

Fachverband Plasmaphysik (P)

Sibylle Günter
 MPI für Plasmaphysik
 Boltzmannstr. 2
 85748 Garching
 guenter@ipp.mpg.de

Übersicht der Hauptvorträge und Fachsitzungen

(Hörsäle 6B, 6C, 6F und Posterfläche A)

Hauptvorträge

P 1.1	Mo	10:30–11:00	6C	Einschluss überthermischer Ionen in Fusionsplasmen — ●ANDREAS WERNER
P 4.1	Mo	14:00–14:30	6C	Dynamics of magnetic islands in tokamaks — ●EMANUELE POLI, ARTHUR PEETERS, ANDREAS BERGMANN, ALBERTO BOTTINO
P 8.1	Di	10:30–11:00	6C	Interesting phenomena in high density discharges at extremely low pressure — ●DEBORAH O'CONNELL, TIMO GANS, DRAGOS CRINTEA, UWE CZARNETZKI, NADER SADEGHI
P 13.1	Mi	14:00–14:30	6B	Einfluss externer Störfelder auf das Fusionsplasma — ●MICHAEL LEHNEN, TEXTOR TEAM
P 19.1	Do	14:00–14:30	6C	Dekontamination von Verpackungsmitteln durch Einsatz von Atmosphärendruckplasmen — ●JÖRG EHLBECK

Fachsitzungen

P 1.1–1.1	Mo	10:30–11:00	6C	Hauptvortrag
P 2.1–2.5	Mo	11:05–12:30	6C	Diagnostische Methoden
P 3.1–3.5	Mo	11:05–12:30	6F	Magnetischer Einschluss
P 4.1–4.1	Mo	14:00–14:30	6C	Hauptvortrag
P 5.1–5.5	Mo	14:35–16:00	6C	Dichte Plasmen
P 6.1–6.5	Mo	14:35–16:00	6F	Grundlegende Probleme, Theorie
P 7.1–7.42	Mo	16:30–18:30	Poster A	Poster
P 8.1–8.2	Di	10:30–11:15	6C	Haupt- und Preisträgervortrag
P 9.1–9.4	Di	11:20–12:30	6C	Diagnostische Methoden
P 10.1–10.4	Di	11:20–12:30	6F	Niedertemperaturplasmen
P 11.1–11.3	Mi	11:30–12:15	6C	Diagnostische Methoden
P 12.1–12.3	Mi	11:30–12:15	6F	Schwerionen- und lasererzeugte Plasmen
P 13.1–13.1	Mi	14:00–14:30	6B	Hauptvortrag
P 14.1–14.6	Mi	14:35–16:05	6B	Magnetischer Einschluss
P 15.1–15.6	Mi	14:35–16:05	6F	Staubige Plasmen
P 16.1–16.40	Mi	16:30–18:30	Poster A	Poster
P 17.1–17.4	Do	11:30–12:30	6B	Niedertemperaturplasmen
P 18.1–18.3	Do	11:30–12:25	6F	Diagnostische Methoden
P 19.1–19.1	Do	14:00–14:30	6C	Hauptvortrag
P 20.1–20.5	Do	14:35–16:00	6C	Plasma-Wand-Wechselwirkung
P 21.1–21.4	Do	14:35–15:45	6F	Grundlegende Probleme, Theorie, Sonstiges
P 22.1–22.40	Do	16:30–18:30	Poster A	Poster

Mitgliederversammlung des Fachverbands Fachverband Plasmaphysik

Mittwoch 12:15–12:45 6C

- Bericht der Vorsitzenden

- Tagung 2009
- Verschiedenes

P 1: Hauptvortrag

Zeit: Montag 10:30–11:00

Raum: 6C

Hauptvortrag P 1.1 Mo 10:30 6C

Einschluss überthermischer Ionen in Fusionsplasmen — ●ANDREAS WERNER — Max-Planck Institut für Plasmaphysik, EURATOM-Association, Wendelsteinstr. 1, D-17491 Greifswald

Der gute magnetische Einschluss überthermischer Ionen ist essentiell für ein brennendes thermonukleares Fusionsplasma. Moderne, immer größer werdende Experimente, wie Stellaratoren und Tokamaks, müssen die Reaktorrelevanz und damit den guten Einschluss von alpha-Teilchen (3.5 MeV) aus dem Fusionsprozess demonstrieren. Während Tokamaks prinzipiell gute Einschlusseigenschaften durch die toroidale Symmetrie der Magnetfeldkonfiguration besitzen, leiden Stellaratoren unter Verlusten gefangener Ionen durch Variationen der magnetischen Flussdichte auf Flussflächen. Moderne Stellaratorkonzepte

können diese Verluste durch maßgeschneiderte Feldkonfigurationen unterdrücken. Verluste energetischer Ionen können jedoch auch in perfekt einschließenden magnetischen Konfigurationen durch die Wechselwirkung mit MHD-Instabilitäten auftreten. Solche Instabilitäten, insbesondere Alfvén Eigenmoden, können durch eine starke Population von suprathermischen Ionen getrieben werden und gefährden potentiell das selbständige Brennen eines Fusionsplasmas. Experimentelle Untersuchungen zum Einschlussverhalten energetischer Ionen bei verschiedenen Hilfsheizungen (NBI,ICRH) am Stellarator W7-AS und erste Resultate zu Verlusten von geladenen Fusionsprodukten an JET werden präsentiert. Die Diagnostiken zur Detektion solcher Verluste werden dargestellt und deren Verwendbarkeit in zukünftigen Langpulsexperimenten wie W7-X und ITER diskutiert.

P 2: Diagnostische Methoden

Zeit: Montag 11:05–12:30

Raum: 6C

Fachvortrag P 2.1 Mo 11:05 6C

Resonanzverstärkte Ramanspektroskopie als Diagnostik für Mikropartikel im Plasma — ●GABRIELE THIEME¹, RALF BASNER¹, JÖRG EHLBECK¹, JÜRGEN RÖPCKE¹, HOLGER KERSTEN², JONATHAN P. REID³ und PAUL B. DAVIES⁴ — ¹INP Greifswald, F.-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald — ²IEAP, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 24098 Kiel — ³School of Chemistry, University of Bristol, Bristol BS8 1TS, UK — ⁴Department of Chemistry, University of Cambridge, Lensfield Road, Cambridge CB2 1EW, UK

Resonanzverstärkte Ramanspektroskopie ist eine nicht-invasive Diagnostikmethode zur Charakterisierung der Größe und chemischen Zusammensetzung von sphärischen Partikeln im Größenbereich von ca. 5 bis 100 Mikrometern. Mittels eines gepulsten Lasers werden sogenannte Whispering-Gallery-Resonanzmoden angeregt, was zu einem verstärkten Raman-Signal bei charakteristischen Wellenlängen führt. Wir zeigen, daß diese Methode geeignet ist, Informationen speziell über die Partikeloberfläche zu erhalten. Damit ist sie von großem Interesse für die Charakterisierung von Schichten, die z.B. in molekularen Plasmen auf Partikeln abgeschieden werden. Wir berichten über Untersuchungen von verschiedenen Mikropartikeln an Luft und über erste Ergebnisse von im Argon-HF-Plasma levitierten Partikeln.

P 2.2 Mo 11:30 6C

Mid Infrared Absorption Spectroscopy Using Optical Cavities and Quantum Cascade Lasers — ●STEFAN WELZEL¹, PAUL B. DAVIES², RICHARD ENGELN³, and JÜRGEN RÖPCKE¹ — ¹INP Greifswald, 17489 Greifswald, Germany — ²University of Cambridge, Cambridge CB21EW, UK — ³Eindhoven University of Technology, 5600 MB Eindhoven, NL

Optical cavities have been utilised for more than fifteen years with the aim of achieving an extremely sensitive absorption technique with hundreds of metres path length. Cavity Ring-Down Spectroscopy (CRDS) and Cavity Enhanced Absorption Spectroscopy (CEAS) are two frequently used methods that have been applied in the visible and near IR spectral ranges. The extension of optical cavity based methods to the mid IR has been hampered due to the lack of suitable light sources. Nowadays quantum cascade lasers (QCL) are candidate light sources to overcome these constraints. CRD experiments using a pulsed QCL at 8.3 μm as well as CEA experiments using a cw-QCL at 7.7 μm have been performed where both lasers were operated at room temperature. Usually, the concentrations for reference gases determined with the QCL-CRD approach exhibit discrepancies from the known values. The reason for this is the inherent frequency chirp of the pulsed QCL which is typically bigger than the absorption line width. In order to avoid these obstacles, a cw-QCL was tuned with a current ramp to obtain a CEA spectrum. An effective absorption path length of 700 m could be achieved resulting a sensitivity of 1.5 · 10⁻⁶ cm⁻¹, i.e. a detection limit of 10¹¹ cm⁻³ for nitrous oxide.

P 2.3 Mo 11:45 6C

Laser spectroscopic electric field measurement in krypton —

TOBIAS KAMPSCHULTE¹, ●DIRK LUGGENHÖLSCHER¹, MARK BOWDEN², and UWE CZARNETZKI¹ — ¹Institut für Plasma- und Atomphysik, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum — ²Department of Physics and Astronomy, The Open University, Milton Keynes, MK7, 6AA, UK

The electric field in the plasma is a key parameter for the understanding of the structure and dynamic of the sheath, electrons and ions. Once the electric field distribution is known, it is possible to determine voltages, charge densities and currents. Electric fields can be measured directly by Fluorescence-Dip Spectroscopy (FDS). This technique is a combination of two-photon laser induced fluorescence and absorption spectroscopy using the Stark effect of Rydberg-states. It is non-invasive and provides high sensitivity combined with high spatial and temporal resolution. Here the technique is applied for the first time to krypton. Rydberg-states from the autoionizing series up to n = 50 can be excited. Calibration measurements with known electric fields are performed and fields as low as 25 V/cm can be measured. The Stark-splitting has been calculated ab initio. Experimental and theoretical results agree very well. Acknowledgment: this project is supported by SFB 591, GK 1051

P 2.4 Mo 12:00 6C

E-Feldrekonstruktion von lasergetriebenen, quasineutralen Teilchenstrahlen — ●MARIUS SCHOLLMIEER¹, HARTMUT RUHL², FRANK NÜRNBERG¹, ABEL BLAZEVIC³, ERIK BRAMBRINK⁴, JUAN FERNANDEZ⁵, KIRK FLIPPO⁵, JULIEN FUCHS⁴ und MARKUS ROTH¹ — ¹TU Darmstadt, Darmstadt — ²Ruhr-Universität, Bochum — ³GSI, Darmstadt — ⁴LULI, Paris, F — ⁵LANL, New Mexico, USA

Die Protonenbeschleunigung von der Rückseite einer mit einem ultraintensiven Laserpuls bestrahlten dünnen Folie hat das Potential für vielfältige Anwendungen von der Plasmadiagnostik bis zur Onkologie. Neben einer hohen Teilchenzahl und einem breiten Energiespektrum bis zu Multi-MeV haben die Protonen eine sehr gute Emittanz. So können z.B. mikrometergrosse Oberflächenmodulationen der Folienrückseite über mehrere cm in einen ortsaufauflösenden Detektor abgebildet werden. Basierend auf Experimenten mit mikrostrukturierten Targetfolien und zweidimensionalen PIC-Simulationen wurde ein effektives Modell entwickelt, mit dem der quasineutrale Ionenfluss rekonstruiert werden kann. Damit ist es möglich, die die Expansion treibenden elektrischen und magnetischen Felder sowie die Form der Elektronendichteverteilung auf der Rückseite zu ermitteln. Es wird der Einfluss des Laserstrahlprofils diskutiert und Möglichkeiten zur Divergenzkontrolle aufgezeigt.

P 2.5 Mo 12:15 6C

Lichtstreuung mit räumlich modulierter Intensitätsverteilung des eingestrahlt Laserlichts im Streuvolumen — ●JÜRGEN UHLENBUSCH — Institut für Laser- und Plasmaphysik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Universitätsstr.1, 40225 Düsseldorf

Streuung von Licht an Elektronen, die keinen oder nur schwachen Kräften ausgesetzt bzw. gebunden sind, wird zur zeitaufgelösten, lokalen Diagnostik der Temperatur, Dichte, Zusammensetzung, der Fluk-

tuationen sowie zur Messung elektrischer und magnetischer Feldern in Gasen und Plasmen eingesetzt. Anschaulich wird der Streuung einer einfallenden Lichtwelle mit einer über dem Streuvolumen nahezu räumlich konstanten Amplitude durch Beugung an einer Gitterstruktur erklärt, die von einer ausgewählten Dichtefluktuationswelle aus dem Fluktuationsspektrum mit bestimmter Amplitude, Wellenlänge und Ausbreitungsrichtung erzeugt wird. Ein modifiziertes Streuverhalten ergibt sich, wenn die Feldamplitude des einfallenden Laserstrahls sich im Streuvolumen in Ausbreitungsrichtung des einfallenden Laser-

lichts und senkrecht dazu über eine Distanz von wenigen Vielfachen der Lichtwellenlänge stark ändert. Die zugehörigen Streuintensitäten als Funktion des Streuwinkels werden ausgerechnet und Folgerungen für Thomson-, Rayleigh- und Raman-Streuung sowie induzierte Fluoreszenzverfahren diskutiert. Weiter wird ein neuartiges Detachmentverfahren zur Untersuchung elektronegativer Gase vorgestellt. Methoden zur Erzeugung von Lichtfeldern mit Feldstärkemodulationen, die den hier benötigten Anforderungen entsprechen, werden besprochen.

P 3: Magnetischer Einschluss

Zeit: Montag 11:05–12:30

Raum: 6F

Fachvortrag

P 3.1 Mo 11:05 6F

Dreidimensionale Dynamik von Driftwellenturbulenz — ●NAVID MAHDIZADEH¹, FRANKO GREINER², TIM HAPPEL², ALEXANDER KENDL³, MIRKO RAMISCH¹, BRUCE SCOTT⁴ und ULRICH STROTH¹ — ¹Institut für Plasmaphysik, Universität Stuttgart — ²Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrecht-Universität Kiel — ³Institut für Theoretische Physik, Universität Innsbruck — ⁴Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Euratom Association

Das Niedertemperaturplasma im Torsatron TJ-K ist im gesamten Einschlussbereich für Sonden zugänglich und darüberhinaus in den für die Turbulenz relevanten dimensionslosen Größen dem Plasma im Randbereich von Fusionsexperimenten ähnlich. Schwerpunkt dieses Beitrags ist die Untersuchung der parallelen und senkrechten Dynamik der Turbulenz und der Vergleich der Ergebnisse mit theoretischen Vorhersagen zur Driftwellenturbulenz. Zur Untersuchung der senkrechten Dynamik in TJ-K sind 64 Langmuir-Sonden poloidal auf einer Flussfläche angeordnet. Diese Diagnostik erlaubt die Messung poloidaler Wellenzahlenspektren und den Vergleich des turbulenten Transports auf der Hoch- und Niederfeldseite im Torus. Erstmals wurden Untersuchungen zur parallelen Dynamik der Turbulenz in der Einschlusszone eines toroidalen Plasmas mit Hilfe von Multisondenarrays durchgeführt. Dieses Verfahren gibt Aufschluss über parallele Wellenzahl und Geschwindigkeit der dreidimensionalen Strukturen der Turbulenz. Die Ergebnisse werden mit Daten aus dem Turbulenzsimulationscode GEM3 verglichen.

P 3.2 Mo 11:30 6F

Self Consistent Nonlinear Burst Phenomena in Tokamak Edge Turbulence — ●BRUCE SCOTT — Max-Planck-IPP, Euratom Association, Garching, Germany

Tokamak edge turbulence is studied using three dimensional computations within low frequency gyrofluid and gyrokinetic models. The entire background, including the confining magnetic field, is carried self consistently. The density and temperature profiles are maintained by particle and heat sources. The particle source is either set at the interior (pellet or beam fuelling) or arises from a simple neutral gas fuelling/recycling model. When the temperature gradient is steepened by increasing the heat source, global scale bursts occur in the transport. The diagnosis indicates breakdowns in the equilibrium flow structure as the cause. Analysis of the threshold criteria is given. The transition from a quiescent to bursty transport state with increasing power reflects low and high power L-Mode transport in the tokamak edge and is quantitatively realistic. The status of the search for a self consistent H-Mode trigger, reflecting the sharp improvement of confinement above a power threshold in real tokamaks, will be reported at the conference. Progress in gyrokinetic computation of these phenomena will also be reported.

P 3.3 Mo 11:45 6F

Experimentelle Untersuchung des nichtlinearen Energietransfers in zweidimensionaler Plasmaturbulenz — ●PETER MANZ¹, VOLKER NAULIN², MIRKO RAMISCH¹, BRUCE SCOTT³ und ULRICH STROTH¹ — ¹Institut für Plasmaphysik, Universität Stuttgart — ²Association EURATOM - Risø National Laboratory, Roskilde, Dänemark — ³Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching

Mittels der von Ritz et al. und Kim et al. entwickelten Bisppektralmethoden wurde die turbulente Energiekaskade in Simulation und Experiment von toroidal eingeschlossenen magnetischen Plasmen untersucht. Die verwendeten Methoden und Algorithmen wurden an simulierter

Hasegawa-Wakatani-Turbulenz getestet und die analytisch erwartete Wachstumsrate und Dispersionrelation sowie die Richtung des Transfers der Spektralen Leistung von Dichte- und Potentialfluktuationen konnten gezeigt werden.

Die experimentelle Messung ist am Torsatron TJ-K durchgeführt worden. Dazu wurde ein 8×8 Sonden-Array verwendet, so dass die Taylor-Hypothese für die Bestimmung des Energietransfers nicht notwendig ist. Es konnte gezeigt werden, dass die freie Energie in Richtung der direkten Kaskade zu kleinen Skalen und die $E \times B$ -Energie in Richtung der inversen Kaskade zu großen Skalen transportiert wird.

P 3.4 Mo 12:00 6F

Einfluss starker Scherströmungen auf turbulente Strukturen im Torsatron TJ-K — ●MIRKO RAMISCH¹, FRANKO GREINER², NAVID MAHDIZADEH¹, KIAN RAHBARNIA¹ und ULRICH STROTH¹ — ¹Institut für Plasmaphysik, Universität Stuttgart — ²Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Universität Kiel

In Fusionsplasmen können spontane Übergänge in ein Regime verbesserten magnetischen Einschlusses stattfinden. Diese Übergänge gehen einher mit der Formation von Transportbarrieren. Sie können mit einer Limitation der radialen Korrelationslänge turbulenter Strukturen in Folge spontaner, turbulenzgenerierter Scherströmungen assoziiert werden. Neuere Studien zeigen aber, dass bei der Reduktion des turbulenten Transports durch Scherströmungen die Phasenbeziehung zwischen Dichte- und Potentialfluktuationen mindestens eine ebenso große Rolle spielt.

In diesem Beitrag wird mit Hilfe von Multisondenarrays demonstriert, wie sich starke Scherströmungen auf die raumzeitliche Struktur der Turbulenz auswirken können. Während das Plasma im Torsatron TJ-K einen verbesserten Teilcheneinschluss aufweist, werden turbulente Fluktuationen zum einen von großskaligen Strukturen mit erhöhter Kohärenz dominiert. Zum anderen sind diese Strukturen kurzlebiger. Zum verbesserten Teilcheneinschluss trägt deutlich eine Modifikation der Kreuzphase bei.

P 3.5 Mo 12:15 6F

Einfluss des Dynamischen Ergodischen Divertors DED auf die poloidale und toroidale Rotation von C^{2+} -Ionen am Tokamak TEXTOR — ●JAN WILLEM COENEN¹, CHRISTIAN BUSCH¹, KARL-HEINZ FINKEN¹, ANDREAS KRÄMER-FLECKEN¹, STEFAN JACHMICH², MARCIN JAKUBOWSKI¹, MICHAEL LEHNEN¹, ULRICH SAMM¹, BERNHARD UNTERBERG¹ und TEXTOR TEAM¹ — ¹Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, Assoziation EURATOM-FZ Jülich, Trilaterales Euregio Cluster, Jülich — ²Laboratoire de Physique des Plasmas / Laboratorium voor Plasmafysica, ERM / KMS, EURATOM Assoziation, Brüssel, Belgien

Am Tokamak TEXTOR kann durch den Dynamischen Ergodischen Divertor (DED) der Plasmarand gezielt ergodisiert werden. In diesem Beitrag sollen die anhand von passiver Kohlenstoffspektroskopie ermittelten Daten zur poloidalen und toroidalen Plasmarotation an TEXTOR dargestellt werden. Als passiv gilt hierbei die Nutzung der vorhandenen Kohlenstoff-Emission (CIII-467nm) während der TEXTOR Entladung. In der DED 6/2 Konfiguration wurde der Einfluss des DED auf Limiter H-mode Plasmen untersucht. Beim Übergang zur Limiter H-mode ändert sich die Rotation in die elektron-diamagnetische Richtung und kehrt mit Einsetzen des DED wieder um. Weiterhin berichten wir von ersten toroidalen Rotationsmessungen an ohmschen Plasmen. Mit Einsetzen des DED nimmt die Rotation in Stromrichtung zu. Wir werden den Verlauf von pol. und tor. Rotation mit zunehmender Ergodisierung anhand von Schüssen bei $\pm(B_t/I_p)$ darstellen. Abschliessend

wird kurz auf die geplante Nutzung der verwandten neuen toroidalen

Beobachtung für aktive Ladungsaustausch Messungen eingegangen.

P 4: Hauptvortrag

Zeit: Montag 14:00–14:30

Raum: 6C

Hauptvortrag

P 4.1 Mo 14:00 6C

Dynamics of magnetic islands in tokamaks — ●EMANUELE POLI, ARTHUR PEETERS, ANDREAS BERGMANN, and ALBERTO BOTTINO — Max-Planck-Institut fuer Plasmaphysik, Garching, Germany

Perturbations of the magnetic configuration of fusion plasmas can assume the form of magnetic islands arising from magnetic-field reconnection near a resonant surface. Many features of the dynamics of is-

lands in tokamaks are strongly related to the toroidal geometry of the system. The theoretical description of the island evolution is complicated by the fact that the island width can be comparable to the orbit width of the plasma particles. This is in contrast with the ordering on which analytic predictions are usually based. Moreover, turbulence-induced radial energy transport influences the growth of the island, at least in its initial phase. The impact of these kinetic effects on the stability of island structures is discussed in this paper.

P 5: Dichte Plasmen

Zeit: Montag 14:35–16:00

Raum: 6C

Fachvortrag

P 5.1 Mo 14:35 6C

Quantum Molecular Dynamics Simulations for Warm Dense Matter — ●ANDRE KIETZMANN, RONALD REDMER, and BASTIAN HOLST — Universität Rostock, Institut für Physik

We have performed ab initio QMD simulations for several chemical elements in the warm dense matter region in order to calculate structural, thermodynamic, and electronic properties. First we computed the structure of expanded fluid alkali metals Rb and Cs which have been studied intensively both experimentally and theoretically. The most interesting feature is the occurrence of a metal-to-nonmetal transition in the density-temperature region near the critical point. Furthermore, we have performed QMD simulations for dense He which is of great relevance for astrophysical applications. We calculated the EOS up to several megabar, the Hugoniot curve, and the static conductivity to locate the nonmetal-to-metal transition. The results are compared with available data from shock-wave experiments. In addition we will present first results for shock compressed O and Li. The QMD calculations were performed on the highly parallelized compute server at the "Norddeutscher Verbund für Hoch- und Höchstleistungsrechnen". This project is supported by the SFB 652 "Strong correlations and collective effects in radiation fields".

P 5.2 Mo 15:00 6C

Optical conductivity and reflectivity in warm dense matter — ●BASTIAN HOLST, ANDRE KIETZMANN, and RONALD REDMER — Institut für Physik, Universität Rostock, 18051 Rostock

The reflectivity of warm dense matter is an important measure to probe the equation of state (EOS) of materials at high pressure. Data obtained within dynamical experiments are a crucial test for thermodynamic and optical properties. We calculate the EOS of hydrogen and noble gases performing quantum molecular dynamics simulations to study the nonmetal-to-metal transition at high pressures. New results for the EOS and the Hugoniot curve are presented. The optical conductivity and reflectivity is obtained evaluating the Kubo-Greenwood-formula. We compare with experiments and other theoretical approaches, especially with chemical models as, e.g., the fluid variational theory. This project is supported by the SFB 652 "Strong correlations and collective effects in radiation fields".

P 5.3 Mo 15:15 6C

Kollektive Anregungen und Temperaturrelaxation — ●DIRK O. GERICKE — Centre for Fusion, Space and Astrophysics, Department of Physics, University of Warwick, Coventry CV4 7AL, United Kingdom

Der Temperaturausgleich zwischen Elektronen und Ionen in dichten Plasmen dauert typischerweise einige Pikosekunden und kann damit heutzutage experimentell zeitlich aufgelöst werden. Traditionell wird dieser Temperaturausgleich durch binäre Stöße beschrieben (Landau-Spitzer-Theorie). Allerdings führt der Einfluß der Elektronen auf das Anregungsspektrum der Ionen bereits für geringe Kopplungsstärken zu einer Verlangsamung des Relaxationsprozesses. Im Bereich stark gekoppelter Plasmen wird das Spektrum der kollektiven Ionenmoden

zusätzlich durch die Ausbildung einer kurzreichweitigen Struktur stark modifiziert. Die veränderte Struktur der kollektiven Anregungen und deren Einfluß auf die Temperaturrelaxation werden unter Verwendung verschiedener Approximationsschemata untersucht.

P 5.4 Mo 15:30 6C

Pinchplasma für den Spektralbereich des Wasserfensters — ●MARKUS BENK und KLAUS BERGMANN — Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Steinbachstraße 15, 52074 Aachen

Weiche Röntgenstrahlung eröffnet vielfältige Möglichkeiten zur hoch auflösenden Strukturierung von Oberflächen, Mikroskopie und Analytik. Die breite Anwendung dieser Technologie für die Mikroskopie im Wasserfenster (2.3 nm - 4.4 nm) erfordert kompakte und erschwingliche Quellen. Das Fraunhofer Institut für Lasertechnik in Aachen realisiert eine Gasentladungsquelle, die bei einer Repetitionsrate von 2 kHz eine Emission von 10^{14} Photonen pro Puls in den Halbraum für den $1s^2 - 1s2p$ Übergang von heliumähnlichem Stickstoff bei 430 eV erreicht. Die laterale Halbwertsbreite des Plasmas beträgt etwa 300 μm . Es ergibt sich eine Brillanz von $2 \cdot 10^{11}$ Photonen/(sr μm s Linie). Mit einer geeigneten Kollektoroptik soll ein Mikroskop am Synchrotron entsprechender Photonenfluss von $3 \cdot 10^8$ Photonen/(μm s) auf der Probe erreicht werden. Im Hinblick auf Strahlungsleistung und Konversionseffizienz der Quelle wurden neben Gaszusammensetzung und Elektrodengeometrie insbesondere Ladespannung und Kapazität der Kondensatorbank als Einflussgrößen auf die Entladung untersucht. Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Förderung der Arbeiten (FKZ 13N8914).

P 5.5 Mo 15:45 6C

Time-resolved EUV images of a tin vapour discharge plasma for future lithography — ●ARNAUD MADER¹, MIRKO ADEN¹, KLAUS BERGMANN¹, WILLI NEFF¹ und JEROEN JONKERS² — ¹Fraunhofer Institute for Laser Technology (ILT), Steinbachstrasse 15, 52074 Aachen, Germany — ²Philips Extreme UV GmbH, Steinbachstrasse 15, 52074 Aachen, Germany

The semiconductor industry must be able to produce chips with 32 nm features from 2009 on, in order to maintain its progression and to answer the needs of the market. Extreme UltraViolet Lithography (EUVL) achieves this high resolution by using light with a wavelength of 13.5 nm and is the only technology which enables a high wafer throughput. A high power EUV light source of approximately 1kW CW in 2% bandwidth is necessary to achieve this. Philips Extreme UV, in cooperation with Fraunhofer ILT, develops a laser induced tin vapour plasma.

To increase our fundamental understanding and to measure the plasma size as well as its spatial jitter from pulse to pulse, the transient behaviour of the plasma is investigated. EUV light images of the plasma are recorded using a time-resolved pinhole imaging system (5 ns time resolution, 50 microns spatial resolution). By synchronizing the camera with the discharge, the evolution of the plasma can be observed with 5 ns steps over consecutive pulses. The experimental results are compared to a numerical model of the discharge.

P 6: Grundlegende Probleme, Theorie

Zeit: Montag 14:35–16:00

Raum: 6F

Fachvortrag

P 6.1 Mo 14:35 6F

Single particle spectral function and optical properties of dense plasmas — ●CARSTEN FORTMANN, GERD ROEPKE, and AUGUST WIERLING — Institut f. Physik, Universität Rostock, 18051 Rostock

Optical properties of plasmas are of great interest for plasma diagnostic purposes. A key quantity is the dielectric function which is determined by the spectral function of the charged particles in the plasma. The spectral function contains all correlations in the system.

In this work, we present a consistent scheme of approximations in order to calculate the electrons spectral function using thermodynamic Green's functions. By taking into account the dynamical self-energy of the electrons in a self-consistent way, we go beyond the quasiparticle picture and perturbative approaches such as Born approximation. We compare the widely used but inconsistent *GW* approximation to the *GWT* approximation, in which correlations and exchange are accounted for in a way that sum rules (Ward identities) are fulfilled.

As an application, we present calculations of the inverse bremsstrahlung absorption of moderately coupled plasmas. The results are given in terms of the Gaunt factor, i.e. the correction of Kramer's result which is based on the quasiparticle approximation. We show in detail, how the account for medium effects via the self-energy modifies the absorption spectrum.

P 6.2 Mo 15:00 6F

Effective potentials and structure factors for partially ionized plasmas — ●WOLF DIETRICH KRAEFT, THOMAS BORNATH, VOLKER SCHWARZ, and RONALD REDMER — Institut für Physik der Universität Rostock, D

Structure factors are needed in diagnostics for the interpretation of light and X-ray scattering plasma experiments. They can be determined via integral equations such as HNC schemes. Effective potentials are applied in order to extend the range of applicability to cover dense quantum plasmas.

Starting from the two-particle Slater sum, the Kelbg potential follows in first Born approximation. Here, we study the contribution of the second Born approximation. Comparison with other approaches to effective potentials, such as given by Gombert, PRE 66, 066407(2002) and by Filinov et al., PRE 70, 046411(2004), is performed. Finally, results for radial distribution functions and static structure factors are presented in an HNC scheme for a partially ionized plasma.

P 6.3 Mo 15:15 6F

Thermodynamic theory of a strongly correlated confined Yukawa plasma — ●CHRISTIAN HENNING, MICHAEL BONITZ, and ALEXEI FILINOV — CAU zu Kiel, ITAP, D-24118 Kiel

The structure of "Yukawa balls", i.e. spherical 3D dust crystals, which recently have been produced at room temperature [1], is well explained by computer simulations of charged Yukawa interacting particles within an external parabolic confinement [2]. However, an analytical theory is still missing. Here we present first results of a systematic statistical theory of strongly correlated confined Yukawa plasmas based upon a continuum approach. In particular, mean-field and correlation contributions are analyzed. The results range from the ground state density profile [3, 4] to the equation of state and also allow to relate short range and long range interactions due to variation of the screening parameter. Furthermore, we compare the results to molecular dynamics simulations and to shell models as well showing that an

excellent agreement to the crystalline structure is found. Finally the extension to finite temperature is presented.

[1] O. Arp, D. Block, A. Piel, and A. Melzer, Phys. Rev. Lett. 93, 165004 (2004)

[2] M. Bonitz, D. Block, O. Arp, V. Golubnychiy, H. Baumgartner, P. Ludwig, A. Piel, and A. Filinov, Phys. Rev. Lett. 96, 075001 (2006)

[3] C. Henning, H. Baumgartner, A. Piel, P. Ludwig, V. Golubnychiy, M. Bonitz, and D. Block, Phys. Rev. E 74, 056403 (2006)

[4] C. Henning, M. Bonitz, and A. Filinov, submitted for publication

P 6.4 Mo 15:30 6F

Z-Pinch-Plasmen als Absorptionsmedium für Laserstrahlung — ●STEPHAN BRÜCKNER, STEPHAN WIENEKE and WOLFGANG VIÖL — Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst, Fakultät Naturwissenschaften und Technik, Von-Ossietzky-Str. 99, D-37085 Göttingen, Deutschland

Z-Pinche bieten eine sehr gute Möglichkeit räumlich begrenzte Plasmen hoher Dichte und hoher Temperatur zu erzeugen. Eine Alternative zu elektrisch erzeugten Plasmen stellen die laserinduzierten Plasmen dar. Beide Verfahren ermöglichen grundsätzlich Strahlungsquellen mit, je nach Anforderung, spezifischen Strahlungseigenschaften. Eine Kopplung dieser beiden Verfahren stellt eine mögliche Anordnung dar, Z-Pinche mit niedrigeren Strömen zu betreiben (einige kA). Entscheidend für eine effektive Einkopplung von Laserstrahlung in ein Z-Pinchplasma ist die Kenntnis der zeitlichen Entwicklung der Elektronendichte im Plasma. Das dynamische Verhalten von verschiedenen Z-Pinchplasmen wurde mit Hilfe eines 1-D-magnetohydrodynamischen Modells numerisch gelöst. Dieses simulierte Verhalten zusammen mit experimentell gewonnenen Daten wurde herangezogen um die Effizienz von Z-Pinchplasmen als Absorptionsmedium für Laserpulse abzuschätzen.

