

P 14: Plasma-Wand-Wechselwirkung

Zeit: Mittwoch 15:50–17:45

Raum: INP-Staffelgeschoß

Fachvortrag P 14.1 Mi 15:50 INP-Staffelgeschoß
Untersuchung von wasserstoffhaltigen Wolframschichten auf Limitern in TEXTOR — ●FREDERIK NACHTRODT^{1,2}, SILVIA RICHTER², ALBRECHT POSPIESZCZYK¹, VOLKER PHILIPPS¹ und DAS TEXTOR TEAM¹ — ¹IEF-4 - Plasmaphysik, Assoziation EURATOM-FZJ, Trilaterales Euregio Cluster, D-52425 Jülich — ²Gemeinschaftslabor für Elektronenmikroskopie (GFE), RWTH Aachen, D-52074 Aachen

Wolfram ist wegen seines hohen Schmelzpunkts als Divertormaterial in ITER und zukünftigen Fusionsanlagen vorgesehen. Daher werden Wolfram beschichtete Kohlenstoffkomponenten (CFC) gegenwärtig in ASDEX-upgrade benutzt und sollen später auch in JET eingesetzt werden. In TEXTOR wurde eine neue in situ Beschichtungsmethode für Wolfram erprobt, bei der gasförmiges Wolframhexafluorid (WF₆) durch ein Loch in einem polierten Graphitlimiter ins Randschichtplasma injiziert wurde. Dadurch lagert sich auf der Oberfläche des Limiters eine amorphe wasserstoffhaltige Wolframschicht ab. Die Schichtabscheidung erfolgt auch im erosionsdominierten Gebiet des Limiters. Zusammensetzung und Ausdehnung der teiltransparenten W-Schutzschicht wurden mittels Ionen- und Elektronenstrahlanalysen (SIMS, ESMA, RBS, NRA), Schichtdickenmessung (DEKTAK) und Farbringanalysen bestimmt. Die exponierte Wolframschicht enthält Deuterium, jedoch nur wenig Fluor. Die maximale Wolframbelegung in der Nähe des Einblasloches ist etwa $1,6 \cdot 10^{17} \text{ W/cm}^2$. Die lokale Depositionseffizienz integriert über die Oberfläche des Limiters von etwa 50 cm² bleibt unter 1%.

P 14.2 Mi 16:15 INP-Staffelgeschoß
Wasserstoffrecycling und Transport im helikalen Divertor des Tokamaks TEXTOR — ●M. CLEVER¹, S. BREZINSEK¹, M. W. JAKUBOWSKI², M. LEHNEN¹, A. POSPIESZCZYK¹, U. SAMM¹, O. SCHMITZ¹, B. SCHWEER¹, B. UNTERBERG¹ und DAS TEXTOR TEAM¹ — ¹Institut für Energieforschung - Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, EURATOM Association, Trilateral Euregio Cluster, Jülich, Germany — ²MPI für Plasmaphysik, EURATOM Association, Greifswald, Germany

Am Tokamak TEXTOR wird der Dynamische Ergodische Divertor (DED) verwendet, um gezielt die Wärme- und Teilchenabfuhr aus dem Plasma zu beeinflussen. Das Verständnis der physikalischen Eigenschaften eines solchen durch das Störfeld des DED induzierten Divertors wie Wasserstoffrecycling, Detachment und das Abschirmen von Verunreinigungen bei verschiedenen Plasmaszenarien ist Gegenstand der hier präsentierten Untersuchungen. Dazu werden die Divertortargetplatten spektroskopisch mit Hilfe eines Multikanal-Kameradetektionssystems mit Interferenzfiltern beobachtet. Bei der Untersuchung von Hoch-Dichte-Szenarien durch Hochrampen der Plasmadichte mittels starken Deuteriumblasens bei gleichzeitiger Aufnahme der Lichtemission verschiedener Balmerlinien am DED Target konnte das Detachment Regime nachgewiesen werden. Dabei wurde das Ablösen (detachen) des Plasmas von der Targetplatte an den erwarteten Divertoraufreffpunkten beobachtet. Messungen in den Basismodendefinitionen 3/1 und 6/2 des DED, gekennzeichnet durch verschieden große Divertorvolumina, werden verglichen.

