.4 Tue 15:15 V57.02

Untersuchung der Wärmeflussabschwächung in TEXTOR Disruptionen mit Gasinjektion — ●N. BAUMGARTEN, H.R. KOSŁOWSKI, M. LEHNEN, V. PHILIPPS, U. SAMM und DAS TEXTOR TEAM — Institut für Energie- und Klimaforschung - Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, Assoziation EURATOM-FZJ, Trilaterales Euregio Cluster, Jülich

Instabilitäten können in einem magnetisch eingeschlossenen Plasma zur Disruption führen, d.h. dem Verlust der thermischen und magnetischen Energie innerhalb von Millisekunden. Die Injektion großer Gas-mengen und die damit verbundene Energieabstrahlung kann Schädigungen von Wandkomponenten vorbeugen. Messungen an einem sphärischen Limiter in TEXTOR zeigen, dass lokale Wärmeflüsse mit Argoninjektion um das Zehnfache und mit Neon um das Fünffache im Vergleich zu Disruptionen ohne Gasinjektion abgeschwächt werden können. Bei Gasinjektion wurde eine Verbreiterung der Depositionsfläche des Wärmeflusses um mindestens einen Faktor fünf gegenüber der stationären Phase vor der Disruption beobachtet. Dies führt zu einer weiteren Abschwächung der Wärmelasten. Im Gegensatz dazu zeigt sich in Disruptionen, die durch einen zu niedrigen Sicherheitsfaktor hervorgerufen werden, eine asymmetrische Energiedeposition. Hier wurde nur eine einseitige Verbreiterung um lediglich einen Faktor zwei beobachtet. Mit der gegebenen hohen Zeitauflösung von 0.1 ms konnten weiterhin lokale Spitzen im Wärmefluss aufgelöst werden. Diese könnten die an anderen Experimenten beobachteten Wärmelasten auf plasmafernen Wandelementen erklären.

P 10.5 Tue 15:30 V57.02

H-mode edge current density profiles and scaling — ●MIKE G. DUNNE¹, ELISABETH WOLFRUM², PHILIP A. SCHNEIDER², and P.J. MCCARTHY¹ — ¹Department of Physics, University College Cork, Association Euratom-DCU, Cork, Ireland — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Association, D-85748 Garching, Germany

An edge localised mode (ELM) is an instability which causes a large outflux of particles and energy in a tokamak device. These regularly ($\Delta t \approx 10 - 20$ ms in ASDEX Upgrade) occurring events pose a significant issue for next generation devices due to a loss of confinement and large heat loads on plasma facing components. The current understanding of this phenomenon posits critical pressure gradient and current density limits in the edge of the plasma. While measuring the pressure gradient is standard at all tokamaks, measuring the local current density in these plasmas is rather difficult, as physical probes would melt and extremely high accuracy is required for polarimetry based measurements. In light of this, an equilibrium reconstruction of the plasma, based on magnetic measurements, Ampere's law applied to an elongated toroidal plasma, and a requirement of force balance, is used as a quasi measurement of the plasma current density. First results from a database of these reconstructions are presented, including scalings of the peak edge current density with global plasma parameters. Comparisons of different drives of current density in a tokamak plasma are analysed with a view to differentiating ELM regimes and correlating different ELM period lengths.

P 10.6 Tue 15:45 V57.02

Strukturuntersuchung von Wärmeflussmustern auf dem helikalen Divertor am LHD — ●PETER DREWELOW¹, MARCIN W. JAKUBOWSKI¹, SUGURU MASUZAKI², YASUHIRO SUZUKI², ROBERT WOLF¹ und HIROSHI YAMADA² — ¹Max-Planck Institut für Plasmaphysik, Wendelsteinstr. 1, Greifswald — ²National Institute for Fusion Science, Oroshi-chô 322-6, Toki, Japan

Die Feinstruktur des Wärmeflusses von einem magnetisch eingeschlossenen Plasma auf den Divertor wird in erster Ordnung von der magnetischen Randtopologie bestimmt. Stellaratoren zeigen dabei auf Grund ihrer inhärenten stochastischen Magnetfelder am Rand eine ausgeprägtere Strukturierung der Strikeline auf dem Divertor als in Tokamaks. Unter Verwendung von externen periodischen Störfeldern konnten in neueren Untersuchungen der Divertoren an TEXTOR und DIII-D ähnliche Verteilungsmuster beobachtet werden. Auch diese ließen sich im

Wesentlichen durch die Struktur des Randmagnetfeldes erklären, welches durch Überlagerung der magnetischen Gleichgewichtstopologie mit dem Vakuumfeld von externen Störspulen genähert wurde. Im Rahmen dieser Arbeit wurde nun die Wärmeflussverteilung auf den helikalen Divertor am Large Helical Device (LHD) mit einer hochauf-

lösenden Infrarotkamera gemessen. Experimente mit ähnlichen magnetischen Rand-Topologien aber unterschiedlicher Magnetfeldstärke zeigen, dass die Wärmeflussmuster auch stark vom Verhältnis des senkrechten zum parallelen Transport abhängen.