P 6.5 Mo 15:45 6F

Plasma instabilities in the quark gluon plasma — ●ANDREAS IPP¹, ANTON REBHAN², PAUL ROMATSCHKE³, and MICHAEL STRICKLAND⁴ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg — ²Technische Universität Wien — ³University of Washington, Seattle — ⁴Frankfurt Institute for Advanced Studies

It has been pointed out a while ago that plasma instabilities, in particular the so-called Weibel or filamentary instabilities from ordinary electromagnetic plasmas, may play a role also in the quark-gluon plasma that is produced in relativistic heavy-ion collisions at CERN-SPS, RHIC, or soon the LHC. Only recently it has been proposed that the non-Abelian generalization of plasma instabilities to strong interactions may provide an explanation for the fast isotropization of the quark-gluon plasma and specifically an explanation for the recent puzzle of fast apparent thermalization that is observed in such experiments. There, the instabilities arise necessarily through the initial momentum anisotropy generated by the rapidly expanding plasma.

We treat the instabilities by gauge-covariant collisionless Boltzmann-Vlasov equations for an effective field theory for the soft momentum modes of the gauge fields. These soft modes pertain collective dynamics such as Debye screening, finite plasma frequency, and magnetic instabilities of anisotropic plasmas. In this work, we extend the previous work of Ref. [1] to treat full 3+1 dimensional SU(3) simulations. A new parallel implementation of the code allows to study larger lattices and therefore in more detail the late time behavior of the instabilities.

[1] A. Rebhan, P. Romatschke, M. Strickland, JHEP, 09:041, 2005.

P 7: Poster

Zeit: Montag 16:30–18:30

Raum: Poster A

P 7.1 Mo 16:30 Poster A

Temporal and spatial distributions of radicals in pulsed fluorocarbon discharges - a DoE study — JAKOB BARZ^{1,2}, MICHAEL HAUPT¹, CHRISTIAN OEHR¹, and ACHIM LUNK² — ¹Fraunhofer IGB, Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart — ²Institut für Plasmaforschung, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 31, 70569 Stuttgart

A Design of Experiments (DoE) study was carried out, comparing spatial radical densities in several pulsed fluorocarbon discharges depending on time.

Laser-induced fluorescence (LIF) was applied to study reaction mechanisms in the plasma in dependence on gas flow, pressure and electric power as well as on pulse parameters. The species investigated were CF (lifetime 25 ns) and CF₂ (lifetime 55 ns). Experiments were performed mainly in CHF₃-plasmas, diluted with argon.

It turned out that the CF density is strongly influenced by the mean power applied and increases by half an order of magnitude by increasing the power from 20 to 80 W at pressures between 0.3 and 0.8 mbar. In contrast to this result, CF₂ densities are hardly influenced by the power variation. On the other hand, CF densities are hardly influenced by variation of the pressure, contrary to the influence on CF₂ densities.

Beside the spatial distribution of particle densities, the time-resolved development of the observed species after plasma ignition and at several stages of the pulse period will be also shown in detail.

P 7.2 Mo 16:30 Poster A

Spektroskopische Diagnostik eines gepulsten Bogens zur Partikelsynthese — KURT BEHRINGER und TILL HÖSCHEN — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, 85748 Garching

Die Elektronendichten und -temperaturen eines gepulsten koaxialen Plasmabrenners werden end-on mit spektroskopischen Methoden bestimmt. Eine Kondensatorentladung (60µF, 2 bis 5kV) führt zu gedämpften Schwingungen des Plasmastroms mit ca. 10kA Maximalamplitude und 120µs Periodendauer. Zur Aerosolbildung kann vor der Entladung ein Prozessgas eingeleitet werden; die hier beschriebene Diagnostik verwendet jedoch nur Argon und Wasserstoff. Außerdem enthält das Plasma Kupfer und Zink der Messingelektroden. Das Spektrometer ($\Delta\lambda = 0.04\text{nm}$) erlaubt eine Aufnahme pro Entladung mit 10µs Integrationszeit. Die untersuchten Spektren liegen bei 422nm und 487nm $\pm 7\text{nm}$. Aus der Verbreiterung von H-, ArI- und ZnII-Linien wird n_e bestimmt. Die Ergebnisse folgen in etwa dem Strom mit Maximalwerten von ca. $1.5 \cdot 10^{23} \text{m}^{-3}$. Die Temperaturen erhält man aus dem Intensitätsverhältnis der Linien ArI/ArII und ZnI/ZnII. Für die Atome gilt PLTE, für die Ionen wird mit einem Stoß-Strahlungsmodell gezeigt, dass LTE gut erfüllt ist, speziell unter Berücksichtigung der Opazität im VUV. Beide Kriterien ergeben übereinstimmend Maximaltemperaturen von ca. 22000 K, die über 300 µs hinweg kaum abnehmen. Um die Nulldurchgänge herum kühlt das Plasma auf ca. 14000 K ab. Die Entladungen sind über den Brennerquerschnitt nicht homogen und auch nicht sehr gut reproduzierbar. Als zusätzliches Ergebnis werden die Starkbreiten einiger ZnI-Linien gewonnen.

P 7.3 Mo 16:30 Poster A

Doppelplasmaexperiment zur Untersuchung von elektronegativen Plasmen — SEBASTIAN ENGE, ALF KÖHN, WALTER KASPAREK, BERNHARD ROTH und ULRICH STROTH — Institut für Plasmaforschung, Universität Stuttgart.

Ein Doppelplasma ist ein thermionisches Plasma, das ein magnetisches Multipolfeld nutzt, um das Plasma von der Wand zu isolieren. Das Plasmagefäß wird durch ein Gitter in zwei Bereiche getrennt. In dem einen wird durch eine thermionische Entladung das Plasma erzeugt, von dort strömt das Plasma in den anderen Teil, wo es sich sehr gut zur Untersuchung von ionenakustischen Wellen, Solitonen oder der Plasmarandschicht eignet. In letzter Zeit traten elektronegative Plasmen in das Interesse der Forschung. Insbesondere der Einfluss negativer Ionen auf Dispersionsrelationen und die Plasma-Randschicht sollen untersucht werden.

Zur Messung der Ionendynamik wird unter anderem eine laserinduzierte Fluoreszenz (LIF) Diagnostik aufgebaut. Sie ermöglicht die Messung der Ionen-Geschwindigkeitsverteilungsfunktion und somit der Ionen-Temperaturen und mittleren Ionengeschwindigkeiten. Daraus kann z.B. das Plasmapotential in der Plasma-Randschicht ermittelt werden. Der Beitrag stellt das Experiment, die Diagnostik und

die Themenstellung vor.

P 7.4 Mo 16:30 Poster A

Massenspektrometermessungen in magnetisierten Plasmen — OLE WALDMANN¹, GERD FUSSMANN² und IGOR VIZGALOV³ — ¹Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, TI Greifswald — ²Institut für Physik der Humboldt Universität zu Berlin — ³Moscow Engineering Physics Institute, State University, Russische Föderation

Die direkte Messung der Dichte und Ladungszustände von Ionen stellt eine wichtige Plasmadiagnostik dar.

Wir stellen ein neuartiges Massenspektrometer (MSMP-02) zur direkten Messung der Konzentration und der Ladungszustände von Ionen in einem magnetisierten Plasma vor, welches in Kooperation mit dem MEPHI (Moscow Engineering Physics Institute) und der Firma BESTEC GmbH, Berlin-Adlershof, entwickelt wurde. Die Experimente wurden am Plasmagenerator PSI-2 durchgeführt.

Für die Separation der Ionen wird das intrinsische Magnetfeld ($B \approx 0.01 \dots 0.1 \text{ T}$) der Anlage in Kombination mit einem variablen, externen E-Feld benutzt. Im Parameterbereich ($n_e = 10^{16} \dots 10^{19} \text{ m}^{-3}$, $T_e = 1 \dots 15 \text{ eV}$, $T_i = 0.5 \dots 0.7 T_e$) des PSI-2 kann das MSMP sowohl am Plasmarand als auch im Plasma eingesetzt werden.

Die präsentierten Ergebnisse umfassen ein- und zweifach ionisierte Ionen von Wasserstoff bis Argon. Gezeigt werden sowohl verschiedene Ladungszustände einer Ionensorte als auch die Diagnose von Verunreinigungen im Plasma.

P 7.5 Mo 16:30 Poster A

Zeitaufgelöste Emissionsspektroskopie an einem Mikroplasma-Jet in unterschiedlichen Edelgasen — LUCAS SCHAPER, NIKOLAS KNAKE, VOLKER SCHULZ-VON DER GATHEN und JÖRG WINTER — Ruhr-Universität Bochum, Institut f. Experimentalphysik II, 44780 Bochum

Phasenaufgelöste Emissionsspektroskopie (PROES) erlaubt die Untersuchung dynamischer elektronischer Anregungsvorgänge im Inneren von Mikroplasmen. Hier stellen wir Untersuchungen an einem μ -Atmosphärendruck-Plasmajet (μ -APPJ) vor, der speziell für Methoden der optischen Diagnostik konzipiert wurde. Der homogen brennende Jet besitzt eine Länge von 30 mm bei einem Abstand der Elektroden und einer Breite des Entladungsvolumens von 1 mm. Der μ -APPJ wird mit Leistungen von ca. 10 W bei einer Anregungsfrequenz von 13,56 MHz betrieben. Als Trägergas wird Helium verwendet, dem als Reaktivgas Sauerstoff zugemischt wird. Die Entladungseigenschaften werden durch diese Beimischung (max. 1 %) deutlich beeinflusst. Phasenaufgelöste Emissionsspektroskopie mit einer intensivierten CCD-Kamera erlaubt bei einer Zeitauflösung von 3 ns die ortsaufgelöste Untersuchung dynamischer elektronischer Anregungsvorgänge in den Schichtbereichen der Entladung. Kleine Beimischungen weiterer Edelgase (Ar, Ne, Xe) erlauben einen detaillierteren Blick auf verschiedene Energiebereiche der Anregung.

Teilweise gefördert durch den SFB591.

P 7.6 Mo 16:30 Poster A

Entwicklung und Kalibrierung einer Thomson-Parabel mit MCP — KNUT HARRES¹, MARIUS SCHOLLMEIER¹, JÖRG SCHREIBER², FRANK NÜRNBERG¹, ERIK BRAMBRINK³, MANUEL HEGELICH⁴, JULIEN FUCHS⁵, ABEL BLAZEVIC⁶ und MARKUS ROTH¹ — ¹Technische Universität Darmstadt, Deutschland — ²Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland — ³Sandia National Laboratories Albuquerque, USA — ⁴Los Alamos National Laboratories Los Alamos, USA — ⁵Laboratoire pour l'Utilisation des Laser Intenses Palaiseau, Frankreich — ⁶Gesellschaft für Schwerionenforschung Darmstadt, Deutschland

Eine Thomson-Parabel (TP) ist ein Ionenspektrometer zur Detektion und Analyse speziell laserbeschleunigter Ionenstrahlen. Mit Hilfe von parallelen elektrischen und magnetischen Feldern werden die Ionenstrahlen in der TP entsprechend ihrem Verhältnis von Ladung zu Masse separiert und durch eine Mikrokanalplatte detektiert. Die Beschleunigung der Ionen erfolgt bei der Wechselwirkung eines Hochleistungslasers mit dünnen Targetfolien (10-50 Mikrometer) durch den sogenannten TNSA-Mechanismus (target normal sheath acceleration) von der Targetrückseite. Die Durchführung der Experimente erfolgte am LULI 100TW System. Unter Verwendung von Simulationsprogram-

men und Vergleichsexperimenten mit absolut kalibrierten Detektoren war es möglich, die TP absolut zu kalibrieren und die Energiespektren der Ionen zu analysieren. Die Energiespektren der Ionen weisen einen exponentiellen Verlauf auf mit einer Energiebreite von 100%. Es wurden Protonen bis zu 13,6MeV und Ionen bis zu 5MeV/u nachgewiesen.

P 7.7 Mo 16:30 Poster A

Räumlich und energetisch aufgelöste Rekonstruktion eines lasererzeugten Protonenstrahls — ●FRANK NÜRNBERG¹, MARIUS SCHOLLMEIER¹, KNUT HARRES¹, ABEL BLAZEVIC² und MARKUS ROTH¹ — ¹TU Darmstadt, Institut für Kernphysik, Darmstadt — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt

Die Entdeckung der Teilchenbeschleunigung durch Laser-Plasma-Wechselwirkung ermöglicht die Erzeugung von hochenergetischen, gepulsten Protonenstrahlen durch intensive Laserpulse (10^{18} W/cm²). Beobachtungen zeigten, dass die Mehrzahl der Protonen von der Rückseite der bestrahlten Targetfolie emittiert werden. Dieser Effekt wird durch das TNSA-Modell der Ionenbeschleunigung beschrieben, dessen Basis ein durch austretende Elektronen gebildetes elektrisches Feld in der Größenordnungen von 10^{12} V/m ist, das Protonen feldionisiert und auf einer Strecke von wenigen Mikrometern bis zu Energien von 60 MeV beschleunigt.

Die lasererzeugten Protonen werden durch ihre Energiedeposition im sensitiven Material eines radiochromatischen Films detektiert. Durch Stapelanordnungen dieser Filme erhält man eine energieaufgelöste Messungen, die mit einer entwickelten Matlab-Routine zu einer dreidimensionalen, orts- und energieaufgelösten Darstellung des lasererzeugten Protonenstrahls führt. Diese detaillierten Informationen über die Protonenverteilung und die bestimmten Strahlparameter Öffnungswinkel, Quellgröße, Divergenz und transversale Emittanz ermöglichen genauere Aussagen über den Beschleunigungsvorgang der Protonen und den Elektronentransport durch das Target.

P 7.8 Mo 16:30 Poster A

Messung der Elektronendichte mittels optischer Emissionsspektroskopie (OES) und Vergleich mit anderen diagnostischen Methoden — ●STEPHAN DIETRICH^{1,2} und URSEL FANTZ^{1,2} — ¹Lehrstuhl für Experimentelle Plasmaphysik, Institut für Physik, Universität Augsburg, 86135 Augsburg — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, 85748 Garching

Ein wichtiger Parameter für Quellen- und Prozessoptimierung ist die Elektronendichte, für die es verschiedene, meist unterschiedlich aufwändige, Diagnostiken gibt. Eine Methode, die weder das zu untersuchende Plasma stört noch einen aufwändigen Aufbau hat, ist die optische Emissionsspektroskopie. Über die Messung von Linienverhältnissen erlaubt diese mit Hilfe von effektiven Emissionsratenkoeffizienten aus Stoß-Strahlungsmodellen eine einfache Bestimmung der Dichte. Um die OES zu verifizieren, werden die Ergebnisse mit denen aus Doppelsonde und Interferometrie an einem homogenen ECR-Plasma ($f = 2.45$ GHz, $P_{max} = 1$ kW) verglichen. Die Homogenität dieses Plasmas erlaubt einen besseren Vergleich zwischen sichtsichtstrahlentzierenden Methoden und den lokal messenden Sonden. Ferner zeichnet sich das ECR-Plasma durch einen großen Druck- und Leistungsbereich aus, so dass eine Gegenüberstellung der verschiedenen Methoden für einen großen Parameterbereich ($n_e = 1 \cdot 10^{16} - 5 \cdot 10^{18} m^{-3}$, $T_e = 1.5 - 12eV$) in Helium-, Argon- und Wasserstoff-Mischplasmen möglich ist.

P 7.9 Mo 16:30 Poster A

Messung zur Plasmahomogenität an HF-Quellen zur Erzeugung negativer Ionen — ●FABIAN MAISBERGER, URSEL FANTZ und NNBI - TEAM — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, Boltzmannstraße 2, 85748 Garching

Die Entwicklung leistungsfähiger HF-Quellen ($f=1$ MHz, $P=100$ kW) für die Erzeugung negativer Wasserstoffionen ist von entscheidender Bedeutung für Neutralteilchenheizungen zukünftiger Fusionsexperimente (ITER). Die negative Ionen (H^-/D^-) werden in Niederdruckentladungen ($p=0.3$ Pa) durch Oberflächenprozesse erzeugt und anschließend durch ein Gittersystem extrahiert und beschleunigt. Zur Reduktion von ko-extrahierten Elektronen befindet sich vor dem Plasmagitter ein magnetisches Filterfeld (≈ 70 G). Zusätzlich kann das Plasmagitter durch eine Biasspannung gegen die Quellenwand vorgespannt werden. Für ITER wird eine Inhomogenität des Ionenstrahls von unter 10% gefordert. Hierfür ist ein gleichmäßiges Plasma im Extraktionsbereich erforderlich. Zur Messung der Plasmamaparameter steht unter anderem die optische Emissionsspektroskopie zur Verfügung. An einer Ionenquelle mit Extraktion wird mit Hilfe dreier horizontaler

Sichtstrahlen, die parallel zum Gittersystem verlaufen, die Homogenität des Plasmas untersucht. Im Langpulsbetrieb (100s - 1h) können Aussagen über zeitliche Variationen getroffen werden. Die Messungen zeigen, dass sich die Plasmasymmetrie durch Variation des magnetischen Filterfeldes und der angelegten Biasspannung beeinflussen lassen. Die Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert, zusätzlich wird ein Vergleich mit Messungen zur Strahlhomogenität gegeben.

P 7.10 Mo 16:30 Poster A

Ortsaufgelöste H α Dopplerspektroskopie an einem Wasserstoffionenstrahl — ●THOMAS ZACHARIAS, URSEL FANTZ und NNBI TEAM — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, Boltzmannstraße 2, 85748 Garching

Für die Neutralteilchenheizung und den Stromtrieb von ITER wird eine Ionenquelle benötigt, die einen D⁻ - Strom von 40A für Pulsängen von einer Stunde liefert. Bei einer erreichbaren Stromdichte von 200 Am⁻² muß eine Quelle, für negative Wasserstoffionen mit einer Fläche von 1.5m x 0.6m, entwickelt werden. Eine Herausforderung bei der Entwicklung solch großer negativer Ionenquellen für den Langpulsbetrieb ist die zeitliche und räumliche Homogenität des extrahierten Teilchenstrahls. Eine inhomogene Stromdichteverteilung kann durch die Aufweitung des Beams zu Problemen in der Strahlführung im Beschleunigungssystem führen. Um Aussagen über die Homogenität des Strahls machen zu können, wurde an einer Ionenquelle (0.6m x 0.3m) mit Extraktionssystem die H α Dopplerspektroskopie am Ionenstrahl in Betrieb genommen. Dazu wird die Halbwertsbreite und die Intensität der dopplerverschobenen H α - Linie betrachtet. Die Homogenitätsuntersuchungen am Beam werden gezeigt und in Zusammenhang mit den spektroskopischen Untersuchungen der Plasmahomogenität in der Ionenquelle diskutiert.

P 7.11 Mo 16:30 Poster A

Experimental and numerical simulation of solar flares — ●HOLGER STEIN¹, LUKAS ARNOLD², HENNING SOLTWISCH¹, RAINER GRAUER², DENIS GLUSHKOV¹, and JÜRGEN DREHER² — ¹Institut für Experimentalphysik V, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Germany — ²Lehrstuhl für Theoretische Physik I, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Germany

A laboratory experiment to simulate solar flares has been constructed. The design follows a previous work of Hansen and Bellan [1], who employed an arc-shaped magnetic field (≤ 0.1 T) to guide a strong current (≤ 40 kA) through a cloud of rarefied hydrogen gas. The electrical characteristics of the discharge circuit have been assessed by means of a semi-circular copper conductor replacing the plasma arch, and the gross behaviour of the gas discharges has been examined for varied operational parameters (B-field, plasma current, gas injection) by using a fast single-frame ICCD camera. In parallel to these experimental activities, a numerical framework for simulating the observed plasma structures (including kink-like perturbations) has been developed, and first comparisons of measured and calculated data have been made.

[1] J. F. Hansen and P. M. Bellan, *Astrophys. J. Lett.* **563**, L183 (2001)

P 7.12 Mo 16:30 Poster A

Innerer Aufbau der Großen Planeten Jupiter, Saturn und Neptun — NADINE NETTELMANN, MARTIN FRENCH, ●WINFRIED LORENZEN, BASTIAN HOLST, ANDRE KIETZMANN und RONALD REDMER — Universität Rostock, 18051 Rostock

Im einfachsten Modell eines Großen Planeten, das alle Beobachtungsdaten reproduziert, gliedert sich das Innere in drei Schichten: im Falle von Jupiter und Saturn eine fluide, molekulare äußere Hülle, eine fluide, metallische innere Hülle und einen festen Kern. Die Bestimmung der Profile des Druckes, der Temperatur und der Dichte entlang des Radius in den äußeren Schichten erfordert die Kenntnis der Zustandsgleichung (EOS) von Wasserstoff, Helium, Wasser und Methan. Bei Jupiter resultiert die Verwendung verschiedener H-EOS in deutlich unterschiedlichen Kernmassen und Elementhäufigkeiten. Diese Eigenschaft eignet sich als Testmethode für die H-EOS in einem Bereich hoher Drücke und Dichten, der durch Laborexperimente noch nicht erreicht werden ist.

Neben dem inneren Aufbau von Jupiter, Saturn und Neptun zu verschiedenen Standard-EOS präsentieren wir Ergebnisse zur Leitfähigkeit in Jupiter und zu den Phasen des Wassers in Neptun. Diese Ergebnisse basieren auf QMD-Simulationen zu Wasserstoff, Helium und Wasser.

P 7.13 Mo 16:30 Poster A

The momentum transfer rate due to current-driven tur-

bulence in magnetized plasma — ●NINA ELKINA, KUANG WU LEE, and JOERG BUECHNER — Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Max-Planck-Str.2, 37191 Katlenburg-Lindau, Germany
Up to now, it is still unclear that which mechanism causes the violation of frozen-in condition locally, which leads to magnetic field reconnection. It has been assumed that some kinds of plasma instabilities occur in current layers and generate anomalous resistivity because of the effective wave-particle interactions, and consequently reduce the electric current. The focuses of this study are to derive momentum transfer rate in strong turbulence case due to wave-particle interactions (*anomalous* resistivity) and the inertial effects relating the formation of large amplitude structures, such as double layer, which sustains strong potential drop in Debye scale. We have obtained the spectra of linearly unstable modes around ion-acoustic and lower-hybrid frequencies which peaked along the direction parallel to drift and to magnetic field with a spreading angle. On early stage of instability development, the main contribution into turbulence energy level is coming from the field-aligned wave modes. Further evolution of these waves lead to the development of planar double layers. On second stage one can see preferential growth of oblique modes. We calculate the effective resistivity due to any term in generalized Ohm's law and consider their relative importances on reducing current. In this study we discuss possible ways to include turbulence induced dissipation into a macroscopic model of solar coronal reconnection.

P 7.14 Mo 16:30 Poster A

Spektroskopische Untersuchung von langlebigen Plasmoiden — ●STEFAN NOACK, ALEX VERSTEEGH, BURKHARD JÜTTNER und GERD FUSSMANN — AG Plasmaphysik, HU Berlin

Aufbauend auf früheren Arbeiten russischer Gruppen wurden frei schwebende Plasmoide durch eine Kondensatorentladung entlang einer Wasseroberfläche erzeugt. Mit einer Kapazität von 1 mF und einer Spannung von 4,8 kV lassen sich Plasmoide von 15 - 20 cm Durchmesser erzeugen. Diese leuchten etwa 200 ms ohne externe Energiezufuhr. Mittels spektroskopischen Messungen im Bereich 200 - 780 nm konnten mehrere Linien neutraler (Ca I, Na I, Cu I, K I) und einfach ionisierter Atome (Ca II) sowie Molekülbanden (OH, CaOH, CaO) identifiziert werden. Dafür wurde ein Echelle Spektrometer mit einer spektralen Auflösung von $\lambda/\Delta\lambda = 40000$ verwendet. Es wurde die Zeitabhängigkeit der Spektren gemessen. Aus den zeitabhängigen Intensitäten lassen sich u.a. die Elektronentemperaturen ermitteln. Die Messungen verfolgen das Ziel, die Natur der Energiespeicherung im Plasmoid zu ergründen. Chemische Reaktionen wären eine mögliche Erklärung für die lange Lebensdauer des Plasmoids. Ein weiterer Untersuchungsgegenstand ist das Auftreten eines aus dem Plasmoid hervorgehenden Lichtstrahls (jet).

P 7.15 Mo 16:30 Poster A

Experimentelle und theoretische Bestimmung der Wellenlängen von Emissionslinien im Röntgenbereich hochgeladener Wolframionen — ●ROBERT SEIDEL¹, CHRISTOPH BIEDERMANN^{1,2}, RAINER RADTKE^{1,2} und THOMAS PÜTTERICH² — ¹Institut für Physik der Humboldt Universität zu Berlin, Lehrstuhl Plasmaphysik, Newtonstr. 15, 12489 Berlin — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Association, Germany

Mit der Untersuchung von Linienstrahlung hochgeladener Wolframionen im Röntgenbereich und im EUV unterstützt die Berliner Elektronenstrahl-Ionenfalle (EBIT) die Arbeiten zur Kernfusion. Dank seiner Eigenschaften eignet sich Wolfram als Divertormaterial in zukünftigen Kernfusionsexperimenten wie z.B. ITER. Zur Bestimmung der Strahlungscharakteristik von Wolfram ist es wichtig, Informationen über den Ladungszustand und die konkreten Übergänge der auftretenden Emissionslinien zu erlangen. In der EBIT werden hochgeladene Wolframionen erzeugt (hier: Ar-artiges W^{56+} bis He-artiges W^{72+}), gespeichert und spektroskopisch untersucht. Neben Übersichtsspektren werden Emissionslinien mittels eines hochauflösenden Bragg-Spektrometers im Energiebereich zwischen 8 und 11 keV registriert. Die experimentellen Daten werden mit den Ergebnissen von Atomstrukturrechnungen verglichen.

P 7.16 Mo 16:30 Poster A

Struktur in stark-gekoppelten Mehrkomponenten-Plasmen — ●KATHRIN WÜNSCH¹, MANFRED SCHLANGES¹ und DIRK O. GERICKE² — ¹Institut für Physik, E.-M.-Arndt-Universität Greifswald, 17489 Greifswald — ²Centre for Fusion, Space and Astrophysics, Department of Physics, University of Warwick, Coventry CV4 7AL, United Kingdom

Die Struktur dichter Plasmen, d.h. die radiale Verteilungsfunktion bzw. der Strukturfaktor, ist eng mit den thermodynamischen Eigenschaften des Systems verbunden. Ein Vergleich experimenteller Daten mit theoretischen Resultaten erlaubt damit Rückschlüsse auf die Plasma-parameter. Zur numerischen Bestimmung der Verteilungsfunktion bzw. des Strukturfaktors wird hier das bekannte HNC-Verfahren, d.h. die Lösung gekoppelter Integralgleichungen, auf Mehrkomponenten-Plasmen angewendet. Im Bereich starker Kopplung entsteht besonders im Ionensystem eine ausgeprägte, kurzreichweitige Struktur, deren Abhängigkeit von den Plasmaparametern an verschiedenen Beispielen diskutiert wird. Zur Beschreibung der Elektronen ist es notwendig, Quanteneffekte (approximativ) zu berücksichtigen; dieses wird durch die Verwendung verschiedener effektiver Potentiale erreicht. Weiterhin wird der Einfluß der gezeigten Resultate auf die Plasmadiagnostik mittels Thomson-Streuung diskutiert.

P 7.17 Mo 16:30 Poster A

Plasma phase transition in deuterium: direct path-integral Monte-Carlo calculations and new experimental results — ●VLADIMIR FILINOV^{1,2}, PAVEL LEVASHOV¹, MICHAEL BONITZ², VLADIMIR FORTOV¹, M.A. MOCHALOV³, and M.V. ZHERNOKLETOV³ — ¹Institute for High Energy Densities RAS, Moscow, Russia — ²Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Theoretische Physik und Astrophysik — ³Russian Federal Nuclear Center, All-Russia Research Institute of Experimental Physics, Sarov, Russia

The Plasma phase transition (PPT) is known as a possible Coulomb correlation effect in dense quantum plasmas for many decades, but up to now, there was no experimental confirmation. Recently reliable experimental measurements of the density along a quasi-isentrope of deuterium have been performed by Mochalov et al. who compressed deuterium in a cylindrical vessel by a number of shock waves. For the density measurement two gamma sources were used. The experiments showed a remarkable density jump (of about 30%) at nearly constant pressure (around 1.4 Mbar) and temperature (around 5.000K). This density jump is surprisingly close to the theoretically predicted instability region. Therefore, it is expected that this experiment is the first evidence for the plasma phase transition in dense deuterium. In this contribution we show the basic experimental results and present new first principle direct fermionic path integral Monte Carlo simulations which confirm the PPT.

This work is supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft via SFB-TR24.

P 7.18 Mo 16:30 Poster A

HNC calculations for two-component plasmas — ●VOLKER SCHWARZ¹, THOMAS BORNATH¹, WOLF DIETRICH KRAEFT^{1,2}, and RONALD REDMER¹ — ¹Institut für Physik, Universität Rostock, 18051 Rostock — ²Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, 17487 Greifswald

We have performed HNC calculations for dense beryllium plasma as studied experimentally by using x-ray Thomson scattering. We treated non-equilibrium situations with different electron and ion temperatures which are relevant in pump-probe experiments on ultra-short time scales. To consider quantum effects adequately, we used effective pair potentials to describe the interactions. Results are compared with classical as well as quantum corrected Debye model calculations. We find that the electron-ion contributions are very sensitive on the results. This work is supported by the DFG SFB 652, and by the Helmholtz-Gemeinschaft Virtual Institute VH-VI-104.

P 7.19 Mo 16:30 Poster A

Electrical and Hall conductivity in Ar and Xe plasmas — ●JOHN ADAMS^{1,2}, HEIDI REINHOLZ¹, RONALD REDMER¹, GERD ROEPKE¹, and MARTIN FRENCH¹ — ¹Institut für Physik, Universität Rostock, 18051 Rostock — ²School of Physics, University of Western Australia, Nedlands, WA 6907, Australia

Experiments on the electrical conductivity of inert gases have been revisited. Within the linear response theory of partially ionized plasmas [1], the description of electron-atom scattering using experimentally determined transport cross sections leads to a qualitatively improved description. It emphasizes the relevance of the Ramsauer minimum which had been neglected so far when using a polarization potential approach. The traditionally used degeneracy dependent Spitzer factor is critically discussed.

In recent years, noble gas plasmas have also been investigated under the influence of magnetic fields. In this context, the Hall conductivity

ity is considered as a tool for diagnostics of the free electron density, which is otherwise not directly accessible for experimental determination. The linear response theory allows for a consistent investigation of the Hall coefficient and other thermoelectric transport properties. Within this approach, comparison [2] with recent experimental results for the Hall conductivity in partially ionized argon and xenon plasmas [3] is presented.

- [1] Reinholz et al. PRE 52 (1995) 395; Redmer, PR 282 (1997) 35
- [2] Adams et al. Contrib. Plasma Phys., in press
- [3] N. S. Shilkin et al., ZETF 124 (2003) 1030 [JETP 97 (2003) 922]

P 7.20 Mo 16:30 Poster A

Elektromagnetische Turbulenz in TJ-K und ihre Abhängigkeit vom Plasma- β — ●KIAN RAHBARNIA¹, EBERHARD HOLZHAUER¹, FRANKO GREINER², ALEXANDER KENDL³, NAVID MAHDIZADEH¹, MIRKO RAMISCH¹, BRUCE SCOTT⁴ und ULRICH STROTH¹ — ¹Institut für Plasmaphysik, Universität Stuttgart — ²Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Universität Kiel — ³Institut für Theoretische Physik, Universität Innsbruck — ⁴Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching

Neben elektrostatischen Fluktuationen sind magnetische Fluktuationen ein wichtiger Aspekt für Untersuchungen turbulenter Prozesse in Plasmen. Deren Analyse ist unter anderem Voraussetzung für das Verständnis der Stabilität von Fusionsplasmen. In TJ-K treiben Driftwelleninstabilitäten die Turbulenz. In dieser Arbeit werden die mit Hilfe von \dot{B} -Sonden gemessenen Spektren magnetischer Fluktuationen präsentiert. Ein Vergleich der experimentellen Daten mit denen aus dem Simulationscode DALF3 erhaltenen Ergebnissen liefert in weiten Bereichen eine gute Übereinstimmung. Dies deutet, ebenso wie die Untersuchungsergebnisse aus Langmuirsonden-Messungen, auf eine parallele Dynamik der Driftwellen-Turbulenz hin, die für parallele Ströme verantwortlich ist und so die elektromagnetische Komponente der Turbulenz erzeugt. Die Leistung in den Magnetfeldfluktuationen fällt, wie theoretisch erwartet, etwa wie β^{-1} ab. Dabei ist der Abfall im Experiment stärker als in den Simulationen.