P 14.3 Mi 16:30 INP-Staffelgeschoß
Simulation of hydrocarbon injection through graphite and tungsten test limiters in TEXTOR using ERO-SDTrimSP — ●R. DING^{1,2}, A. KIRSCHNER¹, D. BORODIN¹, S. BREZINSEK¹, J. CHEN², A. KRETER¹, O. SCHMITZ¹, V. PHILIPPS¹, U. SAMM¹, and THE TEXTOR TEAM¹ — ¹Institut für Energieforschung - Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, Association EURATOM-FZJ, Trilateral Euregio Cluster, D-52425 Jülich, Germany — ²Institute of Plasma Physics, Chinese Academy of Sciences, Hefei, P.R.China

Tungsten and carbon fiber composite (CFC) are foreseen as plasma facing components (PFCs) for the divertor region of ITER. One important issue is the redeposition of carbon, which is connected with the codeposition of fuel, and involved material mixing effects. The 3D Monte-Carlo code ERO simulates surface erosion, impurity transport and deposition using a given background plasma. It has been coupled with the Monte-Carlo code SDTrimSP to simulate material mixing processes on PFCs more precisely. Recently, the reaction chain of the ethane family has been implemented into ERO. Experiments were car-

ried out at TEXTOR in which well defined amounts of ¹³CH₄ and ¹³C₂H₄ were injected into the plasma through a hole in spherically shaped graphite and tungsten test limiters. The carbon ¹³C deposition efficiency on the test limiters was determined by post mortem analysis (about 0.8-2.1% relative to amount of injected ¹³C atoms). The ¹³C deposition pattern and efficiency are well reproduced by modelling if an enhanced erosion of deposited carbon is assumed. Detailed comparison between modelling and experimental results will be presented.

P 14.4 Mi 16:45 INP-Staffelgeschoß
Charakterisierung eines ECR-Plasmas mit DC- und HF-Bias zur Untersuchung von PWW-Prozessen — ●ARMIN MANHARD und THOMAS SCHWARZ-SELINGER — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching

Wichtige Kenngrößen für Materialien für die erste Wand in Fusionsexperimenten sind ihre Erosion durch das Plasma und ihre Fähigkeit implantierten Wasserstoff zurückzuhalten. Im Niedertemperatur-Plasmaexperiment PlaQ werden hierzu grundlegende Experimente durchgeführt. Dafür werden aus einem ECR-Plasma mittels DC- oder HF-Bias von bis zu 600 V Ionen auf Materialproben beschleunigt. Das Plasma ist dabei räumlich von der Probe getrennt. Für quantitative Untersuchungen ist eine genaue Kenntnis des Teilchenspektrums, denen die Proben ausgesetzt sind, notwendig. Der Ionenfluss auf die Probe und dessen Energieverteilung wird mit einem elektrostatischen Gegenfeldanalysator gemessen. Mit einem Plasmamonitor werden Fluss und Speziesverteilung von Ionen und Neutralteilchen gemessen. Zudem wird optische Emissionsspektroskopie zur Charakterisierung des ECR-Plasmas eingesetzt. Ferner werden spektroskopische Messungen direkt oberhalb der Probe mit den durch die Teilchendetektoren gemessenen Flüssen in Verbindung gesetzt. Teilchenflüsse sowie Spezies- und Energieverteilungen werden als Funktion der Mikrowellenleistung des ECR-Plasmas und der Beschleunigungsspannung an der Probe gezeigt.