P 7.21 Mo 16:30 Poster A

Skalierungsverhalten turbulenter Strukturen im Torsatron TJ-K — ●EVELYN HÄBERLE, MIRKO RAMISCH und ULRICH STROTH — Institut für Plasmaphysik, Universität Stuttgart

Ein Maß für die Qualität des magnetischen Plasmaeinschlusses in Fusionsexperimenten ist die globale Energieeinschlusszeit. Deren Skalierungseigenschaften werden maßgeblich durch turbulente Transportprozesse auf mikroskopischer Skala bestimmt und sind abhängig vom Antriebsmechanismus der Turbulenz. Wichtig für die Vorhersage der Einschlussqualität von Plasmen in zukünftigen Fusionsreaktoren ist die Untersuchung der Skalierungseigenschaften mikroskopischer Größen wie der Korrelationslänge L der turbulenten Strukturen. Für Driftwellenturbulenz, wie sie in TJ-K vorherrscht, wird ein linearer Zusammenhang zwischen der Strukturgröße und dem charakteristischen Driftparameter $\rho_s = \sqrt{T_e M_i} / eB$ vorhergesagt.

Zur Untersuchung der Skalierungseigenschaften der Strukturen wurden in dieser Arbeit die Korrelationslängen quasikohärenter Strukturen in den Dichtefluktuationen der Niedertemperaturplasmen des Torsatrons TJ-K mit einem 8×8 -Langmuirsondenarray vermessen und deren Skalierung mit charakteristischen Größen wie dem Driftparameter bestimmt. Frühere Skalierungsuntersuchungen bei einem Magnetfeld von $B = 72$ mT unter Variation der Ionenmasse wurden in dieser Arbeit durch den Parameterbereich bei $B = 276$ mT erweitert. Es zeigt sich, dass sich die Strukturen um das Verhältnis der Magnetfeldstärken ändern. Die Skalierungseigenschaften der Strukturen sind mit $L \sim \rho_s^{0.8}$ im Bereich der vorhergesagten Skalierung für Driftwellenturbulenz.

P 7.22 Mo 16:30 Poster A

Mikrowellenheizung überdichteter Plasmen in TJ-K — ●ALF KÖHN¹, FRANKO GREINER², EBERHARD HOLZHAUER¹, CARSTEN LECHTE¹, KIAN RAHBARNIA¹, MIRKO RAMISCH¹ und ULRICH STROTH¹ — ¹Institut für Plasmaphysik, Universität Stuttgart — ²Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität Kiel

Im Torsatron TJ-K werden mittels ECRH bei 2.45 GHz und 8.25 GHz Niedertemperaturplasmen erzeugt. Im Gegensatz zu Fusionsexperimenten sind die Absorptionskoeffizienten an der fundamentalen Resonanz in solchen Plasmen niedrig, so dass keine effektive Heizung dort stattfinden kann. Obwohl zusätzlich der Cutoff am Plasmarand liegt, wird das Plasma effektiv geheizt, was durch zentral zugespitzte Dichtepprofile belegt ist. Hohle Temperaturprofile weisen auf eine Leis-

tungsdeponierung am Rand hin.

Die Ergebnisse umfangreicher Parameterstudien werden vorgestellt. Sie deuten darauf hin, dass die eingestrahlte Welle Leistung im Bereich der oberen Hybriden deponiert. Untermauert wird dieses durch Wellenfeldmessungen. Es wird gezeigt, wie optimierte Antennenstrukturen die Absorption gezielt beeinflussen.

Weiterhin werden erste mit dem Wellencode IPF-FD3D durchgeführte globale Simulationen des Wellenfeldes im Vakuumgefäß mit Plasma vorgestellt und mit Messungen verglichen.

P 7.23 Mo 16:30 Poster A

Vergleich dimensional ähnlicher Turbulenz in TJ-K und ASDEX Upgrade — ●BERNHARD NOLD¹, MIRKO RAMISCH¹, VOKER ROHDE², ASDEX UPGRADE TEAM² und ULRICH STROTH¹ — ¹Institut für Plasmaphysik, Universität Stuttgart — ²MPI für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, Garching

In magnetisch eingeschlossenen Plasmen führt von Instabilitäten getriebene Turbulenz zu ungewollten Teilchen- und Energieverlusten. In den Niedertemperaturplasmen des Torsatrons TJ-K wurden die typischen Eigenschaften von Driftwellenturbulenz beobachtet. So sind Dichte- und Potentialfluktuationen annähernd in Phase, die parallele Wellenlänge endlich und die charakteristische Größe der Fluktuationen skaliert mit dem Driftparameter $\rho_s = \sqrt{M_i T_e} / eB$. Dies stimmt mit numerischen Simulationen überein. Die dimensionale Ähnlichkeit von TJ-K-Plasmen zu denen in der Randschicht von Fusionsexperimenten deutet darauf hin, dass auch dort Driftwellen die Turbulenz dominieren könnten.

Im Rahmen dieser Arbeit werden die turbulenten Strukturen in TJ-K und der Randschicht des Tokamaks ASDEX Upgrade experimentell mit linearen Sondenarrays untersucht und verglichen. Insbesondere werden die Dynamik senkrecht zum Magnetfeld und die Phasenbeziehung zwischen Potential- und Dichtefluktuationen untersucht. Der diagnostische Aufbau sowie erste Messungen werden vorgestellt.

P 7.24 Mo 16:30 Poster A

Frequenzgesteuerte Array-Antenne zur Elektron-Zyklotron-Resonanz-Heizung mit Bernsteinwellen am Torsatron TJ-K — ●HENDRIK HÖHNLE, ACHIM JOOSS, WALTER KASPAREK, ALF KÖHN, HELGA KUMRIC, CARSTEN LECHTE, BURKHARD PLAUM und ULRICH STROTH — Institut für Plasmaphysik, Universität Stuttgart, D-70550 Stuttgart

Das Plasma im Torsatron TJ-K wird mit Hilfe von ECRH bei Frequenzen von 2.45 GHz und 8.25 GHz geheizt. Der Cutoff der O- und X-Welle liegt hierbei am Plasmarand, so dass die Welle nicht bis ins Plasmazentrum eindringen kann. Die OXB-Konversion wandelt die O-Welle in eine Bernstein-Welle um, wobei die Effizienz dieser Umwandlung vom Winkel zwischen Wellenvektor und Magnetfeld abhängt. Diese Bernstein-Welle kann bis in das Zentrum des Plasmas propagieren und dort absorbiert werden. Mit Hilfe einer frequenzgesteuerten Array-Antenne wird die OXB-Konversion am TJ-K in Abhängigkeit des Einstrahlwinkels im Frequenzbereich von 7.90 GHz – 8.40 GHz untersucht. Der Aufbau der Antenne, Wellenrechnungen und erste Resultate werden vorgestellt.

Unter bestimmten Bedingungen besitzen Bernstein-Wellen die Eigenschaften von Rückwärtswellen, d.h. die Phasengeschwindigkeit und die Gruppengeschwindigkeit laufen in entgegengesetzte Richtungen. Aufgrund dieser Eigenschaft soll ein Zusammenhang zwischen Bernstein-Wellen und Rückwärtswellen in Metamaterialien herausgearbeitet werden.

P 7.25 Mo 16:30 Poster A

Data adaptive control parameter estimation for scaling laws — HEIKO DREIER¹, ROLAND PREUSS², ●ANDREAS DINKLAGE¹, and VOLKER DOSE² — ¹Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Teilinstitut Greifswald, Wendelsteinstraße 1, D-17491 Greifswald — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Boltzmannstraße 2, D-85748 Garching

Bayesian experimental design quantifies the utility of data expressed by the information gain. Data adaptive exploration determines the expected utility of a single new measurement using existing data and a data descriptive model. In other words, the method can be used for experimental planning.

As an example for a multivariate linear case, we apply this method for constituting scaling laws of fusion devices. In detail, the scaling of the stellarator W7-AS is examined for a subset of $\iota=1/3$ data. The impact of the existing data on the scaling exponents is presented. Furthermore, in control parameter space regions of high utility are identified which improve the accuracy of the scaling law.

This approach is not restricted to the presented example only, but can also be extended to non-linear models.

P 7.26 Mo 16:30 Poster A

Zur Struktur turbulenter Fluktuationen am Stellarator WEGA — ●STEFAN MARSEN, MATTHIAS OTTE, MARTIN SCHUBERT und FRIEDRICH WAGNER — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, 17491 Greifswald, EURATOM Assoziation

WEGA ist ein klassischer $l = 2, m = 5$ Stellarator, an dem magnetisch eingeschlossene Niedertemperaturplasmen erzeugt werden. Räumlich und zeitlich aufgelöste Messungen von Dichtefluktuationen erlauben eine Charakterisierung turbulenter Fluktuationen sowohl im realen als auch im Fourierraum. Ein poloidales Langmuirsonden-Array mit 13 Kanälen dient zur Untersuchung der Struktur der Fluktuationen $\perp \mathbf{B}$. Toroidal aufgelöste Messungen geben Einsicht in die dreidimensionale Struktur. Die Existenz der dafür notwendigen direkten Verbindungslinien zwischen den toroidal entfernten SONDENSYSTEMEN konnte in Rechnungen gezeigt und experimentell mit Hilfe eines Elektronenstrahls bestätigt werden. Der Einfluss von Ionenmasse und Magnetfeld auf die poloidale Ausdehnung turbulenter Strukturen sowie auf deren spektrale Eigenschaften wurde untersucht. Die gleichzeitige Messung von Dichte und Potenzial mit hoher zeitlicher Auflösung ermöglicht die Berechnung des turbulenten radialen Teilchentransports.

P 7.27 Mo 16:30 Poster A

First Results of Heavy Ion Beam Probing at WEGA — ●YURIJ PODOBA¹, MARTIN SCHUBERT¹, and ALEXANDER ZHEZHERA² — ¹Max-Planck-Institut fuer Plasmaphysik, Greifswald, Germany — ²Kharkov Institute of Plasma Physics, Kharkov, Ukraine

At the classical stellarator experiment WEGA a Heavy Ion Beam Probe (HIBP) diagnostic is currently being installed and tested. The diagnostic principle is based on the difference of the Larmor radii of highly energetic heavy ions with different ionization states. The presented measurements were carried out injecting a primary 33-keV Na⁺ beam into a He plasma at a magnetic field strength of 0.45 T. The secondary Na⁺⁺ beam was detected. Energy analysis yields the electrostatic potential inside the secondary ionization volume with an estimated spatial resolution of about 1.5 cm. The intrinsic temporal resolution is high enough to measure plasma parameters in experiments with modulated heating power. Temporal resolution is limited by the noise level and bandwidth of the amplifiers used in the detection system. First measurement results indicate a positive plasma potential, using the vacuum vessel as the potential reference. This is in reasonable agreement with data from Langmuir probes. The WEGA HIBP is being set up and operated in collaboration with the Institute for Plasma Physics in Kharkov, Ukraine.

P 7.28 Mo 16:30 Poster A

Experimentelle Untersuchungen nicht-linearer Phänomene von Whistlerwellen — ●JÖRG PFANNMÖLLER¹, OLAF GRULKE^{1,2}, THOMAS KLINGER^{1,2} und KONRAD SAUER³ — ¹MPI für Plasma Physik, EURATOM Assoziation, Greifswald, Deutschland — ²Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald, Deutschland — ³University of Alberta, Edmonton, Canada

Whistlerwellen sind rechtszirkuläre Plasmawellen im Frequenzbereich zwischen Ionen- und Elektronenzyklotronfrequenz $\omega_{ci} \ll \omega \ll \omega_{ce}$. Sie treten u.a. in verschiedenen Bereichen der Erdmagnetosphäre auf. Eine Besonderheit des Dispersionsverhaltens von Whistlerwellen ist, dass bei $\omega = \frac{\omega_{ce}}{2}$ Phasen- und Gruppengeschwindigkeit übereinstimmen. Bei dieser Frequenz wird die Existenz spezieller solitärer Lösungen vorhergesagt, so genannte Oszillitonen [1].

In diesem Beitrag wird die Dispersionsrelation der Whistlerwellen in dem linearen Helikonexperiment VINETA untersucht. Dazu werden Messungen des magnetischen Wellenfeldes mittels \hat{B} -Sonden durchgeführt. Erste Untersuchungen haben gezeigt, dass bei $\frac{\omega_{ce}}{2}$ systematische Abweichungen von der linearen Dispersionsrelation auftreten [2], die erster Indikator für die Existenz nicht-linearer Effekte sind. Der Schwerpunkt der Untersuchungen wird dabei auf detaillierte Messungen der Dispersionsrelation im Frequenzbereich $\omega = \frac{\omega_{ce}}{2}$ gelegt, indem die Oszillitonen möglicherweise angeregt werden. [1] K. Sauer *et al.*, J. Plasma Phys., 69, (2003) [2] C. Franck *et al.*, Phys. Plasmas, 9, (2002)

P 7.29 Mo 16:30 Poster A

Einfluss raumzeitlicher elektrostatischer und elektromagnetischer Felder auf Driftwellen — ●CHRISTIAN BRANDT¹, OLAF GRULKE^{1,2} und THOMAS KLINGER^{1,2} — ¹MPI für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, Greifswald — ²Ernst-Moritz-Arndt Universität,

Greifswald

In dem linear magnetisierten Helikonexperiment VINETA werden Driftwellen als dominante Instabilität beobachtet. Abhängig von Druck und Magnetfeld treten kohärente Driftwellen oder Driftwellenturbulenz auf. Mit raumzeitlichen elektrostatischen Feldern können nichtlineare Effekte wie Frequency-Pulling von kohärenten Driftwellen sowie Synchronisation von schwach entwickelter Driftwellenturbulenz beobachtet werden [1]. Auch für raumzeitliche elektromagnetische Felder wurde die nichtlineare Wechselwirkung mit kohärenten Driftwellen beobachtet [2]. Für das Experiment VINETA stehen zwei Versuchsanordnungen zur Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Driftwellen und raumzeitlicher elektrischer bzw. magnetischer Felder zur Verfügung, die mit Oktupolen aus 8 azimutal angeordneten Elektroden bzw. 8 Magnetfeldspulen erzeugt werden. Die Modenzahl der Felder ist auf $m < 4$ beschränkt, die Rotation der Feldstrukturen erfolgt mit den typischen Driftwellenfrequenzen von 0.5-10 kHz. In diesem Beitrag werden Ergebnisse zur Beeinflussung von kohärenten Driftwellen und Unterdrückung der breitbandigen Driftwellenturbulenz mittels beider Anordnungen vorgestellt. [1] C. Schröder *et al.*, Phys. Rev. Lett., 86 (2001). [2] U. Kauschke, Plasma Phys. Controlled Fusion 34 (1992).

P 7.30 Mo 16:30 Poster A

Propagation turbulenter Strukturen in Driftwellenturbulenz — ●OLAF GRULKE^{1,2}, THOMAS WINDISCH¹, VOLKER NAULIN³ und THOMAS KLINGER^{1,2} — ¹MPI für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, Greifswald — ²Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald — ³Risø National Laboratory, Roskilde, Dänemark

Der intermittente Transport in turbulenten Plasmen ist untrennbar mit der Bildung von raumzeitlichen Strukturen verbunden. Die Entwicklung von raumzeitlichen Diagnostiken zur Untersuchung der turbulenten Randschicht von Fusionsexperimenten erlaubt mittlerweile eine detaillierte Untersuchung der vollen Propagation der Fluktuationenstrukturen. Diese ist nicht allein durch die zeitgemittelten Plasmadriften in poloidaler Richtung gegeben, sondern zeigen eine starke radiale Komponente der Propagation. In den gängigen Modellen wird die radiale Propagation der Polarisation von Fluktuationenstrukturen durch die Magnetfeldkrümmung zugeschrieben. Dieser Beitrag präsentiert detaillierte Untersuchungen zur Bildung und Propagation von turbulenten Strukturen in der Driftwellenturbulenz der linearen, homogen magnetisierten Helikonentladung VINETA. Auch in dieser Konfiguration kann eine radiale Strukturpropagation beobachtet werden, deren normierte radiale Geschwindigkeit vergleichbar zu den Beobachtungen in Fusionsexperimenten ist. Der Vergleich mit Resultaten aus dreidimensionalen globalen numerischen Simulationen zeigt, dass die radiale Propagation ein direktes Ergebnis der selbstkonsistenten Potentialfluktuationen der Driftwellenturbulenz ist.

P 7.31 Mo 16:30 Poster A

Comparison of conditional averaging and spatio-temporal diagnostics — ●DIETMAR BLOCK, IULIAN TELIBAN, and ALEXANDER PIEL — IEAP der CAU Kiel, Olshausenstr. 40-60, 24098 Kiel

Conditional averaging and cross-correlation analysis allow in-depth study of plasma turbulence with just two probe tips. Two-dimensional probe arrays are now employed to provide spatial-temporal resolution at plasma turbulence. Increasing the spatial resolution of probe arrays to those of two probe techniques is difficult to achieve. Typically, there is at least a factor of four less resolution in space for probe arrays. Recently, we introduced a super-resolution method to numerically enhance the spatial resolution of probe arrays by transferring information from time to space domain [1]. This allows us to compare two point techniques with spatio-temporal measurements directly. Here, we will use experimental data to discuss the prospects and limitations of two probe methods [2] in detail.

[1] I. Teliban, D. Block, A. Piel, and V. Naulin, PPCF 48 (2006). [2] D. Block, I. Teliban, F. Greiner, and A. Piel, Phys. Scripta T122 (2006).

P 7.32 Mo 16:30 Poster A

Untersuchungen von ionenakustischen Wellen in einer Doppelplasmaanlage — ●IMKE GOERTZ und ALEXANDER PIEL — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität, D-24098 Kiel

Ionenakustische Wellen werden mit einem Gitter in der Targetkammer einer Doppelplasmaanlage erzeugt und mit einer verfahrbaren Langmuirsonde phasempfindlich detektiert. Die Dispersionsrelation in reinen Edelgasen stimmt mit der Fluidtheorie überein. Weiter wird

der Einfluss des Verarmungsparameters n_e/n_+ auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit der ionenakustischen Welle untersucht. Hierzu wird das elektronenegative Gas SF₆ eingebracht, das durch Attachment die Dichte der freien Elektronen reduziert. Die Phasengeschwindigkeit der ionenakustischen Welle nimmt bei Reduktion von n_e zu. Da der größte Wirkungsquerschnitt des SF₆ für Elektronenattachment bei 0,1 eV liegt, ist der Einbau eines magnetischen Filters notwendig, das höherenergetische Elektronen aus dem zu untersuchenden Bereich fernhält. Es werden Messungen der Wellenausbreitung auf beiden Seiten des Anregungsgitters durchgeführt, um den Einfluss von Phasendriften auf die Phasengeschwindigkeit der ionenakustischen Wellen zu untersuchen. Das Fernziel dieser Studien ist ein Vergleich des Einflusses negativ geladener Staubteilchen mit dem negativer Ionen auf die Ausbreitung und Dämpfung ionenakustischer Wellen.

P 7.33 Mo 16:30 Poster A

Digitale Inline-Holographie komplexer Plasmen — ●MATTIAS KROLL, DIETMAR BLOCK, OLIVER ARP und ALEXANDER PIEL — IEAP, CAU Kiel, Olshausenstr. 40-60, 24098 Kiel

Die Strukturanalyse von dreidimensionalen Systemen in komplexen (staubigen) Plasmen ist ein aktuelles Forschungsgebiet von großem Interesse. Dabei stoßen die üblichen Verfahren der Videomikroskopie bei der Untersuchung dynamischer Prozessen an ihre Grenzen. Neben der Stereoskopie stellt die digitale Inline-Holographie (DIH) eine vielversprechende Methode zur Bestimmung der Partikelposition in 3D dar. Im Vergleich zur Stereoskopie kann mit Hilfe der DIH ein größeres Volumen bei einer sehr kurzen Belichtungszeit beobachtet werden. Die Hologramme werden dabei direkt mit einem CCD Sensor aufgenommen und anschließend am PC numerisch rekonstruiert. Dadurch ist es möglich die Phaseninformation der komplexen Amplitude zur Verbesserung der Tiefeninformation zu nutzen (PECA Methode). Dieser Beitrag stellt Experimente zur Untersuchung des Orts- und Zeitaufklärungsvermögens der DIH vor. Hierzu wurden Hologramme von Partikeln auf Glasplatten und in der Randschicht eines Plasmas erstellt und ausgewertet. Weiter wurde die Leistungsfähigkeit der PECA Methode anhand von synthetischen Daten getestet.

P 7.34 Mo 16:30 Poster A

Parametrisierung des Ionenstroms von Sondenkennlinien — ●BIRGER BUTTENSCHÖN, OLIVER ARP und ALEXANDER PIEL — IEAP, CAU-Kiel, D-24098 Kiel

Langmuirsonden sind eines der wichtigsten Hilfsmittel zur Bestimmung von Plasmamparametern in Gasentladungen. Abhängig von den gegebenen Entladungsbedingungen werden bei der Auswertung der Sondenkennlinien Theorien wie orbital motion [1] oder radial motion [2] genutzt. Unter der Annahme einer stoßfreien Randschicht gibt es Parametrisierungen für die orbital motion-Theorie [3], für den stoßbehafteten Fall muss auf die in tabellarischer Form vorliegenden numerischen Rechnungen zur Anpassung von Kennlinien zurückgegriffen werden. Dieses Poster stellt Überlegungen und Ansätze zur Parametrisierung der radial motion-Theorie mit Stößen vor, die zu einer einfacheren und schnelleren Auswertung von Sondenkennlinien führen können. [1] J.G.Laframboise, Report No 100, UTIAS (1966) [2] J.E.Allen, R.L.F.Boyd, P.Reynolds, Proc. Phys. Soc. 70 (1957) [3] M. Mausbach, J. Vac. Sci. Technol. A 15 (1997)

P 7.35 Mo 16:30 Poster A

Staubströmungsvorgänge in der Nähe von Langmuirsonden — ●DAVID CALIEBE, OLIVER ARP, MARKUS KLINDWORTH und ALEXANDER PIEL — IEAP, CAU-Kiel, D-24098 Kiel

Langmuirsonden werden zunehmend auch zur Diagnostik von komplexen (staubigen) Plasmen eingesetzt. Dabei ist das Verständnis der Interaktion zwischen den Staubpartikeln und der Sonde von großer Bedeutung. In diesem Beitrag wird die Staubverteilung um die Sondenspitze in Abhängigkeit von der Sondenvorspannung untersucht. Hierzu werden Experimente vorgestellt, die im Labor und unter Mikrogravitationsbedingungen durchgeführt wurden. Bei einer positiven Vorspannung an der Sondenspitze werden die negativ geladenen Staubpartikel zur Sonde hin beschleunigt. Im Falle einer typischen Zylindersonde aus dünnem Draht, bewegen sich die Partikel bevorzugt auf die äußerste Spitze zu. Aus der Analyse der Partikeltrajektorien schließen wir zurück auf die verschiedenen Kräfte in der Umgebung der Sonde, die auf die Staubpartikel wirken. Die Potentialverteilung und die Rolle des Ionenwindes werden diskutiert.

P 7.36 Mo 16:30 Poster A

Experimente an Staubbichtwellen unter Schwerelosigkeit —

●KRISTOFFER MENZEL, OLIVER ARP, MARKUS KLINDWORTH und ALEXANDER PIEL — IEAP, CAU-Kiel, D-24098 Kiel

Selbsterregte Staubbichtwellen werden in dreidimensionalen komplexen (staubigen) Plasmen bei niedrigen Neutralgasdrücken und hohen Staubbichten beobachtet. Unter Mikrogravitationsbedingungen während Parabelflügen haben wir zwei Arten von Dichtewellen beobachtet. Im Staubvolumen breiten sich diese parallel zur Ionenströmung aus, während sie nahe der Plasmarandschicht unter einem großen Winkel zur Strömungsrichtung der Ionen propagieren. Dieses Verhalten kann durch ein Fluidmodell erklärt werden. In weiteren Experimenten haben wir den Strahlungsdruck eines Lasers benutzt, um eine externe Kraft auf ausgewählte Bereiche der Staubwolke auszuüben. Der Einfluss dieser Lasermanipulation auf die Propagation der Staubbichtwellen wird in diesem Beitrag vorgestellt.

P 7.37 Mo 16:30 Poster A

Driftwellen in staubigen Laborplasmen — ●SASCHA KNIST, FRANKO GREINER und ALEXANDER PIEL — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 24098 Kiel

Driftwellen sind in magnetisierten Plasmen allgegenwärtige Wellenvorgänge, die durch den radialen Druckgradienten der Elektronen getrieben werden. Dieser Wellentyp ist in gewöhnlichen Plasmen gut verstanden und es gibt eine Reihe theoretischer Untersuchungen, wie eine zusätzliche Staubkomponente diese Driftwellen beeinflusst. Experimentelle Ergebnisse zu diesem Wellentyp liegen in staubigen Plasmen noch nicht vor. Man unterscheidet grundsätzlich zwei Typen von Driftwellen, die 'dust drift wave', bei der die negativ geladenen Staubteilchen selbst magnetisiert sind, und die 'dust-modified drift wave', in der die Anwesenheit des Staubes im Wesentlichen zu einer Reduktion der freien Elektronendichte führt und hierdurch mittelbar zu einer Modifizierung der Driftwellen führt. Nur dieser letztere Typ kann in dem neuen Experiment DUSTWHEEL studiert werden, da die für die 'dust drift wave' erforderliche Gyrationbewegung von Staubteilchen durch Staub-Neutralstöße zerstört wird. Es werden in diesem Beitrag die Parameterbereiche analysiert, in denen Driftwellen destabilisiert sind und die Anforderungen an die Staubkomponente diskutiert, die zu meßbaren Veränderungen an der Dispersion und Stabilität der Driftwelle führen.

P 7.38 Mo 16:30 Poster A

Plasmaquellen und Plasmacharakterisierung im Experiment DUSTWHEEL — ●FRANKO GREINER, SASCHA KNIST und ALEXANDER PIEL — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 24098 Kiel

Im Rahmen des SFB-TR24 Projekts "Dynamics of magnetized dusty plasmas" wurde das Experiment DUSTWHEEL aufgebaut. Dustwheel besteht im wesentlichen aus einem 1 m langen Solenoid mit einer Bohrung von 30 cm und einer elektrischen Leistung von 500kW. Auf der Achse des Magneten können Magnetfelder von bis zu 0.7 Tesla erzeugt werden. Ziel der Experimente ist die Untersuchung des Einflusses von Staub auf eine magnetisierte Plasmasäule. Da die Schwerkraft für Staubteilchen in Plasmen ein wichtiger Parameter ist, der zum Beispiel zur Sedimentation oder zu Strömungsvorgängen führt, kann das Magnetfeld in DUSTWHEEL in einem beliebigem Winkel zur Erdanziehung eingestellt werden [1]. Es muss ein Plasma erzeugt werden, dass einerseits kalt und dünn ist, andererseits aber Driftwellendynamik zeigt. In diesem Beitrag stellen wir die Ergebnisse von Messungen mit Langmuirsonden für verschiedenen Plasmaquellen vor. Untersucht werden sowohl die Gleichgewichtsprofile als auch die Fluktuationsdynamik. Die Optimierung zielt auf Zustände bei möglichst niedrigem Gasdruck, in denen sowohl eine spontane Driftwellenanregung erfolgt als auch ein Staubeinschluss möglich ist. Zudem soll ein Kontrollparameter gefunden werden mit dem Driftwellen im DUSTWHEEL ins Chaos getrieben werden können. [1] <http://www.youtube.com/watch?v=8CsRgORkHxw>

P 7.39 Mo 16:30 Poster A

Density profile of strongly correlated spherical Yukawa plasmas — ●CHRISTIAN HENNING¹, MICHAEL BONITZ¹, ALEXANDER PIEL², PATRICK LUDWIG^{1,3}, HENNING BAUMGARTNER¹, and VOLODYMYR GOLUBNICHY¹ — ¹CAU zu Kiel, ITAP, D-24118 Kiel — ²CAU zu Kiel, IEAP, D-24118 Kiel — ³Universität Rostock, Institut für Physik, D-18051 Rostock

Recently the discovery of 3D dust crystals, so-called "Yukawa balls" [1], excited intensive experimental and theoretical activities. The shell

structure of these crystals, including details of the shell radii and the particle distribution over the shells has been very well explained theoretically by a simple model involving an isotropic Yukawa-type pair repulsion and an external harmonic confinement potential [2]. So far an open question is the average particle distribution, i.e. how does the radial density profile look like. It is well known that in the case of Coulomb interacting particles in a harmonic potential the answer is given by a constant density. Here, we extend this analysis to a plasma with Yukawa interacting particles. We show that screening has a dramatic effect on the density profile, which we derive analytically for the ground state in meanfield approximation [3]. Interestingly the result applies not only to a continuous plasma distribution but also agrees well with simulation data for the Yukawa crystals exhibiting the above mentioned shell structure.

- [1] O. Arp et al., Phys. Rev. Lett. 93, 165004 (2004)
- [2] M. Bonitz et al., Phys. Rev. Lett. 96, 075001 (2006)
- [3] C. Henning et al., Phys. Rev. E 74, 056403 (2006)

P 7.40 Mo 16:30 Poster A

Melting criteria for mesoscopic Yukawa crystals — ●HENNING BAUMGARTNER, VOLODYMYR GOLUBNICHYI, ALEXEI FILINOV, and MICHAEL BONITZ — Institute for Theoretical Physics and Astrophysics, University Kiel, Leibnizstr. 15, 24118 Kiel

Dust crystals in a trap, so called "Yukawa Balls", are of great interest due to the easy observation and study of strong correlation phenomena in experiment[1] and simulation[2]. We analyze finite temperature effects on shell widths, populations[3] and symmetry of mesoscopic clusters with Monte-Carlo simulations. For the transition point different criteria are compared. Relative distance fluctuations, radial and angular fluctuations and Voronoi symmetry parameters are analyzed with respect to their sensitivity to melting in these systems. The critical coupling constants for phase transitions are studied for different screenings and are compared with 2-d finite and macroscopic as well as 3-d[4] results.

- [1] O. Arp, D. Block, A. Piel, and A. Melzer, Phys. Rev. Lett. 93, 165004(2004)
- [2] V. Golubnychiy, H. Baumgartner, M. Bonitz, A. Filinov, and H. Fehske, J. Phys. A: Math. Gen. 39, 4527(2006)
- [3] H. Baumgartner, H. Kählert, V. Golubnychiy, C. Henning, S. Käding, A. Melzer, and M. Bonitz, accepted for publication in Contrib. to Plasma Phys. (2007)
- [4] J.P. Schiffer, Phys. Rev. Lett. 88, 205003(2002)

P 7.41 Mo 16:30 Poster A

Structural transitions in screened 3D Coulomb crystals — ●DANIEL ASMUS¹, VOLODYMYR GOLUBNICHYI¹, PATRICK LUDWIG^{1,2},

and MICHAEL BONITZ¹ — ¹CAU zu Kiel, ITAP, Leibnizstrasse 15, D-24098 Kiel — ²Universität Rostock, Institut für Physik, Universitätsplatz 3, D-18051 Rostock

Recent experimental [1] and theoretical [2,3] work has shown that a classical one-component plasma in a 3D parabolic trap undergoes in the strong coupling limit a transition to a highly ordered crystalline state with a nested shell structure. In the case of pure Coulomb interaction a Mendeleev-type table was found including characteristic occupation numbers, shell closures, and unusual stable "magic" configurations, see Ref. [2,3]. Here we extend this work to the more general case of a statically screened Coulomb interaction which explains the experimental observations [4]. We present a detailed analysis of the shell configurations and energies of the ground and lowest metastable states for a large range of screening parameters κ and particle numbers $N \leq 60$. Interestingly, for certain values of κ and N , reentrant shell filling behavior and triple points are observed. The structural transitions of the spherical Yukawa crystals have been analysed by means of extensive high-accuracy molecular dynamics computer simulations based on a optimized annealing algorithm.

- [1] O. Arp et al., Phys. Rev. Lett. **93**, 165004 (2004).
- [2] R.W. Hasse, V.V. Avilov, Phys. Rev. A **44**, 4506 (1991).
- [3] P. Ludwig et al., Phys. Rev. E **71**, 046403 (2005)
- [4] M. Bonitz et al., Phys. Rev. Lett. **96**, 075001 (2006)

P 7.42 Mo 16:30 Poster A

Normal modes of spherical dust clusters — ●YURIY IVANOV¹, PATRICK LUDWIG², ANDRE MELZER¹, ALEXEI FILINOV², and MICHAEL BONITZ² — ¹Inst. für Physik der EMAU Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 6, 17489 Greifswald — ²ITPA der CAU Kiel, Leibnizstrasse 15, 24098 Kiel

Finite dust clusters are strongly coupled systems which allow to investigate small scale dynamics similar to the phonons in solid state. Finite systems make it possible to investigate the dynamics of individual particles on kinetic level with very high precision. We investigate the dynamics of spherical dust clusters, so-called "Yukawa Balls", from experiment and from simulation. The experimental Yukawa Balls have been created in an argon rf-discharge in a confinement potential, created by an upward thermophoretic force and a horizontal force due to dielectric glass walls. Simulations have been performed in the frame of the molecular dynamics with a symmetrical confinement potential. To extract the dynamical features of experimental and simulated systems Normal Mode Analysis has been implemented. The experimental and simulation results yield the most important parameters of finite crystals, like the particle charge and the confinement potential, which have been compared between each other.

P 8: Haupt- und Preisträgervortrag

Zeit: Dienstag 10:30–11:15

Raum: 6C

Hauptvortrag

P 8.1 Di 10:30 6C

Interesting phenomena in high density discharges at extremely low pressure — ●DEBORAH O'CONNELL^{1,2}, TIMO GANS^{1,3}, DRAGOS CRINTEA¹, UWE CZARNETZKI¹, and NADER SADEGHI⁴ — ¹Institute for Plasma and Atomic Physics, CPST, Ruhr-Universität Bochum, Germany — ²present address: Institute for Electrical Engineering and Plasma Technology, CPST, Ruhr-Universität Bochum, Germany — ³present address: Centre for Plasma Physics, Queen's University Belfast, Northern Ireland — ⁴Laboratoire de Spectrométrie Physique, University Joseph Fourier and CNRS, Grenoble, France

An inductively coupled radio-frequency (rf) magnetic neutral loop discharge allows plasma operation at extremely low pressures, down to 0.01 Pa. In this pressure regime ohmic heating is inefficient and collisionless heating mechanisms become dominant. Collisionless heating in inhomogeneous magnetic field configurations is only rudimentarily understood. Insight into power dissipation requires temporal resolution on various time scales, in particular the dynamics within the rf cycle. Temporal signatures in the electron energy distribution function are investigated using phase resolved optical emission spectroscopy (PROES) and Thomson scattering. In the low pressure regime of the discharge a relatively high degree of ionisation occurs, up to several percent, and an 'electron pressure', exceeding the neutral gas pressure. This can result in interesting phenomena such as localised depletion

of the neutral gas in the main plasma production region, around the neutral loop. Laser spectroscopy is used to investigate this depletion of neutral particles. Funding: SFB 591, GRK 1051, MIWFT

Preisträgervortrag

P 8.2 Di 11:00 6C

Plasmabehandlung von Finger- und Fußnägeln zur Vorbereitung der Lackierung mit Nagellack — ●STEPHANIE TÜMMEL und WOLFGANG VIÖL — Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst, Fakultät Naturwissenschaft und Technik, Von-Ossietzky-Str. 99, D-37085 Göttingen, Germany — Trägerin des Georg-Simon-Ohm-Preises

Heutzutage ist es für die moderne Frau unerlässlich, gepflegte Finger- und Fußnägel zu haben. Nagellack verspricht Glanz und Pflege. Leider platzt er bereits nach kurzer Zeit wieder ab und eine Neulackierung wird notwendig. Um das gute Aussehen der Nägel länger zu erhalten, wird die Plasma-Vorbehandlung als Methode der optimalen Vorbereitung der Nägel auf das Lackieren getestet. Eine dielektrisch behinderte Gasentladung bei Atmosphärendruck direkt auf dem Nagel reinigt und aktiviert die Oberfläche. Die Veränderung der Oberfläche des Fingernagels konnte in einer XPS-Analyse gezeigt werden. Sub- μ s-Pulse ermöglichen die schmerzfreie Behandlung. Eine Emissionsspektroskopie im Bereich von 236 – 400 nm und eine Ozonmessung ergaben keine Gefährdung des Menschen. Die Wirksamkeit wurde durch Randwinkel-

messungen und praktischer Anwendung erprobt. So haben Tests eine Verbesserung der Haltbarkeit von bis zu 60% ergeben. Die Plasmabehandlung wird bereits in vielen Bereichen der Oberflächenbehandlung genutzt, so zum Beispiel bei der Aktivierung von Plastik und der Be-

handlung von Holz. Im Bereich der Nagelpflege ermöglicht die Plasma-Vorbehandlung außerdem die Verwendung von Bio-Nagellack auf der Basis von Alkohol statt giftigem Ethylacetat.

P 9: Diagnostische Methoden

Zeit: Dienstag 11:20–12:30

Raum: 6C

Fachvortrag

P 9.1 Di 11:20 6C

Measurements with The Fast Repetitive Multi-Pulse Edge Thomson Scattering System on TEXTOR — ●EVREN UZGEL¹, MIKHAIL KANTOR³, HENNIE VAN DER MEIDEN², THEO OYEVAAR², DENIS KOUPIENKO³, ALBRECHT POSPIESZCZYK¹, BERNHARD UNTERBERG¹, and ROGER JASPERS² — ¹Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich, 52425 Jülich — ²FOM-Institute for Plasma Physics Rijnhuizen, Nieuwegein — ³Ioffe Institute, RAS, Saint Petersburg

A fast repetitive multi-pulse Edge Thomson Scattering system is in operation since March 2006 and provides a sophisticated tool for the study of transport processes in the edge region of the tokamak TEXTOR. The specially designed viewing optics enables the study of the dynamics of fast plasma phenomena with high spatial resolution at the plasma edge. Various measurements under different plasma conditions were performed where the influence of resonant magnetic perturbations generated by the Dynamic Ergodic Divertor on fast electron transport in the edge region was a point of emphasis. The electron density and temperature profiles obtained will be compared with other edge diagnostics based on different measuring principles.

The system utilizes a ruby laser delivering bursts of 15 pulses each with a pulse energy of about 15 J. The TEXTOR plasma itself is inside the laser cavity where the double-pass system allows high laser energies of each laser pulse through the plasma. The new edge system (170 mm) has 98 spatial channels of 1.7 mm each. The lower detection limit of the edge system for T_e is observed to be 30 eV.

P 9.2 Di 11:45 6C

Charakterisierung reaktiver Entladungen – Simulation mit FemLab zur Plasmaabsorptionssonde — ●CHRISTIAN SCHARWITZ, MARC BÖKE und JÖRG WINTER — Institut für Experimentalphysik II, Ruhr-Universität Bochum

Zur Bestimmung der lokalen Elektronendichte von Plasmen werden häufig Sonden eingesetzt. Bei der Verwendung in reaktiven Plasmen unterliegen sie Abscheidungs- und Ätzprozessen, die einen Störfaktor für die Messung darstellen. Eine Möglichkeit, eine Sonde gegen diese Störeinflüsse zu schützen, besteht in einer sie abschirmenden Umhüllung. Eine Absorptionssonde ist durch eine dielektrische Umhüllung geschützt und damit unempfindlich gegen Schichtabscheidung oder Plasmaätzen. Mit Hilfe einer kleinen Antenne am Sondenkopf wird ein Reflexionsspektrum in Abhängigkeit von der Frequenz aufgenommen. Bei einer für die Entladung charakteristischen Frequenz wird ein Absorptionssignal beobachtet, aus dessen Frequenzlage die Elektronendichte bestimmt werden kann. Mit wachsender Elektronendichte spaltet sich das Absorptionssignal auf und zeigt zwei und mehr Peaks. Zur Analyse dieses Verhaltens wurde eine kommerzielle Simulationssoftware (FemLab von Comsol) eingesetzt, mit der die experimentellen Gegebenheiten modelliert wurden. Das Plasma wurde dabei als halbunendliches, stoßfreies Dielektrikum implementiert. Die Simulationsrechnung gibt das experimentell beobachtete Verhalten der Signalaufspaltung wieder.

Gefördert durch die DFG im Rahmen des GRK 1051.

P 9.3 Di 12:00 6C

Laserinduzierte thermische Desorption von a-C:H-Schichten in TEXTOR — ●FLORIAN IRREK, BERND SCHWEER und VOLKER PHILIPPS — Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich, 52425 Jülich

Die Kodeposition von Wasserstoff in a-C:H-Schichten ist von kritischer Bedeutung für das Tritiuminventar in ITER. An TEXTOR wird eine in-situ Diagnostik entwickelt, die mittels laserinduzierter thermischer Desorption Wasserstoff aus diesen Schichten ins Plasma freisetzt, wo er spektroskopisch quantitativ gemessen wird.

In einem Laborexperiment und während einer Plasmaentladung in TEXTOR wurden die gleichen präparierten harten a-C:H-Schichten auf Graphitproben bestrahlt. Bei Leistungsdichten des Nd-YAG-Lasers von 60 bis 80 kW/cm² für 1 bis 2 ms werden die Schichten auf einer definierten Fläche so weit aufgeheizt, daß der gesamte enthaltene Wasserstoff desorbiert. Der Kohlenstoff der Schicht verbleibt dabei weitestgehend auf der Oberfläche. Aus dem im Laborexperiment ermittelten Teilchenflüssen (D₂, CD₄) und der an Textor beobachteten Linienstrahlung (H_α) der desorbierten Teilchen können Konversionsfaktoren ermittelt werden, die die Bestimmung des Wasserstoffinventars unbekannter Proben ermöglichen.

P 9.4 Di 12:15 6C

Absolute Intensitätskalibrierung des XUV/VUV Übersichts-Spektrometersystems HEXOS für Wendelstein 7-X — ●ALBERT GREICHE¹, WOLFGANG BIEL¹, ROBERT WOLF^{1,2} und RAINER BURHENN² — ¹Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Greifswald

Verunreinigungen in magnetisch eingeschlossenen Fusionsplasmen können deren Eigenschaften stark beeinflussen. Deswegen ist es nötig, die Menge dieser Verunreinigungen zu überwachen und ihr Transportverhalten im Plasma zu studieren.

Das neue High Efficiency XUV Overview Spectrometer (HEXOS) System (2.5 nm - 160 nm) soll die Verunreinigungsemission am Stellarator Wendelstein 7-X überwachen und Verunreinigungstransport - Experimente ermöglichen. Während einer mehrjährigen Testphase am Tokamak TEXTOR soll der Einfluss des Dynamisch Ergodischen Divertors (DED) auf den Verunreinigungstransport untersucht werden.

Um eine Aussage über die Menge der Verunreinigungen im Plasma treffen zu können, benötigt man die absoluten Intensitäten der gemessenen Linien. Für eine absolute Intensitätskalibrierung des HEXOS-Systems wurde hauptsächlich eine absolut kalibrierte Hohlkathode als sekundäre Standardlichtquelle benutzt, die allerdings nur für einen Teil des Spektralbereiches (16 nm - 146 nm) eine Kalibrierung ermöglicht. Der restliche Spektralbereich ist nur über Verzweungsverhältnisse von Linien kalibrierbar, die ein gemeinsames oberes Energieniveau besitzen ("branching-ratio" Methode). Dieser Vortrag stellt die Methode der Kalibrierung dar und diskutiert die Ergebnisse.

P 10: Niedertemperaturplasmen

Zeit: Dienstag 11:20–12:30

Raum: 6F

Fachvortrag

P 10.1 Di 11:20 6F

Mikrowellenkonzentrator als freistehende, linear ausgedehnte Plasmaquelle — ●ULRICH SCHWEITZER¹, ANDREAS SCHULZ¹, MATTHIAS WALKER¹, KLAUS-MARTIN BAUMGÄRTNER², HORST MUEGGE² und ULRICH STROTH¹ — ¹Institut für Plasmaforschung, Universität Stuttgart, D-70569 Stuttgart — ²Muegge Electronic GmbH, D-64385 Reichelsheim

Für manche technologischen Anwendungen ist es notwendig, dass das Plasma keine direkte Wandberührung hat, sondern frei im Raum steht. Es kommt dann weder zu Verunreinigungen des Plasmas durch Wandmaterial, noch werden Elektroden durch ätzende Plasmen beschädigt oder durch aus dem Plasma abgeschiedene Schichten bedeckt.

In dieser Arbeit wird der Mikrowellenkonzentrator vorgestellt. Es handelt sich dabei um einen elliptischen Zylinder. In einer Fokuslinie wird Mikrowellenleistung eingekoppelt, wodurch sich ein stehendes elektrisches Feld im Konzentrator ausbildet. Durch geeignete metallische Strukturen wird eine Verteilung des elektrischen Felds erreicht, die entlang der anderen Fokuslinie ein linear ausgedehntes Maximum aufweist. Messungen der elektrischen Feldstärkeverteilung zeigen ausgezeichnete Übereinstimmung mit Simulationsergebnissen.

In einem evakuierten Glasrohr um die zweite Fokuslinie zündet ein vollständig freistehendes Plasma, das bei niedrigen Drücken (ca. 10 bis 200 Pa) eine sehr gute Homogenität entlang der Fokuslinie aufweist. Bei sehr hohen Drücken zieht sich das Plasma zu Kugeln zusammen, deren Position mit den Strukturen im Inneren des Konzentrators korreliert. Die Plasmakugeln bleiben dabei weiterhin freistehend.

P 10.2 Di 11:45 6F

Turing scenario of the transition from Townsend to glow discharge mode — ●SHALVA AMIRANASHVILI, SVETLANA GUREVICH, and HANS-GEORG PURWINS — Institut für Angewandte Physik, Münster, Germany

We theoretically consider destabilization of the low-current Townsend discharge mode due to volume charge effect. Usual destabilization scenario is due to excitation of subnormal current oscillations that in turn transfers the discharge in the glow mode. In the latter the electric current is constricted and flows through a single cathode spot. We demonstrate that in the plane-parallel discharge cell with the high-ohmic (semiconductor) cathode another scenario is also possible. Here, the most unstable current harmonic is spatially nonuniform and the instability develops "in space". Therefore, several current spots appear between the electrodes. The instability is shown to be similar to Turing's instability that is common for many chemical and biological systems. Our results provide theoretical basis for qualitative understanding of numerous forms of constricted discharge that can be observed in a system with the high-ohmic cathode.

P 10.3 Di 12:00 6F

Räumlich inhomogene Kinetik der Elektronen in Sauerstoffplasmen — ●GORDON K. GRUBERT und DETLEF LOFFHAGEN — INP

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

Ein wesentlicher Bestandteil der selbstkonsistenten theoretischen Beschreibung von reaktiven Plasmen ist die kinetische Behandlung der Elektronen. Unter der Annahme eines axial inhomogenen Plasmas wird die ortsabhängige Boltzmann-Gleichung der Elektronen mittels einer Entwicklung nach Legendre-Polynomen gelöst. Dabei wird über die herkömmlich verwendete 2-Term-Näherung hinausgegangen.

Es werden Ergebnisse für Gleichstrom-Sauerstoffentladungen im Druckbereich von 1 bis 100 Pa – der für viele Anwendungen relevant ist – bei verschiedenen angelegten Spannungen präsentiert. Die verwendeten Potentialverläufe wurden in Anlehnung an experimentelle Bedingungen gewählt. Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht die Energieverteilung der Elektronen. Ihr räumliches Relaxationsverhalten zeigt sehr deutlich den Übergang vom stoßbestimmten zum stoßfreien Plasma bei Verminderung des Druckes. Die makroskopischen Eigenschaften der Elektronen werden anhand der entsprechenden Bilanzgleichungen analysiert. Insbesondere wird gezeigt, daß sich außerhalb des Kathodenfalls die Ionisationsdominanz zu einer Attachmentdominanz ändert, wenn die angelegte Spannung verringert oder der Druck erhöht wird. Die Energiedissipation erfolgt im wesentlichen über anregende und dissoziierende Stoßkanäle. Weiterhin wird der Einfluß höherer Terme in der Multiterm-Entwicklung diskutiert.

Diese Arbeit wird durch die DFG im SFB TR24 gefördert.

P 10.4 Di 12:15 6F

Space and phase resolved electron energy distribution functions in an industrial dual-frequency capacitively coupled radio-frequency discharge — ●JULIAN SCHULZE¹, TIMO GANS², DEBORAH O'CONNELL¹, UWE CZARNETZKI¹, BERT ELLINGBOE³, and MILES TURNER³ — ¹Institute for Plasma and Atomic Physics, Ruhr-University Bochum — ²Department of Physics and Astronomy, University Belfast — ³NCPST, Dublin City University

The excitation dynamics in a confined dual-frequency plane parallel CCRF discharge (Exelan, Lam Research Inc.), operated at 1.94 MHz and 27.12 MHz is investigated by phase resolved optical emission spectroscopy. The emission from different rare gas lines in a He-O₂ plasma with small rare gas admixtures is measured during one low frequency RF-cycle resolving the dynamics within every high frequency cycle with one dimensional spatial resolution along the discharge axis. In a detailed analysis a time dependent model, based on rate equations, is developed, that describes the dynamics of the population density of excited levels. Electron impact excitation out of the ground state, quenching, reabsorption and cascades are taken into account. Based on this model and the comparison of the excitation of various rare gas states, with different excitation thresholds, time and space resolved electron temperature and propagation velocity of the high energetic, directed electrons are determined. These plasma parameters reveal the time and space resolved electron energy distribution function and qualitative density of the high energetic electrons. Funding from: Lam Research Inc., the EU (FP5), the DFG (SFB591 & GRK1051)

P 11: Diagnostische Methoden

Zeit: Mittwoch 11:30–12:15

Raum: 6C

P 11.1 Mi 11:30 6C

Ortsaufgelöste Messung der negativen Wasserstoffionendichte in einer HF-Quelle — ●SINA CHRIST-KOCH^{1,2}, URSEL FANTZ^{1,2} und NNBI TEAM² — ¹Lehrstuhl für Experimentelle Plasmaphysik, Institut — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, 85748 Garching,

Für zukünftige Fusionsexperimente werden Neutralteilchenheizungen benötigt, die auf der Basis von negativen Ionen (H⁻/D⁻) arbeiten. Am Institut für Plasmaphysik (IPP) werden Niederdruck-Ionenquellen ($P_{max} = 90$ kW) entwickelt, die die benötigten Anforderungen erfüllen sollen ($j_{D^-} = 20$ mA/cm² bei 0.3 Pa, Homogenität ≥ 90 %). Zur Messung der örtlichen Verteilung der negativen Wasserstoffionen wird das Photodetachmentverfahren angewandt. Dabei lösen die Photonen eines gepulsten Nd:YAG-Lasers ($\lambda = 1064$ nm, maximale Leistung 200 mJ pro Puls, Pulsdauer ~ 7 ns) die zusätzlichen Elektronen der negativen

Ionen ab. Diese werden mit einer positiv vorgespannten Langmuirsonde gemessen, deren Position in der Quelle verändert werden kann. Damit wurden Profile des Verhältnisses negative Ionendichte zu Elektronendichte gemessen. Bei bekanntem Elektronendichteprofil lässt sich das Profil der negativen Ionendichte bestimmen. Die besonderen Herausforderungen bei diesen Messungen lagen bei den Störungen durch die Hochfrequenz ($f = 1$ MHz), dem Einfluss externer Magnete und dem Quellenpotential von -20 kV.

P 11.2 Mi 11:45 6C

A remote ellipsometer for TEXTOR — ●TIMO DITTMAR¹, ACHIM VON KEUDELL¹, and ARKADI KRETER² — ¹Ruhr-Universität Bochum — ²Forschungszentrum Jülich

Deposition and erosion of plasma faced surfaces within fusion reactors

are a key issue for the life time estimation of the first wall of present and future fusion experiments. At present an in-situ estimate of both, the erosion rates and changes in composition and texture of the deposited layers is not possible. This gap could be closed with ellipsometry. It provides mono layer film thickness resolution and allows the precise and sensitive determination of the optical properties of thin films with high accuracy. This makes ellipsometry suitable to study processes at the plasma-wall interface in real time. Nevertheless, conventional ellipsometric instruments are not compatible with the Tokamak environment due to the Faraday-effect in the retarding elements and problems with optical access to the divertor region. The limitations of conventional Ellipsometry can be overcome with the construction of an in-situ reverse ellipsometry probe head using a four diode Stokesmeter. In this contribution we present the results during the testing and calibration of our miniature ellipsometric probe head on an ICP reactor and the first results from campaigns at TEXTOR.

P 11.3 Mi 12:00 6C

Real time density control using CO₂ dispersion interferometer at TEXTOR — ●MIKHAEL MITRI¹, ANDREJ LIZUNOV², BERND SCHWEER¹, and WOLFGANG BIEL¹ — ¹Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich — ²Budker Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk, Russia

The line-integrated electron density in TEXTOR tokamak is being measured with a new dispersion interferometer based on the different dispersion of the fundamental and second harmonics of a continuous CO₂ laser, in which the beams are guided coaxially twice through the TEXTOR plasma. In order to compare the phase shift of both wavelength, the fundamental frequency is doubled again after plasma passage. The line-averaged density is calculated in real time with 50 kHz resolution, and used for the density control at TEXTOR. One channel is now in operation and 10 to 16 channels will be installed in Summer 2007, in which five of them will be used for density and horizontal plasma position control in real-time. The control system is fully digitalized and all channels are synchronized.

P 12: Schwerionen- und lasererzeugte Plasmen

Zeit: Mittwoch 11:30–12:15

Raum: 6F

P 12.1 Mi 11:30 6F

Excimer-Laser Pumped by an Intense, High-Energy Heavy-Ion-Beam — ●ANDREAS ULRICH¹, ALEKS ADONIN², JOACHIM JACOBY², VLADIMIR TURTIKOV^{2,3}, DAVID FERNENGEL⁴, ALEXANDER FERTMANN³, ALEXANDER GOLUBEV³, DIETER H. H. HOFFMANN^{4,5}, ALEXANDER HUG⁴, REINER KRÜCKEN¹, MICHAEL KULISH⁶, JURIJ MENZEL⁴, ANDREI MOROZOV¹, PAVEL NI⁴, DIMITRY NIKOLAEV⁶, NIKOLAI SHILKIN⁶, VLADIMIR TERNOVOI⁶, SERBAN UDBREA⁴, DIMITRI VARENTSOV⁵, and JOCHEN WIESER⁷ — ¹Physik Department E12, TUM, 85748 Garching — ²Inst. Angew. Physik, J.W. Goethe Univ. 60438 Frankfurt Main — ³Alikhanov Inst. f. Theor. and Exp. Phys. 117218 Moscow — ⁴Inst. f. Kernphys., TU-Darmstadt, 64289 Darmstadt — ⁵GSI, 64220 Darmstadt — ⁶Inst. of Chem. Phys., 142432 Chernogolovka, Russia — ⁷Coherent GmbH, Zielstadtstr. 32, 81379 München

High energy heavy ions stopped in matter can generate homogeneously excited, extended volumes of non-thermal plasmas. The high energy loss (dE/dx) and absolute power deposition of heavy ions has been used to pump an ultraviolet laser [1]. A pulsed 250 MeV/u 238U beam with up to 2.5·10⁹ particles in ~100 ns beam bunches was sent into a 1.2 m long laser cell filled with a 1.6 bar Ar-Kr-F₂ mixture (typically 50% : 49.9% : 0.1%) and the final 70 MeV/u particle energy were deposited in the gas. Laser effect on the 248 nm KrF* excimer laser transition was observed. Experimental data will be presented and the potential for studying rare gas plasmas via laser effect will be discussed.

[1] A. Ulrich et al. Phys. Rev. Lett. 97, 153901 (2006) Work funded by BMBF No. 06F130 and INTAS No. 03-54-4254

P 12.2 Mi 11:45 6F

Ionization front propagation in gaseous targets induced by sub-ten femtosecond laser pulses — ●RALPH JUNG¹, MONIKA OMIECZYNSKI¹, TOMA TONCIAN¹, HARTMUT RUHL², and OSWALD WILLI¹ — ¹Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, D-40225 Düsseldorf — ²Ruhr-Universität Bochum, D-44801 Bochum, Germany

Few-cycle laser pulses deliver ideal conditions for the study of highly

transient processes on an ultra-short timescale. Here the propagation of the ionization front and the production of the plasma channel generated by a single sub-10-fs laser pulse (Ti:Sapphire, 800 nm, $I = 1 \cdot 10^{16}$ W/cm²) incident on a gaseous target are reported. The onset and subsequent evolution of the plasma channel have been measured with high temporal and spatial resolution using optical probing. It has been seen that the front propagates at the speed of light. Experimental observations were modeled with the 3D-Particle-In-Cell (PIC) Plasma Simulation Code (PSC). The simulation results are in good agreement with the experimental observations and will also be presented.

P 12.3 Mi 12:00 6F

Towards Temporal Characterization of High Harmonics from Solid Targets — ●RAINER HÖRLEIN^{1,2}, YUTAKA NOMURA¹, SERGEY RYKOVANOV¹, MICHAEL GEISSLER¹, PARIS TZALLAS³, STEFAN KARSCH¹, ZSUZSANNA MAJOR¹, JENS OSTERHOFF¹, FERENC KRAUSZ^{1,2}, and GEORGE TSAKIRIS¹ — ¹Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Str. 1, 85748 Garching, Germany — ²Department für Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München, Am Coulombwall 1, 85748 Garching, Germany — ³Foundation for Research and Technology-Hellas, Institute of Electronic Structure and Laser, P.O. Box 1527, GR-71110 Heraklion (Crete), Greece

The generation of harmonics from solid targets irradiated with relativistic laser pulses constitutes a route towards the generation of intense XUV attosecond pulses. In contrast to the generation of high harmonics from gaseous targets the process using surfaces is scalable to arbitrarily high driver laser intensities giving thus rise to the possibility of exploiting the new higher power laser systems becoming available. It appears now quite feasible to generate very intense attosecond pulses with conversion efficiencies as high as a few percent.

In this talk we present both theoretical and experimental results of our work towards the spectral, spatial and temporal characterization of high order harmonics generated from solid fused silica targets with the ATLAS 45fs 25TW laser system at the MPQ.

P 13: Hauptvortrag

Zeit: Mittwoch 14:00–14:30

Raum: 6B

Hauptvortrag P 13.1 Mi 14:00 6B
Einfluss externer Störfelder auf das Fusionsplasma — ●MICHAEL LEHNEN und TEXTOR TEAM — Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, EURATOM Association, Trilateral Euregio Cluster, 52425 Jülich, Germany

Der Einschluss eines Fusionsplasmas beruht auf einer möglichst idealen Magnetfeldkonfiguration mit ineinander verschachtelten Flußflächen. Dieses Magnetfeld kann durch Vorgänge im Plasma selbst aber auch durch von außen aufgeprägte Magnetfelder gestört werden. Die Feldli-

nien werden aufgebrochen und sogenannte Inselstrukturen entstehen. Bei ausreichend großer Störung überlappen diese Inseln und die Feldstruktur wird ergodisch.

Diese modifizierten Feldstrukturen beeinflussen die Transporteigenschaften des Plasmas. In ergodischen Divertoren (Tokamak) und in Inseldivertoren (Stellarator) wird dies zur kontrollierten Energie- und Teilchenauskopplung genutzt. Ein großer Erfolg wurde bei der Unterdrückung von sogenannten „edge localised modes“ erzielt. Diese periodische Instabilität führt zu einer enormen Wandbelastung und

muss für den Fusionsreaktor ITER auf ein tolerierbares Maß abgeschwächt werden. Aktuelle Experimente zeigen, dass sich mit externen Störfeldern eine Reduktion der transienten Wärmebelastung bis hin zur vollständigen Unterdrückung erreichen lässt. Negative Auswirkungen

gen ungewollter Störfelder stellen sich ein, wenn durch diese Inselstrukturen im Inneren des Plasmas entstehen, die zu einer Reduktion des Plasmaeinschlusses und eventuell sogar zu einem Stromabriss (Disruption) führen.

P 14: Magnetischer Einschluss

Zeit: Mittwoch 14:35–16:05

Raum: 6B

P 14.1 Mi 14:35 6B

Status of Equilibrium Reconstruction with EFIT at TEXTOR including 3D effects — ●CHRISTOPHER WIEGMANN¹, OLIVER ZIMMERMANN¹, DETLEV REITER¹, and WOLFGANG ZWINGMANN² — ¹Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, EURATOM-Association, Trilateral Euregio Cluster, 52425 Jülich, Germany — ²Association EURATOM-CEA/DSM/DRFC Cadarache, 13108 St-Paul-Lez-Durance, France

The equilibrium reconstruction code EFIT [1] has been installed at the iron core tokamak TEXTOR and its applicability to TEXTOR conditions and configurations is analyzed. EFIT uses an interleaved Picard and fitting iteration scheme to solve the Grad-Shafranov equation with experimental data as constraints. Magnetic diagnostics are used as basic input. The problem of equilibrium reconstruction is ill-posed, especially from external magnetic data only. To resolve this additional input from internal MSE and kinetic measurements is needed. It is found that the available magnetic diagnostics at TEXTOR are insufficient in number and distribution to obtain key plasma parameters such as e.g. β_{pol} to an acceptable accuracy. Hence, an extension of the diagnostic system is proposed on the basis of EFIT tests. A 3D correction for the magnetic field ripple of the toroidal field coils based on earlier work [2] has now been made available for TEXTOR. Further steps to incorporate 3D perturbations of the dynamic ergodic divertor on the equilibrium are undertaken and first results are given.

[1] Zwingmann, W. NF 43 (2003) pp. 842 [2] Zwingmann, W. AIP Conf.Proc. 871 (2006) pp. 430

P 14.2 Mi 14:50 6B

A model for transport of heat through magnetic islands — ●ABHINAV GUPTA, XAVIER LOOZEN, MIKHAIL TOKAR, and ROBERT WOLF — Institut fuer Energieforschung, Forschungszentrum Juelich GmbH, EURATOM Association, Trilateral Euregio Cluster, 52425 Juelich, Germany

On application of small resonant magnetic field perturbations non-overlapped magnetic island chains can be formed, where transport is enhanced due to radial component of transport along field lines. Such a modification of the heat transport is relevant for ELMs suppression and, moreover, can be helpful to get information about transport along field lines being of importance in stochastic plasmas and during ELMs. In the present work a model for transport of heat through magnetic islands has been developed. Contrary to previous approaches, by considering the continuity of heat flux we avoid assumptions on the temperature profile in the island based on the profile shape without island. Transport along different paths with sections parallel and perpendicular to the field lines is considered. The effective heat conduction through the island is determined as that along optimal paths with the smallest temperature difference. The model predicts that heat is mainly transported near the island separatrix and provides the variation of the effective heat conductivity with field perturbation level.

P 14.3 Mi 15:05 6B

MHD induced fast ion losses in ASDEX Upgrade — ●MANUEL GARCIA-MUNOZ¹, HANS ULRICH FAHRBACH¹, HARTMUT ZOHM¹, JOSEF NEUHAUSER¹, MARC MARASCHEK¹, SYBILLE GÜNTHER¹, PIERO MARTIN², KARL SASSENBERG¹, and VALENTIN IGOCHINE¹ — ¹Max Planck Institut für Plasmaphysik, EURATOM Association, D-85748 Garching, Germany — ²Consorzio RFX, Associazione EURATOM-ENEA per la fusione, Padova, Italy

We present the first results obtained with the new Fast Ion Loss Detector (FILD) installed recently in ASDEX Upgrade. An overview of the measurements and their preliminary conclusions is presented. FILD provides energy and pitch-angle ($\arccos(V_{par}/V)$) resolved FIL measurements with a bandwidth of 1 MHz, which comfortably covers all the dynamics up to Alfvén modes. The energy range covers from 60 keV up to 700 keV for deuterium ions at a central magnetic field of

2T while the pitch-angle ranges from 20° up to 87°. Lost particles have been observed in the presence of a rich variety of MHD phenomena, from low frequency MHD modes like NTMs to high frequency modes i.e. TAEs. A strong correlation between mode amplitude and amount of particle losses is observed. The loss mechanisms involved in the ejection of fast ions due to ELMs, NTMs and TAEs are discussed. In addition, a new MHD mode has been identified for the first time by means of its strong and deleterious influence on the energetic ion population.