P 14.5 Mi 17:00 INP-Staffelgeschoß
Investigation of influence of surface erosion on optical properties of diagnostic mirrors for ITER — ●MARIA MATVEEVA¹, ANDREY LITNOVSKY¹, LORAN MAROT², MARKO SCHÄFER¹, ALBRECHT POSPIESZCZYK¹, and BERND SCHWEER¹ — ¹Institut für Energieforschung - Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, Association EURATOM-FZJ, Trilateral Euregio Cluster, Jülich — ²Department of Physics, University of Basel, Basel

All optical diagnostics of ITER fusion reactor will use metallic mirrors as first plasma-viewing elements. Erosion of the mirror surface and deposition of impurities on it strongly decreases the lifetime of these mirrors. Both processes change drastically optical properties of mirrors and, in particular, the reflectivity. That will have an impact on the quality and reliability of detected signals used by respective diagnostic systems. To investigate different candidate materials for ITER mirrors under erosion conditions, an experiment with 3 different mirrors was carried out in TEXTOR tokamak. Single crystal molybdenum (Mo) mirror and two mirrors with molybdenum and rhodium coatings of Mo substrate obtained by evaporation technique were used for the exposure in SOL plasma under erosion-dominated conditions. Results of the experiment including a detailed optical characterization of all mirrors before and after exposure will be presented in this contribution.

P 14.6 Mi 17:15 INP-Staffelgeschoß
Untersuchung der Reinigung diagnostischer Spiegel in zukünftigen Fusionsreaktoren mittels eines Elektron-Zyklotron-Resonanz geheizten Plasmas — ●MARKO SCHÄFER^{1,2}, ANDREY LITNOVSKY¹, MARIA MATVEEVA¹, VOLKER PHILLIPS¹ und ULRICH SAMM¹ — ¹Institut für Energieforschung - Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, Assoziation EURATOM-FZ-Jülich, Trilaterales Euregio Cluster, Jülich — ²Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

In zukünftigen Fusionsreaktoren wie ITER werden metallische Spiegel für alle optischen Diagnostiken eingesetzt. Dabei kann es in Fusionsanlagen mit Kohlenstoffwandkomponenten zur Abscheidung eines amorphen Kohlenwasserstofffilms auf der Oberfläche kommen, der die optischen Eigenschaften der Spiegel stark mindert. Eine Möglichkeit zur Reinigung ist die Exposition in einem Elektron-

Zyklotron-Resonanz geheizten Plasma. Angewandt wurde die Methode bereits an Spiegeln, die in den Tokamaks TEXTOR und DIII-D exponiert wurden. Ein Vergleich der Reflektivität vor und nach der Reinigung deutet darauf hin, dass der DIII-D-Spiegel vollständig von amorphen Kohlenwasserstoffverbindungen gereinigt werden konnte. Die Reflektivität der TEXTOR-Spiegel konnte zwar wieder erhöht werden, bleibt aber noch hinter dem ursprünglichen Wert zurück. Dies ist möglicher Weise auf verbliebene Oxide und Carbide zurück zuführen. Weitere Untersuchungen werden zeigen, ob die angewandte Methode eine vollständige Reinigung dieser Spiegel erlaubt.

P 14.7 Mi 17:30 INP-Staffelgeschoß

Modelling of material deposition in gaps of castellated surfaces in fusion experiments — •D. MATVEEV^{1,2}, A. KIRCHNER¹, D. BORODIN¹, A. LITNOVSKY¹, V. PHILIPPS¹, and G. VAN OOST² — ¹Institut für Energieforschung - Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, Association EURATOM-FZJ, Trilateral Euregio Cluster, Jülich — ²Department of Applied Physics, Ghent University

Tritium co-deposition and retention are critical issues for ITER. Ex-

periments show that fuel-rich carbon layers are formed on plasma shadowed areas and especially in narrow gaps between tiles of castellated surfaces. Most of proposed T-removal techniques are not able to access these gap areas. Therefore, understanding of physical phenomena underlying impurity deposition inside gaps is of crucial importance. Experiments with ITER-like castellated limiters performed at TEXTOR show not only side surfaces but also the gap bottom to accumulate significant carbon deposits. A 3D Monte-Carlo code (3DGAP) has been developed as a part of modelling activities for these experiments. The code is based on simulation of neutral particle transport inside a gap. Different sources of incoming particles, particle reflection from side walls of the gap, elastic neutral collisions and chemical erosion of carbon layers can be studied. The role of these factors has been investigated with respect to carbon deposition inside gaps. It has been shown that modelled carbon deposition profiles agree with experimental observations for side surfaces of the gap, while some discrepancies have been found for the gap bottom. A detailed analysis of modelling results will be presented in this contribution.