P 14.4 Mi 15:20 6B

The Role of Magneto-Hydrodynamic Instabilities in the Improved H-Mode Scenario — ●ASHER FLAWS, ANJA GUDE, VALENTIN IGOCHINE, COSTANZA MAGGI, MARC MARASCHEK, and HARTMUT ZOHM — Max-Planck-Institut fuer Plasma Physik, Garching, Euratom Association, Germany

A database of magneto-hydrodynamic (MHD) instabilities in the improved H-mode scenario on ASDEX Upgrade has been compiled. The database comprises of MHD parameter time series for some 75 improved H-mode shots. Poloidal/toroidal wave-numbers; mode amplitude, and frequency progression have been tracked for the Neo-classical Tearing Mode (NTM), Frequently Interrupted Regime NTM (FIR-NTM), Fishbone, and Sawtooth instabilities. Additionally, a study of selected time slices provides a statistical overview of the presence/absence of each MHD type versus various plasma parameters, such as heating power, confinement, core temperature, etc. The goal of this database is to provide insight into the role of MHD in improving/degrading confinement, establishing the q-profile, and to find the range of plasma parameters in which these MHD exist, along with their onset/termination conditions.

P 14.5 Mi 15:35 6B

Verteilung der Zuflussdichte von Neutralteilchen in ASDEX Upgrade — ●JENS HARHAUSEN, CHRISTOPH FUCHS, ARNE KALLENBACH, MARCO WISCHMEIER und ASDEX UPGRADE TEAM — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching, Deutschland

Die Elektronendichte eines Tokamakplasmas wird wesentlich durch den wenige cm schmalen Randbereich mit grossem Dichtegradient bestimmt, der sich im Übergangsbereich von geschlossenem zu offenem magnetischen Flussflächen befindet. Die Profilform wird durch Plasma-diffusion, -konvektion und -quellstärke bestimmt. Der Zufluss von Neutralteilchen als Plasmaquelle lässt sich spektroskopisch aus der Messung der Balmer- α Linie des Wasserstoffs (H_{α}) bestimmen. Entsprechend der Ausdehnung des Randplasmas und der geringen Eindringtiefe der Neutralen ist eine hohe räumliche Auflösung erforderlich.

In diesem Beitrag wird die experimentelle Herangehensweise mittels Videodiagnostik dargestellt. Zur Auswertung der Videodaten wird unter anderem ein Tomographie-Algorithmus, welcher auch diffuse Reflexion an metallischen Oberflächen berücksichtigt, verwendet. Zum Verständnis der Physik der Neutralen im Plasmarandbereich wird ein Monte-Carlo-Code angewandt, um die experimentell bestimmten Emissivitätsprofile in Zusammenhang mit dem Plasmahintergrund nachzuvollziehen. Dieser Ansatz bietet darüber hinaus die Möglichkeit, in Raumbereichen, in denen keine Plasmamessungen bestimmt werden können, diese über die gemessene H_{α} -Emissivität abzuschätzen. Ziel ist es, robuste Randbedingungen für komplexe numerische Plasmamodellierung zu liefern.

P 14.6 Mi 15:50 6B

Disruption mitigation studies at TEXTOR — ●SERGEY BOZHENKOV, MICHAEL LEHNEN, and ROBERT WOLF — Institut fuer Plasmaphysik, Forschungszentrum Juelich GmbH, EURATOM Association, Trilateral Euregio Cluster, 52425 Juelich, Germany

The operation of tokamaks is prone to fast accidental losses of the stored energy. These losses referred to as disruptions can cause a se-

vere damage to the machine. The problem becomes especially tough in the future experiment ITER. A massive gas puff is helpful in protecting the machine during a disruption. An impurity decreases the heat flux density by reradiating the energy over a larger surface area. The high particle density provides the collision frequency high enough to hinder acceleration of runaway electrons. The resulting high plasma resistivity reduces the halo currents and consequently forces on the machine.

The work reports on results of the disruption mitigation experiments conducted at TEXTOR. The injections were performed at a predefined

time moment into a stable plasma. The addressed gas mixtures are: He, Ar, D₂ + Ar (5%, 10%, 20%). A mixture of Ar and D₂ constitutes a compromise between cooling capability and particle influx rate. The mixtures were also found to better suppress RE production. To give an insight into the dynamics of the process the ultra-fast framing camera was used. The neutral gas jet is not observed to penetrate to the center of the discharge. The discussion of typical timescales of the process is given. The scan of the gas pressure allows the qualitative tendencies in the penetration depth to be revealed. A detailed comparative analysis of the mitigating efficiency of different gases is also presented.

P 15: Staubige Plasmen

Zeit: Mittwoch 14:35–16:05

Raum: 6F

P 15.1 Mi 14:35 6F

Cold Multi-Species Non-Neutral Ion Plasmas in a Linear Radiofrequency Trap — ●BERNHARD ROTH, CHAOBO ZHANG, and STEPHAN SCHILLER — Universitaetsstr. 1, Geb. 25.42 01.34, Universitaetsstr. 1, D-40225 Düsseldorf

It has recently become possible to produce cold multi-species ion plasmas at temperatures $\ll 1$ K, by sympathetic cooling of charged particle species using laser-cooled atomic ions as coolant. The species can be atomic or molecular. The wide range of coolable species makes these systems useful in many areas, e.g., chemical physics, molecular physics, and plasma and astrochemistry. The application of these novel cold ion plasmas requires a detailed knowledge of their properties and a reliable identification of the particle species involved. However, experimental studies of the properties of cold multi-species non-neutral ion plasmas are rare to date.

We investigate the motional resonance spectrum of crystalline multi-species plasmas (up to 4 species) in a linear Paul-trap. Different coupling regimes (strong, weak, intermediate) between the observed motional resonances were studied experimentally and numerically by MD simulations, in order to interpret the measured trap mode spectra. The different, sometimes opposing, line shifting effects contributing to the spectra were modelled and their interplay was investigated. The results obtained allow us to produce specific cold non-neutral plasmas for particular applications, such as high-precision spectroscopy or the measurement of chemical reaction rates.

P 15.2 Mi 14:50 6F

Preparation of Nanometer-Sized Hydrocarbonate Particles from Acetylene Plasmas — ●MARTIN SCHULZE, ACHIM VON KEUDELL, and PETER AWAKOWICZ — Center for Plasma Science and Technology, Ruhr-Universität Bochum, Germany

The generation of particulates with sizes in the range of some ten nanometers and below has gained great interest e.g. for manufacturing quantum dots, photoluminescent markers, and catalyst materials. These applications impose strict requirements on the quality of the particles like e.g. their size distribution, which often cannot be achieved in the production by conventional chemical methods. In contrast, the flexibility of plasma tools allows the precisely controlled preparation of nanoparticles for a variety of material systems. E.g. 2 nm silicon particles can be synthesized from silane on a routine basis.

On the other hand, the preparation of hydrocarbonate particles in that size range is still under investigation. This contribution will concentrate on the growth dynamics of nanometer-sized hydrocarbonate particles in acetylene discharges. The physical model of particle nucleation in acetylene plasmas will be demonstrated on the basis of experimental results from a GEC-like cell and the influence of external parameters on the performance of the system will be discussed. For the separation of the particles from the plasma, a novel concept will be introduced to extract particles from the running discharge by means of electric fields with the option of energetic deposition. Finally, methods for the controlled production of particles of predetermined size will be presented.

P 15.3 Mi 15:05 6F

Phase transitions in mesoscopic dust clusters — ●HENNING BAUMGARTNER¹, VOLODYMYR GOLUBNICHYI¹, ANDRE MELZER², SEBASTIAN KÄDING², and MICHAEL BONITZ¹ — ¹Institute for Theoretical Physics and Astrophysics, University Kiel, Leibnizstr. 15, 24118 Kiel — ²Institute of Physics, University Greifswald, Domstr. 10a, 17489

Greifswald

The simulation of dusty plasmas in a parabolic trap allows to study exciting phenomena which are not easily observed in experiments. A typical mesoscopic dust crystal consists of a few micrometer sized, highly charged particles which are confined by different forces resulting in a parabolic trap[1] and are arranged in nested shells[2]. These strongly coupled clusters are similar to ions in Paul- and Penning traps and are therefore of great theoretical interest. Here we present an analysis of phase transitions of dust clusters (Yukawa Balls) which are understood as a qualitative alteration of the cluster structure. The system state is defined by three parameters: the trap frequency, the coupling constant and the screening parameter which all allow for phase transitions. Ground and excited states found in the simulations are compared with experimental mesoscopic clusters[3,4].

[1] O. Arp, D. Block, M. Klindworth, and A. Piel, Phys. of Plasmas 12, 122102 (2005)

[2] K. Tsuruta, and S. Ichimaru, Phys. Rev. A 48(2), 1139 (1993)

[3] S. Käding, and A. Melzer, Phys. Plasmas 13, 090701 (2006)

[4] H. Baumgartner, H. Kählert, V. Golobnychiy, C. Henning, S. Käding, A. Melzer, and M. Bonitz, accepted for publication in CPP

P 15.4 Mi 15:20 6F

Experiments on small scale dynamics of 3D Coulomb Balls. — ●YURIY IVANOV, SEBASTIAN KÄDING, and ANDRE MELZER — Institut für Physik Domstr. 10a 17489 Greifswald

Coulomb Balls are 3D finite spherical dust systems in laboratory plasmas. The dynamical investigation of such systems requires the application of a 3-camera system to record particle trajectories with high spatial and temporal resolution. Here, we present the experimental normal modes of the 3D Coulomb Ball. The normal modes have been derived from the thermal Brownian motion of the particles around their equilibrium positions. They allow to assess the particle charge and confinement potential, the dominant parameters of the dust system. One of the biggest problems here is to identify in a reliable manner the corresponding particles in all three cameras for clusters with more than 50 particles. Moreover, owing to the small scale of the investigating particles dynamics, a careful algorithm for the particle position extraction is needed.

P 15.5 Mi 15:35 6F

Untersuchungen zum Staub- und Schichtwachstum in Ar / N₂:C₂H₂ Plasmen mit Hilfe der (Rayleigh-Mie-Streu-) Ellipsometrie — ●RAPHAELA WEISS¹, SUK-HO HONG², JENS RÄNSCH¹ und JÖRG WINTER¹ — ¹Ruhr-Universität Bochum, EP II, 44780 Bochum, Germany — ²Association EURATOM-CEA sur la Fusion Contrôlée, DRFC/SIPP/GIPP, CEA/Cadarache, 13108 Saint Paul-lez-Durance, France

Zur *in situ* Bestimmung der Eigenschaften funktioneller Nanopartikel wurde die Rayleigh-Mie-Ellipsometrie verwendet. Die Partikel wurden in einer CCP-Entladung, welche mit einer Gasmischung aus Argon bzw. Stickstoff und Acetylen betrieben wurde, synthetisiert. Während des Staubwachstumsprozesses wurden die Nanopartikel von einem Argon-Ionenlaser beleuchtet und die Polarisationsänderung unter 90° von einem Photomultiplier detektiert. Mit Hilfe der Mie-Theorie lassen sich Aussagen über die Änderung des Partikelradius' und über die optischen Konstanten n und k der Staubteilchen treffen.

Wir präsentieren und diskutieren Ergebnisse dieser Rayleigh-Mie-Ellipsometrie-Messungen an Plasmen mit unterschiedlichen Entladungsparametern wie die eingekoppelte Leistung oder die Gaszu-

sammensetzung. Diese Ergebnisse werden mit den Eigenschaften von dünnen polymerartigen Schichten verglichen, die aus den gleichen Plasmen abgeschieden wurden.

Diese Arbeit wird gefördert vom Graduiertenkolleg 1051 und dem SFB 591.

P 15.6 Mi 15:50 6F

Dynamik von kleinen und mittelgroßen Staubwolken in einem extern modulierten anodischen Plasma — ●IRIS PILCH¹, MARK KOEPKE², ALEXANDER PIEL¹ und THOMAS TROTTEBERG¹ — ¹Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts Universität, D-24098 Kiel — ²West Virginia University, Morgantown West Virginia, USA

In anodischen Plasmen können Staubwolken eingefangen werden. Die Teilchen werden in einem Gleichgewicht aus Schwerkraft, elektrischer

Feldkraft und Ionenwindkraft gehalten. Die Dynamik der Teilchen in der Staubwolke hängt unter anderem von der Größe der Wolke ab. Bei großen, $d > 13\text{mm}$, bis mittelgroßen Staubwolken, $d > 8\text{mm}$, treten Staubdichte-Wellen als Instabilitäten in einem Frequenzbereich von 25 bis 35 Hz auf. In kleinen Staubwolken, $d < 5\text{mm}$, ist keine Staubdichte-Welle beobachtbar. Die dispersiven Eigenschaften der Welle können durch ein zusätzliches Modulationssignal, das der Anodenspannung überlagert wird, bestimmt werden. Dies ist eine etablierte Methodik mit der die Welle auf die Frequenz des Modulationssignals „gezogen“ wird. In diesem Beitrag wird zum einen das Synchronisationsverhalten der Staubdichte-Welle im Vergleich zum van der Pol Oszillator, der aus der nichtlinearen Dynamik bekannt ist, untersucht. Zum anderen wird die Dynamik kleiner Staubwolken untersucht. Bei diesen führt das Modulationssignal zu einer Sloshing- und einer Stretching-Bewegung der gesamten Staubwolke.

P 16: Poster

Zeit: Mittwoch 16:30–18:30

Raum: Poster A

P 16.1 Mi 16:30 Poster A

Recent Development of the Soft X-Ray Diagnostic System in ASDEX Upgrade — ●ANJA MUECK, ASHER FLAWS, ANJA GUDE, and VALENTIN IGOCHEV — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching

In the magnetic fusion device ASDEX Upgrade, a new diagnostic system to measure the Soft X-Ray radiation was installed. Three smaller pinhole cameras are routinely taking data, three more cameras are currently installed. The cameras are equipped with semi-conductor diodes and $75\ \mu\text{m}$ Beryllium filters, cutting energies below $\sim 1\ \text{keV}$. The data acquisition system was upgraded from 500 kHz to 2 MHz, allowing the detection of fast magnetohydrodynamic (MHD) modes. New filter developments, allowing observation above $\sim 500\ \text{eV}$, will be presented. Applications of the SXR measurements will be shown, like the experimental determination of the plasma center, due to measurements at several poloidal positions and the same toroidal location, and the tomographic reconstruction of the SXR data in the presence of MHD modes.

P 16.2 Mi 16:30 Poster A

Measurements of the negative ion concentration in argon-oxygen discharges using photodetachment. — ●NADIYA SYDORENKO^{1,2}, OLAF GRULKE^{1,2}, ALBRECHT STARK^{1,2}, and THOMAS KLINGER^{1,2} — ¹MPI für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, Greifswald — ²Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald

The formation of negative ions has attracted attention in plasma processing application like e.g. semiconductor fabrication, where negative ions can considerably effect in the etching quality [1]. High density ($n \approx 10^{17}\ \text{m}^{-3}$) argon and oxygen plasmas are generated during helicon discharge in the experiment VINETA. Measurements of the negative oxygen ion concentration for different discharge scenarios will be presented. The relative concentration of negative ions is measured by Langmuir probe techniques and by laser-induced photodetachment [2] combined with microwave interferometry. Special attention is paid to the dependence of the negative ion concentration on the gas pressure, argon admixture, and RF power. By radially scanning the laser used for photodetachment also the radial profile of the negative ion concentration is resolved and will be compared to the radial plasma profiles. [1] S.Samukawa, Appl. Phys. Lett. 68 (1996). [2] M. Shibata *et al.*, J. Phys.D: Appl. Phys. 30 (1997).

P 16.3 Mi 16:30 Poster A

Experimentelle Untersuchungen zu nichtlinear angeregten alfvénischen Wellen in VINETA — ●ALBRECHT STARK^{1,2}, OLAF GRULKE^{1,2} und THOMAS KLINGER^{1,2} — ¹MPI für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, Greifswald — ²Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald

In der linearen Plasmaanlage VINETA (Länge 4 m, Magnetfeld 100 mT) werden bei Amplitudenmodulation der RF-Plasmaquelle (Helikonquelle) propagierende elektromagnetische Wellen beobachtet, deren elektrischer und magnetischer Anteil mittels raum-zeitlicher Messungen mit Langmuir- und \vec{B} -Sonden diagnostiziert wird. Die Frequenz dieser Wellen ist gegeben durch die Modulationsfrequenz und ihre Aus-

breitungsgeschwindigkeit liegt im Bereich der Alfvéngeschwindigkeit. Erste Parameterstudien zeigen eine starke Abhängigkeit dieser Dispersions-eigenschaften der Wellen von der Hintergrundmagnetfeldstärke und der Plasmadichte. Dies läßt vermuten, daß der Energietransfer aus den durch Modulation erzeugten Seitenbändern der RF zu der Welle durch nichtlineare Drei-Wellen-Kopplung erfolgt.

In diesem Beitrag werden zwei Aspekte dieser Wellen vorgestellt: Die Kopplung an die RF wird mittels Dispersionsmessungen identifiziert. Die Diagnostik der kinetischen Antwort der Ionen auf die Wellenfelder erfolgt mittels Laser-induzierter Fluoreszenz.

P 16.4 Mi 16:30 Poster A

Experimentelle Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Drift- und Alfvénwellen — ●STEFAN ULLRICH¹, OLAF GRULKE^{1,2}, and THOMAS KLINGER^{1,2} — ¹MPI für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, Greifswald — ²Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald

Im Plasma der linearen magnetisierten Helikonentladung VINETA treten elektrostatische Driftwellen als dominante Instabilität auf. Bei typischen Plasmamparametern $n = 2 \cdot 10^{19}\ \text{m}^{-3}$ und $T_e = 3\ \text{eV}$ können sie bei Frequenzen von $1 \dots 3\ \text{kHz}$ und bei azimutalen Modenzahlen von $m = 1 \dots 9$ beobachtet werden. Ihre Eigenschaften, wie Frequenz und radiale Modenstruktur, werden durch das stark kollisionale Plasma bestimmt. In Plasmen geringer Kollisionalität, wie sie in der Randschicht von Fusionsexperimenten auftreten, spielen elektromagnetische Effekte in der Driftwellendynamik eine dominante Rolle, sogenannte Drift-Alfvénwellen. In diesem Beitrag werden Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen kohärenten Driftwellen und extern angeregten kinetischen Alfvénwellen vorgestellt. Die zum Einsatz kommende Diagnostik besteht einerseits aus einem azimutalen Sondenarray zur raum-zeitlichen Aufnahme der Dichtefluktuationen des Plasmas sowie eigens für diese Aufgabe entwickelten magnetischen Sonden, mit deren Hilfe Magnetfelder von $B \geq 1\ \text{nT}$ bei $f \geq 1\ \text{kHz}$ gemessen werden können. Die Kopplung von Driftwellen und kinetischen Alfvénwellen wird auf der Basis des Dispersionsverhaltens dieser Wellen identifiziert.

P 16.5 Mi 16:30 Poster A

Plasma Jet Characterization Using Opto-isolated Double Langmuir Probes — ●GONZALO AVARIA^{1,2}, MARCELO RUIZ¹, HEMAN BHUYAN¹, MARIO FAVRE¹, and EDMUND WYNDHAM¹ — ¹Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Física, Casilla 306, Santiago 22, Chile — ²Institut für Plasmaforschung, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 31, 70569 Stuttgart

New Langmuir probe measurements of plasma jets emitted from a Pulsed Capillary Discharge(PCD) are presented. These measurements were performed using a PCD working in a continuous negative pulsing mode at $10\ \text{kV} (\sim 0.7\ \text{kA}, \sim 10\ \text{ns})$ with frequencies up to 50 Hz. Nitrogen was injected through the cathode side of the discharge with pressures in the 53 Pa to 133 Pa range. The double Langmuir probes were connected with a differential opto-isolated electronic circuit which allowed fast probe measurements in the several nanosecond ranges. Changing the voltage during pulse operation step by step the voltage-current characteristics was obtained. Evaluation of data allowed a description

of the plasma jets in terms of electron temperature (T_e) and ion density (n_i) with spatial and temporal resolution. Characteristic values measured for T_e and n_i are in the ten's of eV and 10^{13} cm^{-3} ranges, respectively. Preliminary measurements of an ionization front propagating from the capillary end into the surrounding neutral background were also performed. Time integrated visible spectroscopy was used to identify plasma jets components. Based on these measurements, a comprehensive characterization of the PCD plasma jets will be presented.

P 16.6 Mi 16:30 Poster A

Langmuir Probe Measurement of Plasma Parameter in a Magnetised Hollow Cathode Arc — ●ATTILA SCHRÖDER, GONZALO AVARIA, MAHMUD SHAKHATRE, and ACHIM LUNK — Institut für Plasmaforschung, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 31, 70569 Stuttgart

The hollow cathode arc (HCA) is characterised by high ion densities at low electron temperatures. In the low pressure regime ionisation degrees of about several 10% can be obtained. In the neighbourhood of the cathode the isotropic plasma is superimposed by an electron beam which kinetic energy ranges from 10 eV to 30 eV depending on gas composition used. The contribution deals with Langmuir probe measurements in a magnetised HCA in comparison to measurements without magnetic fields. The magnetic field is oriented parallel to the axis of the cathode. Therefore the field acts perpendicular to cathode processes in the active zone and longitudinal to the processes in the so called inner positive column. The magnetic field strength is negligible at the places where the Langmuir probes were localised. Measurements show that ion density increases linearly with current. The form of the electron energy distribution function evaluated from probe characteristics differs from Maxwellian one and can be approximated by Dryvesteyn-distribution. The mean kinetic energy of the electrons in dependence on current remains constant and depends only on pressure or gas flow rate. The main differences between magnetised and unmagnetised plasma will be discussed within the scope of gyrating electrons inside of the hollow cathode.

P 16.7 Mi 16:30 Poster A

Spectral line shapes in dense plasmas — ●BANAZ OMAR¹, AUGUST WIERLING¹, SIBYLLE GÜNTHER², and GERD POEKE¹ — ¹University of Rostock, Institute of Physics, Rostock, Germany — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching, Germany

Based on a quantum statistical many-particle approach, the spectral line shapes are presented for helium and hydrogen in dense plasmas. The contribution of the ions is taken into account in a quasi-static approximation. The electronic contribution to the shift and width is considered, using the method of thermodynamic Green's function. Dynamical screening of the electron-atom interaction is included. Compared to the width, the electronic shift is more affected by dynamical screening. This effect increases at high density. Our results are compared with a large number of available theoretical and experimental data. Furthermore, self-absorption is considered in order to reproduced synthetic profiles.

P 16.8 Mi 16:30 Poster A

Spatially resolved measurement of surface charges in a dielectric barrier discharge exhibiting self organised structures — ●LARS STOLLENWERK, JOHANNES GEORG LAVEN, and HANS-GEORG PURWINS — Institut für Angewandte Physik, Corrensstraße 2/4, 48149 Münster

In this work a dielectric barrier gas discharge system consisting of a narrow discharge gap filled with helium between large area electrodes is regarded. The discharge operates in the glow mode and exhibits due to the large aspect ratio a laterally structured current density distribution. To measure spatially resolved the emerging surface charges on the dielectrics a BSO-crystal is used as dielectric barrier. Via the Pockels-effect the polarisation of an incident light beam is modulated, hence the surface charge distribution can be measured in the running discharge. At the same time the lateral luminescence radiation density in the discharge is observed. Some characteristic quantities in a filamentary discharge like the filament diameter in the luminescence distribution and in the positive and negative surface charge distribution are determined, as well as the transferred charge per filament.

<http://www.uni-muenster.de/Physik.AP/Purwins/>

P 16.9 Mi 16:30 Poster A

Bestimmung absoluter CF₂- und C₂F₄-Dichten in gepulsten

ten CF₄/H₂ RF-Plasmen mittels IR-TDLAS — ●SERGEY STEPANOV¹, ONNO GABRIEL², MILENA PFAFFEROTT¹ and JÜRGEN MEICHSNER¹ — ¹Inst. für Physik, EMAU Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 6, 17487 Greifswald — ²ETP group, TU Eindhoven, NL

Zur Bestimmung absoluter Dichten von CF₂-Radikalen und C₂F₄-Molekülen in gepulsten kapazitiv gekoppelten CF₄/H₂ RF-Plasmen (13.56 MHz) wurde die hochauflösende IR-Diodenlaser-Absorptionsspektroskopie (IR-TDLAS) eingesetzt. Hierzu sind die Wellenzahlen relevanter Absorptionslinien sowie deren Linienstärken erforderlich. Im Fall der relativ einfachen CF₂-Moleküle können diese für die untersuchte ν_3 -Bande theoretisch berechnet werden. Zur Bestimmung der CF₂-Dichte wurde die P₂(21) Linie bei 1096.3433cm⁻¹ ausgewählt. Für C₂F₄, einen wichtigen Reaktionsprodukt in den untersuchten Plasmen, sind dagegen keine detaillierten spektroskopischen Daten verfügbar. Bei der Pyrolyse von Teflon konnte C₂F₄ zur spektroskopischen Analyse bereitgestellt werden. Durch die Untersuchung der ν_9 -Bande wurde eine C₂F₄-Absorptionsstruktur, bestehend aus mehreren überlappenden Linien, um 1337.11cm⁻¹ gefunden. Unter definierten Druck- und Temperaturbedingungen wurde diese Struktur angefitet und zur Bestimmung von C₂F₄-Dichten im Plasma verwendet. Das gemessene zeitliche Verhalten der CF₂- und C₂F₄-Dichten zeigt deutliche Korrelationen. Dabei wird ihre Kinetik in der Pulspause durch Reaktionen 1. und 2. Ordnung bestimmt. Vermutlich spielen dabei auch Wandreaktionen eine dominierende Rolle.

P 16.10 Mi 16:30 Poster A

On limitations of ultra clean plasma immersion ion implantation (PIII) for surface oxidation of titanium — ●MARTIN POLAK, HARTMUT STEFFEN, KARSTEN SCHRÖDER, ANDREAS OHL, and KLAUS-DIETER WELTMANN — Institut für Niedertemperatur Plasmaphysik, Felix - Hausdorff - Str. 2, 17489 Greifswald, Deutschland

Plasma-immersion-ion-implantation (PIII) is a useful method for in depth control of subsurface elementary and chemical composition and also of crystal structure of metallic samples. Generally, the working gas is one of the key parameters which determine the type of modification. But, inherently related to this method is a chance that gas phase contaminations especially with metallic ions arise which can alter the modification results. This can be of relevance for technical application. Here, e.g., such effect was investigated for the case of O₂ and H₂O plasma based modifications of titanium surfaces intended for biocompatibility improvement. It could be shown that a special experimental setup leads to a contamination of the titanium surface with elements like Fe, Cr and Ni. XPS measurements without air contact (in situ) were used to examine the surface composition after the PIII. In addition, XPS depth profiling was performed with Ar ion beam sputtering. The measured profiles were compared with a simulation of SRIM 2006 and a good agreement could be determined. With this method it was also possible to measure the natural gradient layer of oxide in the untreated titanium sample.

P 16.11 Mi 16:30 Poster A

correlation of surface functionalization effects and gas phase composition of ammonia plasmas determined by laser induced fluorescence (LIF), optical emission spectroscopy (OES) and x-ray photoelectron spectroscopy (XPS) — ●SHROUK EL-ASHRY, ANTJE QUADE, RÜDIGER FOEST, and ANDREAS OHL — Institut für Niedertemperatur Plasmaphysik INP, Felix-Hausdorff-str.2,17489 Greifswald, Germany

NH₂ gas phase radicals are assumed to play a key role within the complex gas phase and surface chemistry of plasma assisted amino group (-NH₂) functionalization on polymer surfaces using ammonia plasma. However, up to now very few attempts are known to experimentally validate this assumption. Here we report laser induced fluorescence (LIF) experiments in combination with surface diagnostics by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) to detail the type of correlation between the density of these gas phase radicals and amino group generation. For this purpose a LIF experiment was set up which provides good conditions for ground state NH₂ relative radical density determination and, in parallel, for amino group detection. Basically, it consists of a cylindrical quartz tube with symmetric capacitively coupled RF plasma excitation. For LIF, excitation lines and special detection scheme were chosen in a way that suppression of the influence of plasma emission and of stray light from the excitation is possible. Plasma process parameters study showed that there is a direct correlation between gas phase NH₂ and surface NH₂ for pressure and power processes but not for flow rate variation.

P 16.12 Mi 16:30 Poster A

Experimental and theoretical investigations of a helium-xenon discharge in spot mode — ●JÖRN WINTER, HARTMUT LANGE, IRINA A. POROKHOVA, FLORIAN SIGENEGER, and DETLEF LOFFHAGEN — INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald

Experimental and theoretical investigations of the cathode region of a dc helium-xenon discharge in spot mode are reported. The spatial profiles of the gas and the cathode surface temperature in the vicinity of the spot have been measured spectroscopically in dependence on the discharge current. Furthermore, the density of metastable xenon atoms were determined by diode laser absorption spectroscopy.

A two-dimensional fluid model was applied including particle balance equations for electrons, ions and metastable atoms, the energy balance equation for electrons and the Poisson equation. The required electron transport and collision rate coefficients were taken as functions of the mean electron energy from a pickup table which was generated by solving the steady-state spatially homogeneous electron Boltzmann equation. The profile of the electron thermionic emission flux was fixed using the temperature profile measured at the spot. The results show the broadening of the discharge from the narrow spot towards the anode which is connected with large spatial changes of the electric field in axial and radial direction including reversals of its direction. Qualitative agreement between the measured and calculated density profile of the metastable atoms has been obtained.

The work was supported by "Deutsche Bundesstiftung Umwelt".

P 16.13 Mi 16:30 Poster A

Modellierung einer RF-Entladung mit strukturiertem Elektrodenpotenzial — ●FLORIAN SIGENEGER¹, DETLEF LOFFHAGEN¹, RALF BASNER¹ und HOLGER KERSTEN² — ¹INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald — ²IEAP, Christian-Albrechts-Universität, 24098 Kiel

Zur Analyse von Staubteilchen in der Plasma-Randschicht erfolgen Untersuchungen an der asymmetrische RF-Entladung PULVA-INP. Die in den Reaktor eingelassenen Staubteilchen ordnen sich in der Randschicht über der adaptiven Elektrode an. Diese befindet sich unterhalb der gespeisten Elektrode und ist in Segmente geteilt, mit deren Hilfe die Randschicht gezielt manipuliert werden kann.

Zur Charakterisierung der Argonentladung erfolgte eine theoretische Beschreibung mit Hilfe eines selbstkonsistenten zweidimensionalen Fluidmodells. Das Modell umfasst u.a. die gekoppelte Lösung der Poissongleichung, der Teilchenbilanzgleichungen der Elektronen und Ionen, der Impulsbilanz der Ionen sowie der Energiebilanz der Elektronen. Letztere liefert die mittlere Energie der Elektronen sowie die sich daraus ergebenden Raten- und Transportkoeffizienten. Der periodische Zustand wird mit Hilfe eines transienten Lösungsverfahrens unter Verwendung unterschiedlicher Zeitschrittweiten für die Elektronen und schweren Teilchen erhalten. Die Ergebnisse dokumentieren das ausgeprägt asymmetrische Verhalten der Entladung sowie die Reaktion des Plasmas auf Bias-Spannungen, die einem Ring von Pixeln der adaptiven Elektrode aufgeprägt werden. Die im Bulkplasma gefundenen Werte des Plasmapotenzials und der Elektronendichte stimmen gut mit experimentellen Ergebnissen überein.

P 16.14 Mi 16:30 Poster A

Thermosonden zur Untersuchung von Plasma-Oberflächenprozessen — ●MATTHIAS WOLTER¹, TIM HAPPEL¹, RUBEN WIESE² und HOLGER KERSTEN¹ — ¹IEAP, Universität Kiel, Leibnizstr.19, 24098 Kiel — ²INP Greifswald, F.-L.-Jahn-Str. 19, 17489 Greifswald

Die thermischen Bedingungen an der Substratoberfläche bestimmen wesentlich das Zusammenwirken der Elementarprozesse (Adsorption, Diffusion, chemische Reaktionen) sowie die Mikrostruktur und Stöchiometrie der oberflächennahen Bereiche bei der Plasmabehandlung von Festkörpern. Deshalb kommt der experimentellen Bestimmung des Energieeinstroms auf das Substrat, der mit speziellen Thermosonden gemessen wird, eine große Bedeutung zu.

Der hier vorgestellte Aufbau zeichnet sich insbesondere durch seine Mobilität aus: Die Thermosonde(n), eine kompakte Box mit der gesamten Meßelektronik und ein handelsüblicher Computer ermöglichen den mobilen Einsatz des Meßplatzes an relevanten Prozessplasmen vor Ort. Das Programm verfügt neben der Datenaufnahme mit bis zu 48 kS/s in bis zu vier Kanälen auch über die on-the-fly-Auswertung der Messkurven und die direkte Anzeige des resultierenden Energieflusses. Die Sonden besitzen eine hohe Empfindlichkeit ($< 10^{-3} \text{ Jcm}^{-2}\text{s}^{-1}$), sie sind nahezu universell einsetzbar und in ihrer Handhabung äußerst

einfach. Der Einsatz des Meßverfahrens ist für verschiedene Systeme (ECR-Plasma, DC-Magnetron, HF-Plasma) möglich.

P 16.15 Mi 16:30 Poster A

Dekontamination thermolabiler Produkte mittels Plasmajets — ●JÖRG EHLBECK¹, MANFRED STIEBER¹, THOMAS VON WOEDTKE¹, RONNY BRANDENBURG^{1,2} und KLAUS-DIETER WELTMANN¹ — ¹Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik Greifswald e.V. (INP), F.-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald — ²Vanguard Medical Services for Europe AG, Friedrichstr. 78, 10117 Berlin

Für die Oberflächenbehandlung von Kathetern wird ein am INP Greifswald entwickelter, RF-getriebener Argon-Plasmajet eingesetzt. Dieses Plasmawerkzeug kann aufgrund seiner niedrigen Betriebsleistung und seiner handlichen Konstruktion an die spezifischen und z.T. sehr komplexen geometrischen Aufbauten der jeweiligen Produkte adaptiert werden. Ein weiterer Vorteil ist seine gute Spaltgängigkeit. Unterschiedliche Plasmajet-Konfigurationen werden untersucht, wobei Plasmadiagnostik (Optische Emissionsspektroskopie und Faser-optische Temperaturmessung) in Verbindung mit mikrobiologischen Tests an ausgewählten Mikroorganismen (Sporen und vegetative Keime) zum Einsatz kommen. Die Ergebnisse zeigen, dass der antimikrobielle Effekt des Jets an die Erzeugung reaktiver Spezies im Plasma gekoppelt ist.

Die Arbeiten wurden durchgeführt im Rahmen des Verbundprojektes "Plasmo", gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unter dem FKZ 13N8666. Wir danken A. Becker und Ch. Lösche (Vanguard AG) für wertvolle Hinweise und Diskussionen.

P 16.16 Mi 16:30 Poster A

Vergleichende Temperatur-Meßmethoden an Elektroden von HID-Lampen — ●MICHAEL SCHMIDT, SILKE PETERS und MANFRED KETTLITZ — INP-Greifswald, Felix - Hausdorff - Str. 2, 17489 Greifswald

Die Lebensdauer von Hochdruckplasmalampen ist stark determiniert durch die Belastung ihrer Elektroden. Gerade im leistungsreduzierten Betrieb, wie z.B. beim Dimmen, kommt es zu Sputtereffekten, die Elektrodendeformationen sowie Wandschwärzungen nach sich ziehen. Zur Untersuchung des Elektrodenverhaltens wird die Temperatur entlang der Elektroden pyrometrisch bei 900 nm gemessen. Gleichzeitig werden Temperaturprofile emissionsspektroskopisch (OES) bei 800 nm bestimmt, so dass seitliche Plasmaüberstrahlungen an den Elektrodenspitzen ebenfalls erfaßt werden. Diese treten abhängig von der Plasmazusammensetzung sowie der Beschaffenheit der Elektrodenoberflächen vermehrt in der Kathodenphase auf und verändern sich mit abnehmender Lampenleistung. Untersucht werden COST-Quarzlampen (COST 529, *Efficient Lighting for the 21st century*) im leistungsreduzierten Rechteckbetrieb bei Frequenzen von 1 – 120 Hz. In den gestauchten Endräumen der Lampen sind die Wolframstiftelektroden gut sichtbar. Die Lampenfüllung besteht aus Hg/NaI mit Dy- sowie Tl-Zusätzen. Im vorliegenden Beitrag wird die Temperaturbestimmung beider Meßmethoden miteinander verglichen und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit für verschiedene Lampenfüllungen diskutiert.

Das Verbundprojekt wird vom BMBF unter dem Kennzeichen 13N8604 gefördert.

P 16.17 Mi 16:30 Poster A

Experimental studies of plasma torches by means of optical emission spectroscopy — ●MARTINA LEINS¹, RONNY BRANDENBURG², KLAUS-MARTIN BAUMGÄRTNER³, ANDREAS SCHULZ¹, MATTHIAS WALKER¹, UWE SCHUMACHER¹, ULRICH STROTH¹, JÖRG EHLBECK², and KLAUS-DIETER WELTMANN² — ¹Universität Stuttgart, Institut für Plasmaforschung, D-70569 Stuttgart — ²Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik, D-17489 Greifswald — ³Muegge Electronic GmbH, D-64385 Reichelsheim

Plasma torches at atmospheric pressure are considered for different gas treatment processes, e.g. reduction of exhaust fumes. In order to characterize the plasma torch and to get a better understanding of the plasma processes involved in such a plasma, optical emission spectroscopy is used. The plasma torch is driven by a 2.45 GHz magnetron with maximum power output of 2 kW. The plasma is generated in a cylindrical resonator equipped with a centre quartz tube and a brazen nozzle for the gas inlet (synthetic air or nitrogen). Overview spectra ($\lambda = 220..800 \text{ nm}$) are investigated through holes on the side of the resonator as well as in the upper end of the flame. In air as working gas the UV-region is dominated by radiation of the molecular bands of NO and OH. The visible region is characterized by a broad continuum. Furthermore lines of atomic oxygen, copper and iron are investigated,

the latter two due to an erosion of the nozzle. The OH-spectrum is used for a rough estimation of the gas temperature (about 4000 K in the resonator, 4000...2500 K in the flame). An increase of the power leads to an expansion of the flame but has no effect on the temperature.

P 16.18 Mi 16:30 Poster A

Influence of plasma parameters in kinetic modeling of the B-N-H-F-system — ●SARAH PANOWITZ, JENS MATHEIS, and ACHIM LUNK — Institut für Plasmaforschung, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 31, 70569 Stuttgart

On behalf of the great variety of species in plasma enhanced chemical processes a screening of the most important processes with help of modelling seems to be necessary. In the case of B-N-F-H about 380 thermodynamic data on possible reactions without plasma are known. Unfortunately the reaction rates for kinetic modelling without and with plasma are barely. In the contribution we present and discuss calculations for the deposition of boron nitride in the B-N-H-F-system performed with the program CHEMKIN. This program offers the possibility to calculate reactions at thermodynamic equilibrium as well as to model kinetics of reaction both with and without consideration of plasma processes. Part I of the contribution presents calculations in the thermodynamic equilibrium. The set of thermodynamic data will be discussed and the mole fraction of BN is given in dependence on different fluxes of B, N, H and F. The results are compared to experimental ones. The ionization degree of the plasma was varied between $10^{-3} < x < 10^{-2}$. Part II presents the data set for kinetic modeling and gives results of BN-growth rate in dependence on gas composition and plasma parameters. The plasma parameters were measured by Langmuir probe. Selected results of these measurements are also shown.

P 16.19 Mi 16:30 Poster A

Plasmodifizierung von PE-Pulvern in einem Wendelförderer — ●MEIKE QUITZAU¹, MATTHIAS WOLTER¹, ANDREA DITTMAR² und HOLGER KERSTEN¹ — ¹Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 24098 Kiel — ²ACA Berlin, Richard-Willstätter-Str. 12, 12489 Berlin

Polyethylen (PE) wird in großen Mengen zur Herstellung von Folien, Isolierungen, Plastikflaschen etc. eingesetzt. Unbehandeltes PE ist aufgrund der unpolaren Oberfläche hydrophob und lässt sich nur schwer bedrucken oder kleben. Um die Hydrophilie / Adhäsion zu verbessern, werden PE-Oberflächen mittels Plasma modifiziert. Dabei werden je nach Art des Prozessgases bestimmte polare funktionelle Gruppen auf der Oberfläche gebildet.

In den vorliegenden Untersuchungen ist das Interesse speziell auf die Plasmodifikation von PE-Pulver gerichtet. Dafür wird ein Wendelförderer benutzt, der das PE-Pulver kontinuierlich und beliebig oft durch die Plasmazone (z.B. Hohlkathodenglimmladung (HKGE)) bewegt.

Erste Ergebnisse zur Charakterisierung der HKGE und zur PE-Modifikation in unterschiedlichen Prozessgasen werden vorgestellt.

P 16.20 Mi 16:30 Poster A

Phasenaufgelöste räumliche Emissionsstrukturen in kapazitiv gekoppelten RF-Plasmen — ●SEBASTIAN NEMSCHOKMICHAL, KRISTIAN DITTMANN und JÜRGEN MEICHNER — Universität Greifswald, Institut für Physik, Felix-Hausdorff-Straße 6, 17487 Greifswald

Untersuchungsgegenstand ist das elektrodennahe Plasma und die RF-Randschicht einer kapazitiv gekoppelten asymmetrischen Hochfrequenzladung (13.56 MHz). Axiale Emissionsprofile von atomarem Sauerstoff (844 und 777 nm), Wasserstoff (656 nm) und Argon (750 nm) werden in Abhängigkeit von der RF-Phase intensiv studiert.

Der angeregte atomare Wasserstoff zeigt die in RF-Plasmen typischen Emissionsstrukturen, resultierend aus Elektronenstoßanregungen (Schichtheizung, Feldumkehr, Sekundärelektronen) und Schwertheilchenstößen.

In Sauerstoffplasmen treten zwei phasenverschobene Emissionsstrukturen an der Randschichtkante auf, die zum einen durch Elektronenstoßanregung in Folge der Schichtheizung und zum anderen durch Sekundärelektronen hervorgerufen werden. Letztere tritt jedoch nur bei höheren Drücken und Leistungen auf (z.B. 100 Pa, 80 W). Die Emission direkt vor der RF-Elektrode wird durch Schwertheilchenstöße verursacht.

P 16.21 Mi 16:30 Poster A

Optimierung eines Detektionssystems für die Thomson-Streuung — ●STEFAN SCHMUCK¹, ANDREAS DINKLAGE¹, RAINER

FISCHER², JENS KNAUER¹, BERND KURZAN², HEINDIETER MURMANN² und EKKEHARD PASCH¹ — ¹Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Teilinstitut Greifswald, Wendelsteinstr.1, 17491 Greifswald — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching

Bei der Thomson-Streuung für das sich im Aufbau befindliche Fusionsexperiment Wendelstein 7-X in Greifswald werden Interferenzfilter-Polychromatoren, welche in Zusammenarbeit mit der Thomsonstreuerguppe von ASDEX Upgrade entwickelt werden, mit Lichtleiterkopplung zum Einsatz kommen. Es konnte eine hohe Falschlichtunterdrückung durch die Kombination von einem dichroitischen Spiegel mit den verwendeten Interferenzfiltern realisiert werden.

Als wesentliches Werkzeug der Optimierung wird ein virtuelles Instrument entwickelt, welches der Simulation der Messung und des Einflusses verschiedener Fehlerquellen dient. Die Möglichkeiten der Optimierung werden aufgezeigt, und der experimentelle Aufbau des Prototyps wird vorgestellt.

P 16.22 Mi 16:30 Poster A

Effect of Uncertainties in a Collisional-Radiative Model of a Gas Discharge — ●DIRK DODT and ANDREAS DINKLAGE — Max Planck Instut für Plasmaphysik, Teilinstitut Greifswald

The plasma of a noble gas discharge is described using a collisional-radiative model. The dominant elementary processes in the parameter range considered are electron impact excitation, radiative decay, and recombination at the walls for ions and metastable excited states. The model aims at the reconstruction of the energy distribution of the electrons (EEDF) from the measured line emission of the plasma.

The uncertainties of the underlying atomic data are quantified and their effect on the modelled state densities and reconstruction parameters is investigated. The resulting systematic uncertainties in the forward model are studied in a Bayesian framework.

Further aspect of the forward modelling of the signal are discussed; a detailed description of the optics and the spectrometer allows the interpretation of the absolutely calibrated intensities.

P 16.23 Mi 16:30 Poster A

Particle-in-cell Monte Carlo model for oxygen discharges — ●FRANZ XAVER BRONOLD¹, KONSTANTIN MATYASH², DAVID TSKHAKAYA³, RALF SCHNEIDER², and HOLGER FEHSKE¹ — ¹Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald, D-17489 Greifswald, Deutschland — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Teilinstitut Greifswald, D-17491 Greifswald, Deutschland — ³Institut für Theoretische Physik, Universität Innsbruck, A-6020 Innsbruck, Österreich

We present a one-dimensional particle-in-cell Monte Carlo model for a capacitively coupled radio-frequency discharge of oxygen. Our model, which treats space charge fields, transport processes, and the most important plasma-chemical reactions of an oxygen discharge on an equal footing, determines for given bias voltage and pressure, discrete representations for the electric potential and the distribution functions for the charged particles. The density profiles, which we obtain from the distribution functions, in particular, the thickness of the sheaths and the electro-negativity in the center of the discharge, are in excellent agreement with experimental data indicating that our model captures essential aspects of an oxygen discharge. From the analysis of the distribution functions it is moreover possible to understand why in a radio-frequency oxygen discharge ion density fronts and internal sheaths, which are typical for discharges of electro-negative gases, are for some bias voltages and pressures more pronounced than for others.

P 16.24 Mi 16:30 Poster A

Rechnungen zum Einfluss von Bias und Magnetfeldern auf die Randschicht in einer Quelle für negative Wasserstoffionen — ●DIRK WÜNDERLICH und NNBI-TEAM — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, 85748 Garching, EURATOM Assoziation

Neutralteilcheninjektoren stellen eine wichtige Heizmethode für Fusionsexperimente dar. Für ITER sind Neutralteilcheninjektoren in Entwicklung, die auf negativen Ionen basieren. Die negativen Ionen werden in einem Niedertemperaturplasma ($T_e < 2$ eV, $n_e < 5 \cdot 10^{17} \text{ m}^{-3}$, $p < 0.5$ Pa) erzeugt, hauptsächlich durch den Oberflächenprozess an dem mit Cäsium bedeckten Plasmagitter. Die Dichte des extrahierten Ionenstroms lässt sich experimentell unter anderem durch Variation des extern angelegten magnetischen Filterfeldes sowie der Vorspannung (Bias) des Gitters gegenüber der Gefäßwand beeinflussen. Um die Effektivität der Quelle zu optimieren, ist ein Verständnis des Ein-

flusses dieser Parameter auf die Extraktion bzw. Zerstörung der Ionen durch Stöße nötig. Die Ionentrajektorien sind stark von der Form und räumlichen Ausdehnung der Randschicht am Gitter abhängig. Grundlegendes Werkzeug, um das Zustandekommen der Randschicht zu verstehen, sind Modellrechnungen. Da kein einfaches Zweikomponentenplasma vorliegt, wurde ein numerischer Ansatz gewählt: Dazu wurde ein eindimensionaler Particle-in-Cell (PIC) Code entwickelt. Dieser Code wurde zunächst an einfachen Zweikomponentenplasmen getestet, ehe Rechnungen zum Einfluss von Bias und Magnetfeldern in Plasmen mit negativen Ionen durchgeführt wurden. Der verwendete Code sowie die Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

P 16.25 Mi 16:30 Poster A

Xenon excimer emission from capillary microdischarges — ●BYUNG-JOON LEE¹, HASIBUR RAHAMAN¹, ISFRIED PETZENHAUSER¹, KLAUS FRANK¹, and KONSTANTINOS P. GIAPIS² — ¹Physics Department I, University of Erlangen-Nuremberg, D-91058 Erlangen, Germany — ²Division of Chemistry and Chemical Engineering California Institute of Technology, Pasadena, California 91125

We use array of microdischarges formed inside metal capillary tubes in order to produce intense excimer source. The discharges are operated at ambient xenon pressure range from 400 to 1013 mbar with fixed flow rate of 100 sccm. At first, characteristic of excimer emission for each discharge is observed. At fixed xenon pressure of 1013 mbar, the excimer intensity from each discharge increases with increasing current showing saturation at higher current. In addition, as the discharge is closer to the detector, the higher excimer intensity is observed due to solid angle. The electrical characteristics ensure that three identical plasmas are formed in stable operation. The excimer intensity from triple discharges is almost equal to the sum of those for individual discharges. The excimer intensity from triple discharges increases with pressure but it shows a maximum point which shifts to higher currents as pressure increases.

P 16.26 Mi 16:30 Poster A

Etch Stop Phenomena in Deep Trench Silicon Plasma Etching For Sub-100nm Technologies — ●HARALD RICHTER¹, SIEGFRIED GÜNTHER¹, GÜNTER WEIDNER¹, STEPHAN WEGE², SVEN BARTH², STEFFEN MARSCHMEYER¹, HEIKE SILZ¹, and IOAN COSTINA¹ — ¹IHP Frankfurt (Oder) — ²Qimonda Dresden

Plasma etch processes are key technological steps in fabrication of semiconductor devices. The process development is driven by ultrahigh-density structures such as DRAM memories. The shrink of lateral dimensions at approximately constant capacity specifications leads to increased deep trench aspect ratios.

In this paper we describe deep trench process development focused on hard mask investigation. These investigations are driven by the following motivation: To realise high aspect ratios requirements high selectivity to etch mask and excellent uniformity are needed. Therefore, better knowledge of hard mask consumption during Si etching and sidewall passivation mechanisms are necessary. Investigations were focused on a hard mask consisting of oxide layer on TiN.

A common deep trench etch process using HBr/NF₃/O₂ leads to an etch stop in Si as soon as the oxide mask is consumed completely and TiN mask is exposed to plasma. A thick passivation layer at trench bottom was detected. The chemical analysis of the bottom region shows a significant Ti concentration causing etch stop. The influence of different plasma parameters (power, pressure, cathode temperature and gas additives) to overcome this unrequested etch stop phenomenon will be discussed.

P 16.27 Mi 16:30 Poster A

Zersetzung, Bildung und Transport von Kohlenwasserstoffen — ●MANDY BAUDACH¹, WERNER BOHMEYER², DIRK NAUJOKS², ANDREY MARKIN³ und ADAM CWIKLINSKI⁴ — ¹Institut für Physik der Humboldt Universität zu Berlin — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Association, Greifswald — ³Institute for Physical Chemistry of Russian Academy, Moscow, Russ.Fed. — ⁴Institut für Physik der Freien Universität Berlin

Das Konzept des internationalen Fusionstestreaktors ITER beinhaltet die Verwendung von CFC-Materialien für die thermisch extrem belasteten Divertorplatten. Die Problematik der sich bildenden a-C:H-Schichten und der damit verbundenen Tritium-Codeposition ist weiterhin ungeklärt. Aus diesem Grund ist ein besseres Verständnis der Bildung, Zersetzung, Haftung und des Transports der Kohlenwasserstoffe wünschenswert, um Risiken abzuschätzen und mögliche Gegenmaßnahmen für die Tritium-Codeposition entwickeln zu können.

Die zuvor genannten Prozesse wurden am linearen Plasmagenerator PSI-II sowohl in H₂- und D₂-Entladungen, in denen die Erosion durch atomare H-Isotope wesentlich ist, als auch in nicht erodierenden Edelgas-Plasmen experimentell mit Hilfe von verschiedenen Diagnostiken (QMS, optische Spektroskopie der CH-Bande, ...) untersucht. Bei den Experimenten hat sich gezeigt, dass die Zersetzungslängen nicht mit den durch atomare Daten vorhergesagten übereinstimmen. Die gewonnenen Ergebnisse werden erläutert und mit Hilfe eines eindimensionalen Modell, welches Aspekte der Plasmachemie und der Plasma-Wand-Wechselwirkung berücksichtigt, interpretiert.

P 16.28 Mi 16:30 Poster A

Messungen mit Laserinduzierter Fluoreszenz in der Nähe eines absorbierenden Targets — ●TILMANN LUNT und GERD FUSSMANN — Institut für Physik der Humboldt-Universität zu Berlin

Für die Modellierung der Strömung von Plasmen mit direktem Wandkontakt und die Interpretation von Sondendaten (Langmuirsonden, Machsonden, etc.) ist das Verständnis des Plasma-Wand-Übergangs unabdingbar. Darüber hinaus ist für die Wahl und Erforschung fusionsrelevanter Materialien die Kenntnis der Energieverteilung der die Oberfläche bombardierenden Teilchen von großem Interesse. Aus diesem Grunde existiert eine Vielzahl von Modellen, die diese Plasma-Wand-Wechselwirkung beschreiben. Mit der Laserinduzierten Fluoreszenz ist das Problem nun auch von der experimentellen Seite zugänglich. Durch Durchstimmen eines schmalbandigen Lasers, welcher das Argon Ion anregt, und gleichzeitiger Detektion des Fluoreszenzlichtes wird nicht-invasiv die Geschwindigkeitsverteilungsfunktion der Ionen in Richtung des Laserstrahls gemessen. Erste Messungen am PSI-2 wurden bereits vor drei Jahren durchgeführt. Damals wurden stark nicht-Maxwellsche Verteilungsfunktionen mit Mach-Zahlen von etwa 0.5 vor einer Targetplatte gefunden. Aufgrund des verwendeten Lasertyps und der Detektionsoptik war allerdings nur eine Ortsauflösung von etwa 5 cm möglich. In der vorliegenden Arbeit werden nun Verteilungsfunktionen in der Nähe eines absorbierenden Targets präsentiert, die mit einer Ortsauflösung von etwa 1 mm gemessen wurden. Diese Verbesserung wurde durch Verwendung eines modulierten Diodenlasers und einer optimierten Detektionsoptik erreicht.

P 16.29 Mi 16:30 Poster A

Online Analysis of Hydrocarbon Chemistry in Fusion Edge Plasmas — ●BETTINA KÜPPERS and DETLEV REITER — Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, EURATOM-Association, Trilateral Euregio Cluster, D-52425, Jülich, Germany

Hydrocarbon catabolism and transport of fragments in fusion edge plasmas is important for determining chemical erosion yields and for quantifying carbon deposition (and hence tritium co-deposition) in fusion devices with carbon walls. A comprehensive cross section database for hydrocarbon brake-up, covering electron and proton impact collision processes from CH up to C₃H₈ molecules and their ions [1], has been made available online (www.eirene.de/eigen/). It has recently been validated by various groups using experimental results from TEXTOR, JET, DIII-D and JT-60U tokamaks. We show that a spectral analysis of the resulting master rate equation for homogeneous hydrogen plasma conditions allows separation of time-scales (and hence definition of reduced models) only at low divertor plasma temperatures ($T_p \leq 2$ eV), whereas above those temperatures the full reaction kinetics has to be taken into account. However, at these low temperatures, the resulting reduced model happens to be consistent with the simple approach currently adopted in integrated edge plasma modelling (e.g., B2-EIRENE) to neglect hydrocarbons altogether and only to treat C atoms instead. The online analysis tool is presently being extended by implementing surface processes and a sensitivity analysis.

[1] Janev, R., Reiter, D., Physics Plasmas, 9, 4071 (2002); *ibid.*, 11, 780 (2004)

P 16.30 Mi 16:30 Poster A

Erosionsausbeuten dotierter Kohlenstoffmaterialien in Deuterium-Niedertemperaturplasmen — ●PATRICK STARKE und URSEL FANTZ — Lehrstuhl für Experimentelle Plasmaphysik, Institut für Physik, Universität Augsburg, 86135 Augsburg

Aufgrund seiner guten thermomechanischen Eigenschaften ist Kohlenstoff als Wandmaterial im Divertor zukünftiger Fusionsexperimente vorgesehen. Bei Interaktion von Wasserstoffplasmen mit einer Kohlenstoffoberfläche bilden sich Kohlenwasserstoffe, was zu einer hohen Erosionsrate führt. Diese kann jedoch verringert werden, indem die Oberfläche dotiert und damit die effektive Kohlenstoffoberfläche reduziert wird.

In einem induktiv gekoppelten HF-Plasma ($E_{Ion} = 30$ eV, $T_{Probe} = 300$ K, $\Gamma_H / \Gamma_{Ion} \approx 150$), welches den Vorteil eines im Vergleich zu Ionenstrahlexperimenten hohen Ionenflusses ($\Gamma_{Ion} \approx 7 \times 10^{20} \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) hat wurden verschiedene Ti-dotierte Materialien erodiert: TiC-dotierter CFC, sowie amorphe C-Schichten mit atomar disperser Ti-Verteilung. Die Dotierkonzentration wurde jeweils variiert, wobei zusätzlich bei den CFC-Proben die Isotopenabhängigkeit der Erosion durch Wasserstoff- und Deuteriumplasmen untersucht wurde.

Mit Hilfe optischer Emissionsspektroskopie und Gewichtsverlustmessungen konnte die Erosionsausbeute zeitabhängig gewonnen werden. Die Morphologien der Proben wurden mit REM und AFM bestimmt. Die Ergebnisse werden mit Resultaten aus Ionenstrahlexperimenten bei gleicher Ionenenergie und Substrattemperatur verglichen.

P 16.31 Mi 16:30 Poster A

Laboratory simulations of interstellar dust — ●EVA KOVACEVIC¹, JOHANNES BERNDT¹, ILIJA STEFANOVIC¹, HARALD MUTSCHKE², CORNELIA JÄGER², MARKUS NIELBOCK³, ROLF CHINI³, and JÖRG WINTER¹ — ¹Institute of Experimental Physics II, Ruhr University Bochum, Germany — ²Astrophysical Institute and University Observatory, F.Schiller-Universität Jena, Germany — ³Astronomical Institute, Ruhr University Bochum, Germany

Polymerization processes in reactive plasmas leading to the formation of particles inside the plasma volume open the possibilities for a manifold of interesting investigations.

We present here the astrophysical applications of plasma polymerized nanoparticles. Laboratory investigations on these so called astroanalogues are an important tool for the analysis and the understanding of the diverse astronomically observed phenomena whose nature is still unclear. For this purposes we performed different ex-situ particle characterisations. Moreover, the confinement of the particles within the plasma allows us the use of several in-situ diagnostics as FTIR-spectroscopy, UV-extinction and scattering measurements.

The aim of our investigations is the analysis of two correlated astrophysical phenomena which origin is dust in the interstellar medium: first are absorption features in near and middle infrared region and second the UV-bump at 217.5 nm. The laboratory obtained data are successfully evaluated by comparison with existing interstellar extinction curves.

P 16.32 Mi 16:30 Poster A

Zelluläre Zweiphasenströmung in komplexen Plasmen — ●OLIVER ARP¹ und JOHN GOREE² — ¹Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 24098 Kiel — ²Department of Physics & Astronomy, The University of Iowa, Iowa City, IA 52242 USA

Es wird gezeigt, dass ein dreidimensionales komplexes (staubiges) Plasma, bestehend aus geladenen mikrometergroßen Staubpartikeln, die in einer Gasentladung eingeschlossen sind, als eine Zweiphasenströmung behandelt werden muss. Im durchgeführten Experiment bilden die stark gekoppelten Staubpartikel eine flüssige Phase, die in das Hintergrundgas der Entladung eingebettet ist. Der Strahlungsdruck eines Lasers wird benutzt, um die Staubwolke in Bewegung zu versetzen. Das sich ausbildende Strömungsmuster besteht aus vier stationären Wirbeln und gleicht der Einheitszelle einer zellulären Strömung. Nach Abschalten des Lasers benötigt die Strömung mehrere Minuten um abzuklingen. Durch Analyse der Abklingdauer wird gezeigt, dass eine Zweigegekoppelung zwischen der flüssigen Staubphase und dem Hintergrundgas besteht, die einen starken Einfluss auf dynamische Vorgänge in komplexen Plasmen hat.

P 16.33 Mi 16:30 Poster A

Investigation of dust formation in an Ar-He-C₂H₂ discharge — ●ANGELO CONSOLI, JAN BENEDIKT, and ACHIM VON KEUDELL — Arbeitsgruppe Reaktive Plasmen, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44780 Bochum Germany

The neutral products of a radio frequency argon-helium-acetylene plasma, which is used to produce carbon nanoparticles, are investigated by means of time resolved mass spectrometry. A detailed qualitative and quantitative analysis of the resulting spectra is performed using Bayes statistics and calibration measurements. Possible pathways for the dust production are discussed. The main paths for dust production are believed to be the formation of C_{2n}H₂ by successive reaction of C₂H₂ with a C₂H-radical and the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). The results of this work are compared with a recent model calculation by de Bleeker¹ of a commensurable plasma. In contrast to the predictions by the model significant differ-

ences regarding PAHs, C₈H₂ and larger C_{2n}H₂ have been identified. In addition the influence of acetone on the plasma products is investigated, as acetone is an often-used solvent for acetylene in gas bottles. This work has been supported by GRK 1051.

¹ Phys. Rev. E, 73:026405, 2006 and Appl. Phys. Lett., 88:151501, 2006.

P 16.34 Mi 16:30 Poster A

Tracer-Partikel in 2D Coulomb-Clustern — ●TOBIAS MIKSCH und ANDRÉ MELZER — Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, 17489 Greifswald

In einem staubigen Plasma kann man nicht zwischen den einzelnen Staubteilchen unterscheiden. Die einzige Möglichkeit, Bewegung zu rekonstruieren, ist, die Teilchen von Bild zu Bild zu verfolgen. Bei Systemen mit viel Bewegung oder hoher Staubbichte kann dies aber nicht immer erreicht werden.

Hier soll eine Methode vorgestellt werden, die es ermöglicht, aus den vielen einzelnen Staubteilchen eines Staubsystems eines speziell sichtbar zu machen. Das geschieht mit Hilfe eines fluoreszenz-markierten Partikels. Dieses Tracer-Partikel kann eindeutig lokalisiert und verfolgt werden. Dadurch wird es möglich, die dynamischen Eigenschaften des gesamten Staubsystems zu rekonstruieren. Diese Methode wird beispielhaft an einem 2D Coulomb-Cluster gezeigt.

P 16.35 Mi 16:30 Poster A

Experimente zu metastabilen Konfigurationen von Yukawa-Balls — ●DIETMAR BLOCK¹, SEBASTIAN KÄDING², YURIY IVANOV² und ANDRE MELZER² — ¹IEAP der CAU Kiel, Olshausenstr. 40-60, 24098 Kiel — ²Inst. für Physik der EMAU Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 6, 17489 Greifswald

Unter Yukawa-Balls versteht man eine kleine, kugelförmige Wolke von bis zu einigen hundert Partikeln, die unter der Einwirkung eines äußeren Einfangpotentials kristalline Strukturen bilden kann[1]. Für sehr niedrige Temperaturen erwartet man, dass sich die Partikel in einer Struktur mit minimaler Energie anordnen (Grundzustand). Bereits bei der Simulation dieser Systeme mit T=0K zeigt sich jedoch, dass viele metastabile Konfigurationen nur eine minimal höhere Energie als der Grundzustand aufweisen und daher eine Partikelwolke in der Regel am Ende eines Abkühlungsprozesses nicht im Grundzustand endet [2]. Im Experiment ist daher zu erwarten, dass in der Regel nur metastabile Konfigurationen zu beobachten sind [3]. Diese Beitrag stellt Experimente vor in denen ein Yukawa-Ball einer Vielzahl von "Heiz und Abkühlprozessen" unterzogen wird und somit eine experimentelle Analyse der metastabilen Konfigurationen ermöglicht.

[1] O. Arp, D. Block, A. Piel, and A. Melzer, PRL 93, 2004. [2] O. Arp, et al., JOP 11, 2005. [3] H. Baumgartner et al, CPP, accepted.

P 16.36 Mi 16:30 Poster A

Experimente zur Langzeitdynamik von Yukawa-Balls — ●SEBASTIAN KÄDING¹, DIETMAR BLOCK², YURIY IVANOV¹ und ANDRE MELZER¹ — ¹Institut für Physik der EMAU Greifswald, Felix Hausdorff Str. 6, 17489 Greifswald — ²IEAP der CAU Kiel, Olshausenstraße 40-60, 24098 Kiel

In staubigen Plasmen bilden Partikel unter dem Einfluß externer und interner Kräfte regelmäßige Strukturen. Innerhalb der hier untersuchten Coulomb- oder Yukawa-Balls, die mittels Videomikroskopie beobachtet werden können, sind die Partikel auf konzentrischen Kugelschalen angeordnet. Diese dreidimensionalen Systeme eignen sich zur Untersuchung stark gekoppelter Materie auf der Ebene individueller Teilchen. Um die 3D Partikeltrajektorien mit hoher zeitlicher und örtlicher Auflösung zu erhalten, verwenden wir ein System, das aus drei senkrecht zueinander angeordneten Hochgeschwindigkeitskameras besteht.

In diesem Beitrag werden Untersuchungen zur Langzeitdynamik von Yukawa-Balls vorgestellt. Besonderes Interesse gilt dabei dem Positionswechsel von Partikeln auf einer Schale sowie zwischen verschiedenen Schalen.

Diese Arbeit wird gefördert von der DFG unter SFB TR 24, Projekt A3.

P 16.37 Mi 16:30 Poster A

3D-Particle Tracking in Dusty Plasmas with a 3-Camera System — ●STEFAN FRENZEL, MATTHIAS HEILFORT, SEBASTIAN KÄDING, ANDRE MELZER, and BERND POMPE — Institute of Physics, University of Greifswald, Germany

We describe a 3-camera system and related software package to obtain 3D-trajectories of particles in a dusty plasma. The software works with a camera model that relates a 2D-point (center of a pixel clus-

ter in a picture of one camera) to a 3D-line in the vicinity of which the illuminated particle lies. The camera model is specified from a calibration procedure. If N particles are detected in the pictures, we get a bundle of N 3D-lines for each of the three cameras. The lines of the three bundles are most close to each other at the 3D particle positions. A sophisticated algorithm is adopted to avoid mismatches of particle identification in the course of time. At present we are able to track 3D-trajectories of up to 100 particle with good reliability. The algorithm is rather fast and would enable on-line tracking, provided the read-out of the movies from the cameras is fast enough.

(supported by DFG Project SFB-TR 24, A3 and B8)

P 16.38 Mi 16:30 Poster A

Visualisierung von Ionen- und Neutralteilchenreibung in partikelhaltigen Plasmen — ●HOLGER KERSTEN¹, RUBEN WIESE², THOMAS BINDEMANN², FRANK SCHOLZE³, HORST NEUMANN³ und RAINER HIPPLER⁴ — ¹IEAP, Universität Kiel — ²INP Greifswald — ³IOM Leipzig — ⁴Institut für Physik, Universität Greifswald

Die räumliche Verteilung und Bewegung von mikro-dispersen Teilchen in einem Plasma sind eine Folge der verschiedenen Kräfte, die auf die Partikel wirken. Um den Einfluss der Ionenreibung (ion drag) und der Neutralteilchenreibung (neutral drag) separat zu bestimmen, wurde die Wechselwirkung der im HF-Plasma levitierten Partikel mit einer externen Ionenstrahlquelle experimentell untersucht.

Die Überlagerung aus elektrostatischer Feldkraft F_{el} vor der HF-Elektrode, Gewicht der Teilchen F_g , Gasströmung infolge des Druckgradienten F_n und Ionenreibung F_{ion} mit dem extrahierten Ionenstrahl resultiert in einer typischen Teilchenanordnung. Die verschiedenen Kräfte können qualitativ durch eine Variation des Gasdruckes ($10^{-1} \dots 10$ Pa), der Leistung der Ionenquelle (500...800 W), der Strahlspannung (300...1300 V) und der Partikelgröße (0.5...10 μm) variiert werden.

Das Profil der Gasströmung und des Ionenstrahles kann durch die Wechselwirkung mit den mikro-dispersen Teilchen sehr anschaulich sichtbar gemacht werden.

P 16.39 Mi 16:30 Poster A

Über die Bindungsenergie von Elektronen auf Staubteilchen im Plasma — ●HOLGER KERSTEN¹, FRANZ XAVER BRONOLD², HANS DEUTSCH² und HOLGER FEHSKE² — ¹Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, — ²Institut für Physik, Universität Greifswald, Domstr.10a, 17487 Greifswald

Bringt man mikro-disperse Teilchen in ein Plasma ein, so werden diese auf Grund der Ladungsträgerströme negativ aufgeladen und können demzufolge in der Randschicht der Entladung eingefangen werden.

Es werden einfache Modellvorstellungen und Abschätzungen hinsichtlich der Bindung der Elektronen auf den Partikeln diskutiert. Das Modell basiert auf einer mikro-physikalischen Beschreibung des Aufladeprozesses, wobei die Wechselwirkung der hinzukommenden Elektronen mit den bereits auf dem Partikel vorhandenen und verschmierten Ladungen über ein entsprechendes Coulomb-Potential in der Schrödinger-Gleichung erfasst wird. Durch Energiezufuhr (Stoß, Aufheizung) können die Elektronen die Potentialbarriere auch wieder überwinden und somit das Staubteilchen verlassen. Abhängig von der Oberflächentemperatur und den Materialeigenschaften der Partikel stellt sich somit ein Ladungsgleichgewicht ein, das durch äußere Einflüsse (z.B. UV-Bestrahlung, Ionenbeschuss) gestört werden kann.

P 16.40 Mi 16:30 Poster A

Numerische Beschreibung von Staubteilchen in Plasmarandschichten — ●MATTHIAS WOLTER¹, RALF BASNER², GABRIELE THIEME², JOSEPH BLAZEK³ und HOLGER KERSTEN¹ — ¹IEAP, Universität Kiel — ²INP Greifswald — ³University of South Bohemia

Mikro-disperse Teilchen, die im Plasma negativ aufgeladen werden, können in horizontalen Plasmarandschichten eingefangen und stabilisiert werden. Die räumliche Verteilung und Bewegung der Teilchen im Plasma sind eine Folge der verschiedenen Kräfte, die auf die Partikel wirken. Für verschieden große Partikel ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Massen und negativen Ladungen verschiedene charakteristische Gleichgewichtspositionen in der Randschicht.

Durch die Messung von Gleichgewichtsposition und Resonanzfrequenz für Testteilchen verschiedener Größe können lokal die jeweiligen Werte für die elektrische Feldstärke in der Plasmarandschicht bestimmt werden. Bisherige experimentelle Untersuchungen wurden vorwiegend in den Randschichten vor HF-Elektroden durchgeführt. Die hier vorgestellten Messungen wurden im Gegensatz dazu über der nicht gespeisten Elektrode (Adaptive Elektrode) einer asymmetrischen kapazitiv gekoppelten HF-Entladung in Argon durchgeführt.

Es wird ein MatLab-Code vorgestellt, der eine numerische Beschreibung der levitierten Teilchen über der jeweiligen Elektrode gestattet. Damit können die Ladungen, Kräfte und Gleichgewichtspositionen der Mikro-Teilchen in Abhängigkeit von den Plasmaparametern für das jeweilige Elektrodensystem analysiert werden.

P 17: Niedertemperaturplasmen

Zeit: Donnerstag 11:30–12:30

Raum: 6B

P 17.1 Do 11:30 6B

Experiment und PIC-Simulation zur räumlichen (axial) und zeitlichen optischen Emission im RF-Randschichtbereich eines O₂-Plasmas (CCP) — ●KRISTIAN DITTMANN¹, KONSTANTIN MATYASH², FRANZ XAVER BRONOLD¹ und JÜRGEN MEICHSNER¹ — ¹Universität Greifswald, Institut für Physik, Felix-Hausdorff-Straße 6, 17487 Greifswald — ²Max-Planck Institut für Plasmaphysik, Wendelsteinstraße 1, 17491 Greifswald

Die optische Emission des atomaren Sauerstoffs bei 844 nm ($3p^3P - > 3s^3S$) wurde in einer kapazitiv gekoppelten Hochfrequenzentladung (13,56 MHz) in Sauerstoff im Bereich der RF-Randschicht und im elektrodennahen Plasma studiert. Es zeigt sich, dass eine elektronische Anregung des atomaren Sauerstoffs hauptsächlich in zwei Bereichen erfolgt, in einer schmalen Zone unmittelbar vor der RF-Elektrode und im Übergangsbereich Plasmagrenzschicht-Bulkplasma. Orts-zeitaufgelöste Messungen der Emission für eine RF-Periode ergeben, dass die Anregung an der Randschichtkante durch Stöße mit Elektronen dominiert wird. Die Anregung an der RF-Elektrode kann jedoch nicht durch eine Elektronenstoßanregung erklärt werden. Diese wird auf Stoßprozesse zwischen Schernteilchen zurückgeführt.

PIC-Simulationen der RF-Randschicht liefern eine gute Übereinstimmung mit dem Experiment, wenn neben Anregungen durch Elektronen infolge der Schichtdynamik zusätzlich ein Schwertheilchenstoß zwischen positiven geladenen und neutralen Sauerstoffionen angenommen wird. Schwellwert und Wirkungsquerschnitt dieses Prozesses wurden mit Hilfe der experimentellen Daten angepasst.

P 17.2 Do 11:45 6B

Diagnostik eines reaktiven Strahlplasmas für die Oberflächenbehandlung bei Atmosphärendruck — ●DIRK PASEDAG¹, HANS-ERICH WAGNER¹, RUBEN WIESE², ALFRED BAALMANN³, GUIDO ELLINGHORST³ und UWE LOMMATZSCH³ — ¹Institut für Physik (IfP), Felix-Hausdorff Str. 6, D-17487 Greifswald — ²Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik (INP), Felix-Hausdorff Str. 2, D-17489 Greifswald — ³Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM), Wiener Str. 12, D-28359 Bremen

Gegenstand der Untersuchungen ist ein bei Atmosphärendruck in N₂/O₂-Gasgemischen und einer periodischen Wechselladung von etwa 13 kHz betriebener Plasmastrahl. Er wird u.a. für Aktivierungsprozesse von Polymeroberflächen eingesetzt.

Es werden wichtige reaktive Spezies (O-Atome, OH-Radikale) im relaxierenden Plasma spektroskopisch untersucht. Unter Zuhilfenahme eines kinetischen Modells war die Konzentrationsbestimmung der O-Atome möglich. Sie liegt in der Größenordnung einiger Vol.-%. Die thermischen Eigenschaften (Temperaturverteilung, Energieeinstrom) wurden mittels Thermoelementen und Thermosonden erfasst. Diese werden durch ausgewählte Modellrechnungen zur Strömungsmechanik ergänzt. Der Einsatz des Strahls zur Oberflächenaktivierung von Kunststoff-Modellsubstraten wird vorgestellt.

P 17.3 Do 12:00 6B

Thin film deposition by means of atmospheric pressure microplasma jet — ●JAN BENEDIKT, ANGEL YANGUAS-GIL, KAI FOCKE, and ACHIM VON KEUDELL — Arbeitsgruppe Reaktive Plas-

men, Fakultät für Physik und Astronomie, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44780 Bochum, Deutschland

Atmospheric pressure glow discharge (APGD) plasma deposition of good quality thin films is a challenging task, which, when achieved, can substantially reduce costs of the plasma equipment, since the generation of vacuum can be avoided, and can therefore enlarge the field of plasma deposition applications to low-value-added processes. However, slow diffusion, absence of the ion bombardment and a limited set of conditions, under which a stable and homogeneous APGD can be operated, are factors, which prevent the spread of APGD deposition applications so far. A possible approach is a use of microplasmas. They can generate non-equilibrium glow discharges with high electron density and low gas temperature at atmospheric pressure. We have constructed and tested an atmospheric pressure microplasma jet that serves as a depositing tool for production of homogeneous thin films. In our presentation, we will discuss the strategies, how to form reactive species in the plasma without deposition inside the source and how to prevent ambient atmosphere from penetrating into the microplasma jet. In addition, we will show the results of plasma characterization by means of current-voltage measurements, optical emission spectroscopy and mass spectrometry. Finally, the properties of the films, deposited from acetylene, tetramethylsilane and allylamine, will be discussed.

P 17.4 Do 12:15 6B

Beschichtung von NiTi-Formgedächtnislegierungen mit bio-

kompatiblen Verschleißschichten — ●JANINE-CHRISTINA SCHAUER und JÖRG WINTER — Lehrstuhl für Experimentalphysik II, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum

Nickel-Titan-Formgedächtnislegierungen sind wegen ihrer speziellen mechanischen Eigenschaften für die Anwendung im biomedizinischen Bereich von besonderem Interesse. Aufgrund der möglichen Freisetzung von Nickel im Körper ist es notwendig, das Körpergewebe und Körperflüssigkeiten durch eine biokompatible Beschichtung, welche auch unter Formänderungen des Substrates in ihrer Haftung nicht versagt, vor dem direkten Kontakt mit NiTi zuverlässig zu schützen. Ziel der Untersuchungen ist es, ein Schichtsystem für NiTi-Formgedächtnislegierungen zu entwickeln und zu charakterisieren, welches diese Voraussetzungen erfüllt. Als biokompatible, verschleißfeste, dehnungstolerante Beschichtung soll eine DLC-Schicht dienen. Wegen des Haftungsproblems von DLC-Schichten auf NiTi wird eine dünne amorphe Siliziumschicht als Haftvermittler zwischen Metall und DLC Schicht zum Einsatz kommen. Die Schichten werden in einer kapazitiv gekoppelten GEC-Zelle aus Acetylen- und Silan-Plasmen abgeschieden und ihre optischen und mechanischen Eigenschaften sowie chemische Zusammensetzung und Oberflächenrauheit charakterisiert. Die Haftung des Schichtsystems auf dem Substrat und seine Belastbarkeit unter mechanisch-zyklischen Versuchen wird mit verschiedenen Methoden untersucht und optimiert.

Dieses Projekt wird unterstützt durch das GK 1051.

P 18: Diagnostische Methoden

Zeit: Donnerstag 11:30–12:25

Raum: 6F

Fachvortrag

P 18.1 Do 11:30 6F

Simulation von Doppler-Reflektometrie in turbulenten Plasmen mit Finite Difference Time Domain Codes — ●CARSTEN LECHTE¹, EBERHARD HOLZHÄUER¹, GARRARD CONWAY², WALTER KASPAREK¹ und ULRICH STROTH¹ — ¹Institut für Plasmaforschung, Universität Stuttgart — ²IPP Garching

Die Dopplerreflektometrie ist eine berührungslose Diagnostik zur Messung von Dichtefluktuationen und Flussgeschwindigkeiten im Plasma. Mikrowellen werden schräg zum Dichtegradienten eingestrahlt, an den Dichtefluktuationen der Cut-off-Schicht gestreut und dopplerverschoben. Aus der Dopplerverschiebung wird in Fusionsplasmen die poloidale Geschwindigkeit des Plasmas ermittelt und damit auf das radiale elektrische Feld geschlossen.

In Anwesenheit starker Fluktuationen wird die Antwort des Plasmas durch Dispersion und Mehrfachstreuung stark nichtlinear, so dass quantitative Untersuchungen nur mit Hilfe von 2D- oder 3D-Simulationen der Wellenausbreitung möglich sind.

Mit dem neuen IPF-FD3D-Code kann die Ausbreitung von ordentlicher und außerordentlicher Mode in vorgegebenen Dichte- und Magnetfeldverteilungen simuliert werden. Dazu werden die Maxwellgleichungen im kalten Plasma gelöst.

Im linearen Fall ist das Reflektometer nur für eine einzige Fluktuationenwellenzahl empfindlich. Es werden erste Untersuchungen vorgestellt, wie die Anwesenheit breitbandiger Fluktuationen das Dopplersignal beeinflusst.

P 18.2 Do 11:55 6F

Bestimmung der Teilchenflüsse in DC Plasmajet Quelle — ●NIKITA BIBINOV¹, DAMIAN DUDEK², PETER AWAKOWICZ¹ und JÜRGEN ENGEMANN² — ¹AEPT, Ruhr Universität, Universitätsstr 150,44780 Bochum — ²fnt, Bergische Universität Wuppertal,42119 Wuppertal

Emissionsspektroskopische Messungen und die plasmakinetiche Modellierung wurden herangezogen, um typische Plasmaparameter wie Elektronendichte und Elektronenverteilungsfunktion in einer Gleich-

strom Atmosphärendruck Plasmajet Quelle zu bestimmen. Der zu ionisierende Gasfluss bestand aus einer Mischung von 1000 sccm Stickstoff und 1 sccm Sauerstoff. Die Flüsse von Stickstoff- und Sauerstoffatomen sowie Radikalen außerhalb der Düse der Plasmaquelle wurden ausgerechnet. Es werden emissionsspektroskopische Messungen in guter Übereinstimmung mit berechneten Werten präsentiert. Die gefundenen Plasmaparameter sind bei der Beschreibung von Wechselwirkungen mit zu behandelnden Substraten notwendig. Mögliche Anwendungsgebiete können Ätzung oder Deposition von dünnen Schichten an lokalen Bereichen eines Substrates sein.

P 18.3 Do 12:10 6F

Ortsaufgelöste Messung von Oberflächenladungen in einer dielektrischen Barrierenentladung mit selbstorganisierten Strukturen — ●LARS STOLLENWERK, JOHANNES GEORG LAVEN und HANS-GEORG PURWINS — Institut für Angewandte Physik, Corrensstr. 2/4, 48149 Münster

In dieser Arbeit wird ein Gasentladungssystem mit dielektrischer Barriere betrachtet, das aus einem schmalen, mit Helium gefüllten Entladungsspalt zwischen großflächigen Elektroden besteht. Die Entladung wird im Glimmodus betrieben und bildet aufgrund des großen Aspektverhältnisses eine lateral strukturierte Stromdichteverteilung aus. Um die dabei entstehenden Oberflächenladungen auf der dielektrischen Schicht ortsaufgelöst messen zu können, wird als dielektrische Barriere ein BSO-Kristall verwendet. Über den Pockels-Effekt wird die Polarisation eines einfallenden Lichtstrahls moduliert, so dass die Oberflächenladungsverteilung in der laufenden Entladung gemessen werden kann. Gleichzeitig wird die laterale Leuchtdichteverteilung in der Entladung beobachtet. Es werden charakteristische Größen einer filamentären Entladung bestimmt, wie der Filamentdurchmesser in der Leuchtdichte und der positiven und negativen Oberflächenladungsverteilung sowie die übertragene Ladung pro Filament.

<http://www.uni-muenster.de/Physik.AP/Purwins/>

P 19: Hauptvortrag

Zeit: Donnerstag 14:00–14:30

Raum: 6C

Hauptvortrag P 19.1 Do 14:00 6C
Dekontamination von Verpackungsmitteln durch Einsatz von Atmosphärendruckplasmen — ●JÖRG EHLBECK — Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik (INP) e.V., Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald

Das technologische Potenzial von Plasmen zur Abtötung oder Inaktivierung von Krankheitserregern auf thermolabilen Materialien ist bereits durch eine Vielzahl von Untersuchungen aufgezeigt worden. Bei den im Vortrag vorgestellten Aktivitäten besteht die Aufgabe darin, Kunststoffflaschen für Pharmaka und Kosmetika in einem Abfüllprozess integrierbar zu dekontaminieren. Die in-line Plasmabehandlung erfolgt mittels einer sog. Mikrowellen-Laufentladung, die in Luft bei Atmosphärendruck arbeitet. Aktuell werden mit

diesem Plasma Keimreduktionen von bis zu fünf Größenordnungen bei Behandlungszeiten von einigen Sekunden und weniger erreicht. Das Design der Plasmaanlage erfolgt in enger Kopplung mit einer kommerziell verfügbaren Mikrowellentechnik-Simulationssoftware. Ihre Möglichkeiten zur Optimierung einer Plasmaquelle sollen im Vortrag ebenso diskutiert werden, wie die Ergebnisse der zum Einsatz kommenden Verfahren zur Charakterisierung des Plasmas und zur Untersuchung seiner antimikrobiellen Wirksamkeit.

Die Arbeiten wurden durchgeführt im Rahmen des Verbundprojektes "Plasmose", gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unter dem FKZ 13N8666. Wir danken D. Braun und B. Großjohann (Riemser Arzneimittel AG) für wertvolle Hinweise und Diskussionen.

P 20: Plasma-Wand-Wechselwirkung

Zeit: Donnerstag 14:35–16:00

Raum: 6C

Fachvortrag P 20.1 Do 14:35 6C
Neutral particle transport effects in large 2D divertor plasmas — ●VLADISLAV KOTOV¹, DETLEV REITER¹, ANDREY KUKUSHKIN², PETRA BÖRNER¹, and SVEN WIESEN¹ — ¹Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, EURATOM-Association, Trilateral Euregio Cluster, D-52425, Jülich, Germany — ²ITER International Team, Cadarache, France

Predicting the heat load on the plasma-facing components and the impurity content in the edge plasma is of crucial importance for the design of a tokamak fusion reactor. The conditions at the plasma edge and, especially, in the most severely loaded divertor region are largely determined by the interaction between the plasma and the neutral particles produced by recombination and sputtering. An integrated code which combines the multi-species 2D fluid plasma transport code B2 and the 3D Monte-Carlo neutral gas and radiation transport code EIRENE is currently used to guide the design of the ITER divertor. This code package is now updated with an improved model for low temperature hydrogen molecular kinetics. It is also extended to take into account intrinsically non-linear effects: neutral-neutral collisions and line radiation opacity in a self consistent way. The influence of these new features on the self consistent gas-radiation-plasma solution is studied for the large tokamaks ITER and JET. It is found in both cases that the refined description of molecular kinetics has a strong effect on the predicted plasma parameters in front of the divertor targets and on the divertor heat loads. The impact of the non-linear effects can be also significant for the ITER conditions (and larger machines, e.g. DEMO).

P 20.2 Do 15:00 6C
A 3D TRACE ION MODULE FOR FUSION EDGE PLASMA MONTE CARLO CODES — ●JOSEF SEEBACHER¹, DETLEV REITER², and PETRA BÖRNER² — ¹Association EURATOM-ÖAW, Institute for Theoretical Physics, University of Innsbruck, A-6020 Innsbruck, Austria — ²Institute for Plasmaphysics, Forschungszentrum Jülich, Association EURATOM, D-52425 Jülich, Germany

3D modelling of kinetic transport effects of impurity ions is important for quantifying various elementary physical processes in the scrape off layer (SOL) of magnetic fusion devices. For this purpose a trace ion module (TIM) has been developed and incorporated into the Monte Carlo transport code EIRENE. The TIM consists of a trajectory integrator tracing the motion of a guiding centre particle in general 3D electric and magnetic fields, and a stochastic form of the Fokker-Planck operator treating Coulomb collisions with the plasma background species. The TIM enables the integrated SOL simulation packages B2-EIRENE and EMC3-EIRENE to treat the physical and chemical processes near the divertor targets and in the bulk of the SOL in greater detail than before. Of special interest is the formation and transport of hydrocarbon molecules and ions in the divertor in tokamaks, where the tritium codeposition via hydrocarbons remains a serious issue for next generation fusion devices like ITER. Code verification studies as well as real tokamak modelling scenarios will be discussed with the code packages

B2-EIRENE (2D) and EMC3-EIRENE (3D). Applications to hydrocarbon transport studies in TEXTOR and ITER will be presented.

P 20.3 Do 15:15 6C
Model extensions of the 3D edge plasma fluid Monte Carlo code EMC3 — ●DEREK HARTING¹, DETLEV REITER¹, HEINKE FRERICHS¹, and YÜHE FENG² — ¹Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, EURATOM Association, Trilateral Euregio Cluster, D-52425 Jülich, Germany — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Association, 17491 Greifswald, Germany

The 3D edge plasma code EMC3/EIRENE has already been used to simulate the edge plasma of various different magnetic fusion devices (W7AS, W7X, LHD, ITER) and it is currently validated in particular with TEXTOR-DED experimental data. In order to make connection to the physical model of well established 2D edge plasma codes (such as B2-EIRENE) some extensions to the EMC3 code are developed. The energy balance equation is further completed and kinetic corrections ("flux limiter") to the fluid model which are also standard in 2D fluid plasma edge codes are implemented. Especially the term $\vec{\nabla} \cdot (\frac{1}{2} mnV^2 \vec{V})$ in the energy balances, which was originally neglected, showed a strong influence on Ti in front of the target. For TEXTOR this term leads to a localized adiabatic cooling of the ions by about 25% (10eV), as the flow is accelerated towards the target. Te is effected only weakly by this term. Due to the more than ten times faster conductive parallel heat transport of the electrons, the cooling of the electrons by acceleration of flow towards the target extends nearly over the entire edge plasma and Te is reduced by about 3-4 eV. The various extensions to the EMC3 code will be described, and their effects on the predicted edge plasma conditions of the tokamak TEXTOR will be discussed.

P 20.4 Do 15:30 6C
Numerical investigation of impurity transport in the ergodized edge plasma at TEXTOR-DED — ●HEINKE FRERICHS¹, DEREK HARTING¹, DETLEV REITER¹, and YÜHE FENG² — ¹Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich GmbH, EURATOM Association, Trilateral Euregio Cluster, D-52425 Jülich — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, D-17491 Greifswald

Recent numerical studies of impurity transport in the ergodized edge plasma for the tokamak TEXTOR-DED are discussed. The dynamic ergodic divertor (DED) at TEXTOR induces a complex 3D magnetic field structure at the plasma boundary, which brakes symmetry between neutral and charged particle transport and, hence, leads to an intrinsically 3D transport problem. Calculations for TEXTOR-DED are performed with the 3D Monte Carlo code package EMC3/EIRENE. The effect of the DED on impurity production and transport is investigated and sensitive model parameters are identified. In particular the frequently neglected finite population of electronically excited states of impurity ions ("corona approximation") within the transport code instead of a more sophisticated collisional-radiative model leads to a significant overestimation of the radiated power for TEXTOR conditions. A pronounced reduction of the carbon density at the inner sim-

ulation boundary (inside the last closed flux surface) after turning on the DED magnetic perturbation field is robustly predicted, despite an enhanced sputtered flux. However, experimentally this strong screening effect has not yet been identified.

P 20.5 Do 15:45 6C

Rovibrationally excited H₂ production in expanding thermal plasmas — ●ONNO GABRIEL¹, PETER VANKAN², DAAN SCHRAM¹, and RICHARD ENGELN¹ — ¹Department of Applied Physics, Plasma & Materials Processing, Technische Universiteit Eindhoven, Postbus 513, 5600 MB Eindhoven, The Netherlands — ²present address: Philips Lighting, Central Development Lighting, P.O.Box 80020, 5600 JM Eindhoven, The Netherlands

Plasma surface interactions are recognized to play a dominant role in the chemical kinetics of plasmas. Ions and radicals from the plasma

gas phase recombine at surfaces producing new molecules. For example rovibrationally excited H₂ molecules (H₂^v) can be formed at surfaces under circumstances, where a volume production mechanism is much less efficient. The extra energy content of these excited molecules enhances several plasma chemical processes, like the H⁻ formation in dissociative attachment reactions, and is hence important for the understanding of processes in this kind of plasmas. We investigate an expanding thermal hydrogen plasma by means of VUV LIF spectroscopy and measure the rovibrational energy levels in the electronic ground state of H₂. The exact mechanism of the production of rovibrational excited molecules is still not clarified yet. Therefore, we measure the distribution of H₂^v after the collision of the plasma jet with different surface materials. We want to show that H₂^v is a product of surface association processes, and that its energy distribution reveals information on the surface process itself.

P 21: Grundlegende Probleme, Theorie, Sonstiges

Zeit: Donnerstag 14:35–15:45

Raum: 6F

Fachvortrag

P 21.1 Do 14:35 6F

Transition from bright to dark self-organized current filaments in dielectric barrier gas-discharge — ●HANS-GEORG PURWINS, LARS STOLLENWERK, SVETLANA GUREVICH, and JOHANNES GEORG LAVEN — Institut für Angewandte Physik, Corrensstraße 2-4, 48149 Münster, Deutschland

We report on the first observation of the transition from bright (high current density filaments on a low current density background) to dark current filaments (low current density filaments on a high current density background) and vice versa in a planar ac gas-discharge system with a dielectric barrier. The transition takes place via stripe-like patterns. The observed bifurcation scenario is classified in the framework of Turing-structures and solitary objects, concept that is familiar in the field of nonlinear dynamics and pattern formation. Formally the observations agree with solutions of a two-component reaction-diffusion-system with integral term. The work has been supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft. <http://www.uni-muenster.de/Physik.AP/Purwins/Welcome-en.html>

P 21.2 Do 15:00 6F

MHD-Simulation eines bewegten Lichtbogens in Luft — ●SYLVIO KOSSE, MARTIN WENDT, DIRK UHRLANDT und KLAUS-DIETER WELTMANN — INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, D-17489 Greifswald

In elektrischen Schaltanlagen wird der Schaltvorgang maßgeblich durch Lichtbögen und deren Verlöschen realisiert. Ein angewandtes Prinzip ist das des rotierenden Bogens im externen Magnetfeld. Dabei erfolgt eine verstärkte Wärmeabgabe und ein Druckaufbau in der Schaltkammer.

Beispielhaft werden für einen rotierenden Lichtbogen in Luft bei Atmosphärendruck die gekoppelten Grundgleichungen der Fluid- und der Elektrodynamik in 3D durch ein Finites Volumenverfahren numerisch gelöst. Als Eingangsgrößen gehen dabei die elektrischen und thermodynamischen Transportgrößen wie z.B. elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit sowie spezifische Wärmekapazität und Viskosität ein. Diese werden mit Hilfe kinetischer Methoden selbstkonsistent für das Luftplasma berechnet.

Die verwendete Modellgeometrie besteht aus zwei Ringelektroden zwischen denen ein Luftplasma brennt. Das für die Bewegung des Lichtbogens nötige radiale Magnetfeld wird durch externe Spulen realisiert.

Die erhaltenen Simulationsergebnisse werden qualitativ mit den Ergebnissen von Basisexperimenten verglichen. Insbesondere wird die Bogeneschwindigkeit über mehrere Umläufe analysiert und mit einfachen

theoretischen Modellen beschrieben.

P 21.3 Do 15:15 6F

Status Report on Table Top Free Electron Lasers — ●STEFAN BECKER¹, FLORIAN GRÜNER¹, ULRICH SCHRAMM², THOMAS EICHNER¹, and DIETRICH HABS¹ — ¹LMU Department für Physik, Am Coulombwall 1, Garching — ²FZD, Dresden

World-wide there is a boom in laser-plasma accelerators, where high-intensity lasers produce brilliant electron and ion beams. Together with this development there is an international race on realizing a laser-based free-electron laser (FEL). We give a report on the status of our experiments as well as on our design study (<http://arxiv.org/abs/physics/0612125>). For the latter we consider the entire setup, including PIC simulations of the laser-plasma, over beam transport calculations to the actual FEL simulations, and pay attention to energy chirps induced by space-charge and resistive wall wakefields. We present the design for the first test case in the VUV range as well as extensions towards the soft X-ray and even medically relevant X-ray range.

This work is supported by DFG (MAP; TR18)

P 21.4 Do 15:30 6F

Analysis of long living plasmoid at atmospheric pressure — ●ALEX VERSTEEGH^{1,2}, STEFAN NOACK¹, BURKHARD JUETTNER¹, and GERD FUSSMANN¹ — ¹AG Plasmaphysik, Institut für Physik der Humboldt-Universität zu Berlin, Deutschland — ²Department of Applied Physics, Eindhoven University of Technology, Netherlands

Following preceding works of Russian groups free floating approximately spherical plasma clouds have been produced by capacitor discharges along a water surface at atmospheric pressure. Using a capacity of 1 mF and voltage of 4.8 kV these plasmoids have a diameter of 15 - 20 cm and radiate about 200 ms without external energy supply. The dynamics of the phenomenon are registered by a high speed camera. Using Langmuir probes the spatial distribution of charges and electric fields are measured. Highly resolved ($\lambda/\Delta\lambda \approx 4 \cdot 10^4$), absolutely calibrated spectroscopic measurements are conducted in the wavelength range of 200–780 nm using an Echelle spectrometer. Several atomic and molecular particle species are identified. From probe and spectroscopic measurements estimates of plasma parameters (n_e , T_e) are deduced as a function of time. The investigations are aimed at understanding the energy storage mechanism that enables the autonomously radiating behavior. Explanations are sought for the characteristic spherical shape of the plasmoids and the observed appearance of radiating cylindrical “jets” extending vertically up to 50 cm above the discharge.

P 22: Poster

Zeit: Donnerstag 16:30–18:30

Raum: Poster A

P 22.1 Do 16:30 Poster A

Zeit- und orts aufgelöste Untersuchung laserinduzierter Plasmen beim präzisen Mikro-Materialabtrag mit Pulsgruppen — ●CHRISTOPH GEHLEN, ÜMIT AYDIN und REINHARD NOLL — Fraunhofer-Institut für Lasertechnik (ILT), Steinbachstr. 15, 52074 Aachen, Germany

Ziel der Untersuchungen ist es, die Effizienz der Laser-Mikro-Materialbearbeitung von Eisenwerkstoffen zu erhöhen. Die mittlere Abtragsrate und die Qualität dieses Prozesses sollen gesteigert werden, wobei der Anteil der wiedererstarteten Schmelze reduziert werden soll. Zusätzlich wird das während des Bearbeitungsprozesses entstehende laserinduzierte Plasma untersucht, um mögliche Korrelationen zwischen dem vom Plasma emittierten Spektrum und dem Volumenabtrag zu ermitteln. Durch eine fundierte Kenntnis der Abtragsdynamik sollen die bestehenden Prozessgrenzen erweitert werden. Ein neuer Ansatz beruht auf der Verwendung maßgeschneiderter Laserpulszüge (Laserbursts), mit denen der Materialabtrag erhöht werden soll, ohne die mittlere Laserleistung zu steigern. Laserspektroskopische Untersuchungen werden mit Laserimpulsgruppen aus bis zu drei Pulsen durchgeführt und Effekte der Gesamtburstenergie, des Energieverhältnisses der Pulse zueinander sowie der Interpulsabstände untersucht. Das während des Bearbeitungsprozesses entstehende, laserinduzierte Plasma wird spektroskopisch zeit- und orts aufgelöst detektiert und Plasmaparameter, wie charakteristische Elektronenanregungstemperatur und Elektronendichte, bestimmt.

P 22.2 Do 16:30 Poster A

Röntgenspektroskopie an hochgeladenen Schwerionen an der GSI, Darmstadt — ●ALEXANDER MAYR¹, JOACHIM JACOBY¹, THOMAS KÜHL², PAUL NEUMAYER², OLGA ROSMEJ², DANIEL URESCU² und BERNHARD ZIELBAUER² — ¹Institut für Angewandte Physik, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt am Main — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt

Im Rahmen des PHELIX Laser Projekts an der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), Darmstadt wird zur Zeit ein 13,5 nm Röntgenlaser erzeugt, der bislang vom 10 J-Vorverstärker gepumpt wird. Mit Hilfe des Röntgenlasers soll Spektroskopie an hochgeladenen Schwerionen durchgeführt werden, die aus dem Experimentierspeicherring ESR an der GSI bis hin zu Uran zur Verfügung stehen. Diese Kombination aus Schwerionenstrahl und Röntgenlaser erlaubt eine genaue spektroskopische Bestimmung der quantenmechanischen Zustände von Atomkernen und ermöglicht damit den Vergleich dieser Messung mit theoretischen Vorhersagen. Dies wird ermöglicht durch die Spektroskopie an extrem hochgeladenen (Li-ähnlichen) Ionen, für die die Theorie ausreichend genaue quantenelektrodynamische Modelle liefert.

Der Beitrag beschäftigt sich mit der Realisierung des experimentellen Konzepts sowie dem aktuellen Stand der Arbeiten am Röntgenlaser und der zugehörigen Detektorentwicklung.

P 22.3 Do 16:30 Poster A

UV Excimer Laser Pumped with Heavy Ion Beam — ●ALEKS ADONIN¹, VLADIMIR TURTIKOV^{1,2}, ALEXANDER GOLUBEV², DIETER H. H. HOFFMANN^{3,5}, JOACHIM JACOBY¹, ALEXANDER HUG⁵, JURIJ MENZEL⁵, SERBAN UDREA⁵, ANDREAS ULRICH⁴, DMITRY VARENTSOV⁵, and JOCHEN WIESER⁶ — ¹Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main, Germany — ²Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP), Moscow, Russia — ³Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), Darmstadt, Germany — ⁴Technische Universität München (TUM), Garching, Germany — ⁵Technische Universität Darmstadt (TUD), Germany — ⁶Coherent GmbH, München, Germany

In December 2005 the first successful operation of an UV excimer laser pumped with heavy ion beam was demonstrated at GSI, Darmstadt. The well known KrF* excimer laser line at $\lambda = 248$ nm has been chosen for the first experiment, because the wavelength is rather short, but it is still in the range of usual optical diagnostic tools and the emitted light can propagate in air without strong attenuation. Pulses of cooled, bunch compressed (110 ns FWHM) U+73 beam with a particle energy of 250 MeV/u and with intensity up to $2,5 \times 10^9$ particles were focused into 1,3 m long laser cell along the cavity. Excimer mixture of Ar-Kr-F2 has been used as a laser gas at pressures 1,2 - 2 bar. As a main

result of the experiment the laser effect of the 248 nm KrF* excimer emission has been obtained and proved. In summary we have demonstrated that the pumping power of the heavy ion beams at GSI is now good enough to pump short wavelength lasers. Further experiments are scheduled to extend the laser wavelength into the VUV range at λ less than 200nm.

P 22.4 Do 16:30 Poster A

Ionization dynamics in nanoplasmas interacting with intense laser fields — ●THOMAS BORNATH¹, PAUL HILSE², and MANFRED SCHLANGES² — ¹Institut für Physik, Universität Rostock, 18051 Rostock — ²Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, 17487 Greifswald

The interaction of intense laser fields with clusters is investigated theoretically using the nanoplasma model. Motivated by recent experiments with dual pulse excitation, special attention is directed on the ionization dynamics. The yield of highly charged ions is sensitive to the delay between the two pulses which is connected with resonance phenomena in the excitation. The inclusion of screening effects into the description of ionization processes leads in the calculation to increased yields of highly charged ions. There is also an influence on the dynamics of the laser cluster interaction, e.g., on the description of temperature, expansion velocity and changes in the optimal delay times.

This work was supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft in SFB 652 "Strong correlations and collective phenomena in radiation fields: Coulomb systems, clusters and particles".

P 22.5 Do 16:30 Poster A

Study of high density plasmas driven by 10-fs laser pulses via XUV spectroscopy — ●MIRELA CERCHEZ, JENS OSTERHOLZ, and OSWALD WILLI — Heinrich Heine University, Dusseldorf, Germany

High density plasmas produced by interaction of short laser pulses with solid targets represent a large interest for fundamental physics studies and applications. High contrast sub-10 fs laser pulses, with intensities up to 10^{16} W*cm⁻², have been focused on different low Z solid targets. Time integrated K shell emission plasma spectroscopy has been used to record the series limits for H-like and He-like resonance lines of carbon, boron nitride and lithium fluoride. The limits are explained by pressure ionization, a typical effect of high density plasmas. In addition, experimental investigations of plasma emission created by laser pulses onto lithium fluoride targets coated with aluminum have been performed. Time dependent synthetic spectra have been simulated in order to analyze the temporal evolution of the resonance emission lines starting from close to solid density and have been compared with the experimental results. The analysis indicates that close to solid density plasmas with very steep density gradients are produced.

P 22.6 Do 16:30 Poster A

Time-resolved proton probing of laser-induced front and rear side plasma expansion phenomena — ●MUNIB AMIN¹, MARCO BORGHESI², CARLO CECCHETTI², JULIEN FUCHS³, MIKHAIL KALASHNIKOV⁴, PETER VIKTOR NICKLES⁴, ARIANE PIPAHL¹, Gerd PRIEBE⁵, ENRICO RISSE⁴, WOLFGANG SANDNER^{4,6}, MATTHIAS SCHNÜRER⁴, THOMAS SOKOLLIK⁴, SARGIS TER-AVETISYAN⁴, TOMA TONCIAN¹, PUTHENPARAMPIL WILSON², and OSWALD WILLI¹ — ¹Heinrich-Heine-Universität, 40225 Düsseldorf, Germany — ²School of Mathematics and Physics, The Queen's University, Belfast BT7 1NN, UK — ³Laboratoire pour l'Utilisation des Lasers Intenses, 91128 Palaiseau, France — ⁴Max-Born-Institut, Max-Born-Str. 2a, 12489 Berlin, Germany — ⁵CCLRC Daresbury Laboratory, Warrington, Cheshire, WA4 4AD, UK — ⁶Technische Universität Berlin, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin, Germany

Plasma expansion on targets irradiated by a short pulse high power laser has been the subject of many recent investigations. However, a special phenomenon that can be observed on the surface of laser-irradiated metal foils has gained only little attention yet. It covers an area of several square millimetres and is accompanied by strong transient electric fields (up to ca. 10^8 V/m) that are able to displace high energetic protons on a picosecond time scale. In our experiments we used slightly bent foils and metal foil cylinders of a small diameter (ca. 800 microns) as targets. Laser accelerated protons were used to probe

the spatial and temporal evolution of the electric fields on the surface. The time-dependent electric field distribution was modelled by a particle tracing program. A variation of the simulation field parameters allowed for a fit to the experimental data.

P 22.7 Do 16:30 Poster A

SPIDER als Instrument zur Untersuchung der Laser-Plasma-Wechselwirkung an Gasjet-Targets im sub 10fs Regime — ●THOMAS FISCHER, RALPH JUNG, JENS OSTERHOLZ, GEORG PRETZLER und OSWALD WILLI — ILPP, HHU-D'dorf, Universitätsstr. 1, Geb. 25.33.02, 40223 D'dorf

Die Wechselwirkung von Laserpulsen im Bereich von 30-100fs ist mittlerweile verhältnismäßig gut verstanden, bei Pulsdauern unterhalb von 10fs jedoch, wo das elektrische Feld nur noch wenige Schwingungen ausführt und sehr große Intensitätsgradienten auftreten, sind neue Effekte zu beobachten. Um einen tieferen Einblick in die Prozesse der Laserplasmawechselwirkung im sub 10fs Regime zu erhalten, ist eine komplette Beschreibung des Laserpulses vor und nach der Wechselwirkung eine wichtige Voraussetzung. Im Rahmen der hier vorgestellten Arbeit wird erstmals gezeigt, dass solche Daten experimentell mittels SPIDER-Messungen gewonnen werden können. Durch Messungen im Frequenzraum erhält man eine komplette Charakterisierung (Amplitude und Phase) des Pulses vor und nach dem Plasmadurchgang. Durch Differenzmessungen ist es so möglich, den Einfluss des Plasmas direkt zu bestimmen; des weiteren können nach dem Übergang in die Zeitdomäne sowohl die durch die Wechselwirkung mit dem Plasma entstandenen Änderungen des zeitlichen Intensitäts- als auch des Frequenzverlaufs (Chirp) untersucht werden. Die hier vorgestellten Messungen wurden mit einem Ti:Sa@800nm-Laser an Gasjets (He, Ne, N₂, Ar) bei Neutralteilchendichten von 0 bis 1e20 cm⁻³ (~4bar) durchgeführt. Dabei lag die Intensität des ca. 10fs langen Pulses im Fokus bei etwa 1e16 W/cm².

P 22.8 Do 16:30 Poster A

Eine nukleardiagnostische Methode zur Bestimmung der Intensität relativistischer Laserplasmen — ●MARC GÜNTHER^{1,2} und MARKUS ROTH^{1,2} — ¹Institut für Kernphysik der TU Darmstadt — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt

Es wird eine Methode zur Bestimmung der Peak-Intensität eines 100 TW Lasersystems vorgestellt. Dieses 100 TW Kurzpulslasersystem ist ein Projekt des VIPBUL (Virtual Institute of generation of intense particle beams by ultra-intense laser fields) an der GSI in Darmstadt.

Mittels nukleardiagnostischer Verfahren soll der Bereich der Heißen Elektronen untersucht und die dafür verantwortliche fokale Intensität bestimmt werden. Der Laserpuls wechselwirkt mit einem Festkörpertarget. In dem interessierenden Bereich des sich ausbildenden relativistischen Laserplasmas können die Elektronen Energien erreichen, die nach Bremsstrahlungsprozessen hochenergetische Bremsstrahlung erzeugen, die die Schwelle für Photonuklearreaktionen übersteigt.

Eine zentrale Rolle in der hier verwendeten Nukleardiagnostik werden die (gamma,n)-Reaktionen spielen. Über diese Aktivierungsexperimente soll die Energieverteilung der Heißen Elektronen effizient rekonstruiert werden. Es wird das Monte-Carlo-Simulationssystem GEANT4 eingesetzt. Zur Ermittlung der Intensität werden PIC-Codes verwendet.

Der derzeitige Stand der Forschung und das verwendete Lasersystem werden vorgestellt.

P 22.9 Do 16:30 Poster A

Monoenergetic Proton Beams from a Laser Plasma Accelerator — ●OLIVER JÄCKEL¹, SEBASTIAN PFOTENHAUER¹, JENS POLZ¹, KAY-UWE AMTHOR¹, HEINRICH SCHWOERER¹, WOLFGANG ZIEGLER¹, KEN LEDINGHAM², TIMUR ESIRKEPOV³, and ROLAND SAUERBREY⁴ — ¹Institut für Optik und Quantenelektronik, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Germany — ²Department of Physics, University of Strathclyde, Glasgow G4 ONG, UK — ³Kansai Research Establishment, JAERI, Kizu, Kyoto, 619-0215, Japan — ⁴Forschungszentrum Dresden, POB 510119, 01314 Dresden, Germany

The rapid progress in the field of laser particle acceleration has stimulated a wide debate about the perspectives of laser driven particle sources. The acceleration of MeV-protons from thin foil targets is well understood and depends strongly on various laser and target parameters, such as foil thickness, pulse duration and pulse contrast.

Up to this point, the pursuit of any application has been restricted by the inevitably broad energy distribution of the generated protons beams. In recent experiments, special target geometries were applied

to produce monoenergetic proton and ion beams for the first time. We demonstrate how with the help of laser ablation on a microstructured foil surface it is possible to improve the acceleration process substantially and create reliably high quality proton beams with narrow energy distribution. Monoenergetic proton beams with peak energies at about 2 MeV and less than 10% energy bandwidth were achieved, containing about 10⁹ protons per laser shot. The reproducibility of the monoenergetic spectra exceeds 80%.

P 22.10 Do 16:30 Poster A

Shift of Cl K-lines in laser produced dense plasmas — ●ANDREA SENGEBUSCH¹, SIEGFRIED GLENZER², ANDREA KRITCHER³, HEIDI REINHOLZ¹, and GERD ROEPKE¹ — ¹Institute of Physics, University of Rostock, D-18051, Rostock, Germany — ²Lawrence Livermore National Laboratory, L-399, PO Box 808, Livermore, CA94551, USA — ³Nuclear Engineering Department, University of California Berkeley, Berkeley, CA94709, USA

The features of chlorine K-lines have been investigated to develop X-ray probes for Compton scattering on warm dense plasmas. The shapes of these spectral lines have been studied at different laser energies by irradiation of thin saran foils by an intense ultra-short-pulse laser beam. The observed positions of K_α and K_β lines undergo a red shift due to a laser induced plasma environment. With increasing intensities the shift changes direction and turns into a blue shift caused by a higher contribution of K-transitions occurring in further excited or ionized atoms. A theoretical approach based on the self-consistent ion-sphere model is outlined to describe this inversion. Plasma polarization effects are taken into account as well as different ionization stages of the X-ray emitter within a warm dense plasma. Calculations using an improved ion-sphere ansatz show good agreement with observations of the line shifts.

P 22.11 Do 16:30 Poster A

Zeitaufgelöste Emissionsspektroskopie an Mikroplasma-Arrays — ●JOCHEN WASKÖNIG¹, VOLKER SCHULZ-VON DER GATHEN¹, JÖRG WINTER¹, GARY. EDEN² und SUN-JIN PARK² — ¹Ruhr-Universität Bochum, Institut f. Experimentalphysik II, 44780 Bochum — ²University of Illinois, Urbana, Illinois 61801, USA

Hier stellen wir erste emissionsspektroskopische Untersuchungen an Mikroplasma-Arrays vor. Die Arrays wurde von der Gruppe von G. Eden [1] zur Verfügung gestellt und bestehen zum Beispiel aus 50 · 50 pyramiden-förmigen Mikroentladungen von jeweils 50 μm Kantenlänge, die parallel geschaltet sind. Als Trägergas werden Edelgase insbesondere Argon, Helium und Neon nahe Atmosphärendruck untersucht. Die μ-Plasma-Arrays werden mit Leistungen von ca. 10 W bei Anregungsfrequenzen im Bereich von 20 kHz betrieben. Untersucht werden insbesondere die zeitabhängigen Reaktionen der Emission auf unterschiedliche Anregungsformen (Sinus, Dreieck, Rechteck). Die Analyse der elektrischen Signale erlaubt im Vergleich mit phasenaufgelöster Emissionsspektroskopie (PROES) mit einer Zeitauflösung bis hinab zu 5 ns die Untersuchung dynamischer elektronischer Anregungsvorgänge im Inneren von Mikroplasmen.

[1] J G Eden and S-J Park, Plasma Phys. Control. Fusion 47 (2005) B83 - B92

P 22.12 Do 16:30 Poster A

Drift and confinement in a magnetic neutral loop discharge — ●DRAGOS LIVIU CRINTEA¹, DEBORAH O'CONNELL¹, TATSUO ISHIJIMA², TIMO GANS³, and UWE CZARNETZKI¹ — ¹Institute for Plasma and Atomic Physics, CPST, Ruhr-University Bochum, Germany — ²Department of Electrical Engineering and Computer Science Nagoya University — ³Centre for Plasma Physics, Queens University Belfast, Northern Ireland

Rapid developments in etching and deposition processes used in the semiconductor industry are requiring new high-density plasma sources, operating at low pressures. One such discharge is the Neutral Loop Discharge (NLD). Although this discharge has been applied successfully in industry, few studies have been conducted to understand the plasma production mechanisms, or other phenomena that occur in magnetically enhanced plasma discharges. An inductively coupled NLD plasma reactor was designed to allow diagnostic access to the main plasma production region. Investigations have been carried out by Thomson scattering, Langmuir probe and Phase Resolved Optical Emission Spectroscopy. From the combination of these measurements it can be concluded that the electrons are rotating around the discharge axis while at the same time a strong pressure gradient is build up radially that

is not compensated by an ambipolar field. The observed rotation is caused by the diamagnetic drift. This drift in the toroidal direction and the reduced transport perpendicular to the magnetic field is directly related and the measurements support consistently this interpretation. This work is supported in the framework of SFB 591, GK 1051

P 22.13 Do 16:30 Poster A

Phase and space resolved measurements of electric fields and excitation dynamics in the sheath region of a capacitively coupled radio-frequency discharge — ●JULIAN SCHULZE¹, TOBIAS KAMPSCHULTE², BRIAN HEIL¹, DIRK LUGGENHÖLSCHER¹, MARK BOWDEN³, and UWE CZARNETZKI¹ — ¹Institute for Plasma and Atomic Physics, Ruhr-University Bochum — ²Institute for Applied Physics, University Bonn — ³The Open University, Milton Keynes

The electric field in the boundary sheath of discharges is a key parameter for understanding the structure and dynamics of both electrons and ions. The spatial and temporal evolution of the sheath within one RF-cycle is the cause for the generation of high energetic, directed electrons at the sheath edge, that penetrate into the plasma. These electrons are essential for ionisation and heating phenomena. Knowledge of the field allows the determination of e.g. voltages, charge densities and currents. Electric fields can be measured directly by Fluorescence-Dip Spectroscopy (FDS). Here the technique is applied for the first time to krypton as a probe gas. Measurements at different powers and pressures with high temporal and spatial resolution on a nanosecond and sub mm scale respectively are presented. Furthermore, the effect of the evolution of the sheath within one RF-cycle in terms of the excitation, caused by high energetic electrons, is investigated by Phase Resolved Optical Emission Spectroscopy (PROES). The synergistic effect of both diagnostics yields a better understanding of heating phenomena in CCRF discharges. The experimental results are compared to numerical simulation.

P 22.14 Do 16:30 Poster A

Numerical and Experimental Investigations of the RF Plasma Boundary Sheath — ●BRIAN HEIL¹, JULIAN SCHULZE¹, THOMAS MUSSENBRÖCK², RALF PETER BRINKMANN², DIRK LUGGENHÖLSCHER¹, and UWE CZARNETZKI¹ — ¹Ruhr-Universität Bochum, Institut für Experimentalphysik V, Gebäude NB 05/692, D-44780 Bochum, Deutschland — ²Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik, Gebäude IC-FO, Etage 05, D-44780 Bochum, Deutschland

A numerical model has been developed as a tool to study the dynamics of electrons in the RF Plasma boundary sheath. A fluid module is first used to calculate the time-dependant electric field and particle densities in the sheath. The electric field from this module is then used by an electron Monte-Carlo simulation, which calculates the time-dependant Electron Velocity Distribution Function (EVDF). For the verification of the model and its results, a comparison with experimental results is made using several different diagnostics. Fluorescence Dip Spectroscopy (FDS) will be used to measure the time-dependant electric field directly, the time dependant spectral emissions in the sheath will be compared against emissions calculated using the EVDF, and the EVDF will be compared against Langmuir probe measurements. This research has been supported by: SFB 591, GK 1051.

P 22.15 Do 16:30 Poster A

Gleichstromgetriebene Atmosphärendruck-Plasmajet-Quelle: Zündverhalten und Plasmacharakterisierung — ●DAMIAN DUDEK¹, NIKITA BIBINOV², JÜRGEN ENGEMANN¹ und PETER AWAKOWICZ² — ¹Forschungszentrum für Mikrostrukturtechnik-fmt, Universität Wuppertal, Rainer-Gruenter-Strasse 21, 42119 Wuppertal — ²Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik, Universität Bochum, 44780 Bochum

Eine glimmähnliche DC-Entladung unter Atmosphärendruck erzeugt mit einer Hochspannungsquelle wird durch eine adäquate Geometrie als Plasmastrahl aus einer Düse getrieben. Um das Zündverhalten zu untersuchen werden Messungen der Zündspannung und Simulation der elektrischen Feldstärke im stark inhomogenen elektrischen Feld dargestellt. Die Absenkung der Zündspannung durch Variation der Geometrie zeigt sich anhand des Vergleiches mit dem Townsendmechanismus im homogenen elektrischen Feld. Zwei unterschiedliche nicht-invasive Messmethoden der Temperaturmessung in Abhängigkeit der eingespeisten elektrischen Leistung geben Auskunft über die Gastemperatur des Plasmastrahls. Der Temperaturbereich ($550K < T_{gas} < 1000K$) im aktiven Bereich der Entladung an der Kathode korreliert gut mit den beiden Messmethoden. Die Temperaturen auf einer Substratoberfläche außerhalb der Quelle liegen zwischen 30 und 95°C. Die Produk-

tion von unterschiedlichen Gasspezies und deren Fluss wird mittels der optischen Emissionsspektroskopie analysiert. Die Arbeiten an beiden Instituten werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Graduiertenkollegs 1051 gefördert.

P 22.16 Do 16:30 Poster A

Plasma Bullets: Dynamik eines Atmosphärendruckplasmajets — ●INGO WEGENER, ROLF SAUERBIER, ALBRECHT BROCKHAUS und JÜRGEN ENGEMANN — Forschungszentrum für Mikrostrukturtechnik *fmt*, Bergische Universität Wuppertal, Germany

In einer zylindrischen, dielektrisch behinderten Entladung, die bei Atmosphärendruck in Helium betrieben wird, formt das Plasma außerhalb des Elektrodenbereichs einen leuchtenden Jet von typisch 10 cm Länge. Messungen mit einer Hochgeschwindigkeitskamera zeigen, dass der Jet aus sogenannten *plasma bullets* besteht. Es handelt sich um Strukturen von einigen Millimetern Länge, die sich mit Geschwindigkeiten von mehreren km/s ausbreiten. Der Startzeitpunkt der *plasma bullets* lässt sich durch die Phase der anregenden Mittelfrequenz-Hochspannung präzise einstellen.

Das Phänomen wird mit Hilfe von zeitaufgelösten elektrischen und emissionspektroskopischen Methoden untersucht. Erste Messungen zeigen unter anderem, dass kleine Beimischungen zum Arbeitsgas, beispielsweise Wasser, die Dynamik des Plasmajets signifikant verändern.

P 22.17 Do 16:30 Poster A

Time-resolved diagnostics for the examination of mode transitions in inductive discharges — ●PHILIPP KEMPKES, JAN TENFELDE, MALTE KISCHKEL, VICTOR GORSHELEV, and HENNING SOLTWISCH — Institut für Experimentalphysik V, Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Germany

The long-term aim of this work is to gain additional control over the electron energy distribution function (EEDF) by fast periodic switching between the two operational modes of inductively coupled plasmas (E mode and H mode) by means of amplitude modulation of the input power. A first characterization of the discharge system under power modulation revealed several unreported effects, such as two-stepped processes and the skipping of mode jumps [1], [2]. These results show that the E to H mode transition in inductive discharges is not fully understood yet. In order to obtain a deeper insight into the underlying physics, the electron parameters (e.g. EEDF) under power modulation at higher modulation frequencies (\sim kHz) are investigated. Furthermore the applicability of periodic mode switching for EEDF manipulation is examined. To this end several diagnostic techniques are currently under development or improvement: a nested-cavity far-infrared interferometer, a Thomson scattering system and the utilization of coherent averaging for Langmuir probe measurements.

[1] P. Kempkes, S. V. Singh, C. Pargmann and H. Soltwisch 2006 *Plasma Sources Sci. Technol.* **15** 378–83

[2] S. V. Singh, P. Kempkes and H. Soltwisch 2006 *Appl. Phys. Lett.* **89** 161501-1–3

P 22.18 Do 16:30 Poster A

Investigation of molecular temperature and density trends in methane discharges by means — ●IVONNE MÖLLER¹, CHRISTIANE RÜTH¹, ANNA SERDYUCHENKO^{1,2}, and HENNING SOLTWISCH¹ — ¹Institut für Experimentalphysik V, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Germany — ²present address: University of Nevada, Reno, USA

Absorption spectroscopy using tunable diode lasers is often employed to analyse the chemical composition of reactive plasmas. The interpretation of the measured absorption profiles and the resulting molecular densities are strongly influenced by temperature effects. During the first seconds, in which the plasma is switched on or off, the electron temperature or, more general, the electron distribution function, as well as the translational and the rovibrational temperature of the molecules are not constant.

In this work we investigate the interconnection between these temperature effects and the measured CH₄, C₂H₂ and C₂H₆ densities in a pure methane plasma. During the switch-on phase a sudden decrease of the CH₄ density has been found, which can be explained by an assumed rise of the translational and rovibrational temperature of about 50 K. During the plasma-off phase the CH₄ density can exhibit a two-step increase lasting for up to 40 s. This behaviour cannot be explained so far. A systematic study of the different effects is in progress.

P 22.19 Do 16:30 Poster A

Optimized investigation technique of RF low-temperature

plasma discharges by means of Thomson scattering. — ●VICTOR GORSHELEV and HENNING SOLTWISCH — Ruhr-Universität Bochum, Deutschland

Attempts have been made to apply Thomson scattering diagnostics to low temperature plasmas, in particular to RF-coupled discharges. Due to the properties of the investigated reactive plasmas (with comparatively low electron densities of 10^{15} m^{-3} - 10^{17} m^{-3} and electron temperatures of a few eV, resulting in low scattered light intensity with a rich spectrum of molecular emission lines), the diagnostic system has a special design. High stray light intensity requires usage of a double monochromator.

To reduce the time for the acquisition of a Thomson spectrum, an eight-channel multianode photomultiplier tube is utilised as a detector to simultaneously perform time-resolved photon counting. PMT in combination with a modern PC-based multichannel scaler system serves as a convenient experimental tool. The temporal resolution allows the detection of fluorescence decay. Therefore the detection setup can also be used for measurements of low intensity fluorescence as one expects at low concentrations of the investigated species. The design criteria and technical realization, as well as preliminary results, will be presented.

P 22.20 Do 16:30 Poster A

Nichtlineares Verhalten von kapazitiv gekoppelten Zweifrequenzentladungen — ●DENNIS ZIEGLER und RALF PETER BRINKMANN — Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik, 44780 Bochum

Kapazitiv gekoppelte Zweifrequenzentladungen (2f-CCPs) nehmen eine zunehmend wichtige Rolle in der Plasmazustandstechnik ein. Ihr großer Vorteil gegenüber konventionellen Einfrequenzentladungen besteht darin, daß sowohl die Ionenenergie, als auch der Ionenfluß auf ein zu bearbeitendes Werkstück, weitgehend unabhängig voneinander beeinflusst werden können.

Das Ziel dieses Beitrages besteht darin, das nichtlineare Hochfrequenzverhalten von 2f-CCPs anhand der Analyse im Plasma fließender HF-Ströme, die mittels unterschiedlicher Modelle berechnet werden, zu untersuchen. Wählt man das Verhältnis der beiden Anregungsfrequenzen in geeigneter Weise, so zeigen sowohl berechnete, als auch gemessene HF-Ströme, interessante nichtlineare Effekte.

Unterschiedliche Ansätze zur Modellierung der Randschicht, als wichtigen Teil eines HF-Modells, sowie das Konzept der Plasmaserienresonanz, werden dazu verwendet, die auftretenden Effekte besser zu verstehen.

P 22.21 Do 16:30 Poster A

Anomaler Skineffekt in induktiv gekoppelten Hochfrequenzplasmen — THOMAS EISENBARTH¹, ●THOMAS MUSSENBRÖCK² und RALF PETER BRINKMANN² — ¹Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Kommunikationssicherheit, D-44780 Bochum — ²Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik, D-44780 Bochum

Die Art und Weise der Einkopplung elektromagnetischer Energie in ein Plasma ist entscheidend für dessen Homogenität. Beim induktiv gekoppelten Plasma spielt der anomale Skineffekt eine wichtige Rolle – der Mechanismus der Elektronenheizung und Energieabsorption steht in direktem Zusammenhang mit dem Skineffekt. In diesem Beitrag wird ein analytisches nichtlokales Modell zur Beschreibung des anomalen Skineffekts vorgestellt, welches in der Lage ist, die Unregelmäßigkeiten zu beschreiben, die sich einer klassischen elektrodynamischen Beschreibung entziehen.

P 22.22 Do 16:30 Poster A

Bestimmung der Teilchenflüsse in doppel ICP Plasmasterilisator — ●NIKITA BIBINOV, MARTIN GEVERS, HELMUT HALFMANN und PETER AWAKOWICZ — AEPT, Ruhr Universität, Universitätsstr 150, 44780 Bochum

Mit Hilfe der Emissionsspektroskopie wurden die Plasmamparameter (Elektronendichte und Elektronenverteilungsfunktion) im doppel ICP Reaktor (Plasmasterilisator) (10 Pa He/N₂ 100/1) gemessen. Die gemessenen Parameter stimmen mit Daten aus Sondenmessungen überein. Weiter wurden die Plasmamparameter bei verschiedenen Gasmischungen (Ar/N₂/O₂/H₂) mit Hilfe der Emissionsspektroskopie und einer Langmuir-Sonde gemessen, um die Flüsse von Atomen und Radikalen auf die Oberfläche von zu sterilisierenden Objekten zu errechnen.

P 22.23 Do 16:30 Poster A

Nichtlineares globales Modell einer kapazitiven Hochfre-

quenzentladung in Argon — ●PHILIPP MERTMANN¹, PETER AWAKOWICZ¹, THOMAS MUSSENBRÖCK² und RALF PETER BRINKMANN² — ¹Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik, D-44780 Bochum — ²Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik, D-44780 Bochum

Globale Plasmamodelle werden häufig eingesetzt, um die komplexe Chemie der vielen Teilchensorten in Prozessplasmen zu beschreiben und untersuchen zu können. Einen Schwachpunkt bisher vorgeschlagener globaler Modelle stellt die Plasmarandschicht und ihre Kopplung an das Bulkmodell dar. Diesem Problem nimmt sich der vorliegende Beitrag an. Das vorgeschlagene Modell einer kapazitiven Hochfrequenzentladung (hier exemplarisch in Argon) basiert auf Volumen-gemittelten Energie- und Teilchenbilanzgleichungen gekoppelt an ein selbstkonsistentes nichtlineares Modell einer lokal eindimensionalen Plasmarandschicht. Als Ergebnis numerischer Simulationen werden die Volumen-gemittelten Dichten der einzelnen Spezies und sowie die Volumen-gemittelte Elektronentemperatur als Funktion unterschiedlicher äußerer Parameter, wie Neutralgasdruck, Betriebsspannung und -frequenz diskutiert.

P 22.24 Do 16:30 Poster A

The sterilization of bacillus subtilis via chemical sputtering — JÖRN OPRETZKA¹, JAN BENEDIKT¹, PETER AWAKOWICZ¹, ●ACHIM VON KEUDELL¹, and JOACHIM WUNDERLICH² — ¹Center for Plasma Science and Technology, Ruhr-University Bochum, Germany — ²Fraunhofer Institut für Verpackungstechnologien, Freising

The sterilization of pathogenic bacteria by plasma discharges offers the unique benefits of short treatment times, minimal damage to the objects being sterilized and minimal use of hazardous chemicals. Plasmas produce reactive fluxes of ions, atoms and UV photons from any given precursor gas and are expected to be a viable method for the decontamination of biological warfare. Plasma sterilization is not yet widely used, because any validation is hampered by the limited knowledge about the interaction mechanisms at the interface between a plasma and a biological system. By using quantified beams of hydrogen atoms, argon ions and UV photons, the treatment of bacteria in a typical argon-hydrogen plasma is mimicked in a very controlled manner. It is shown that the simultaneous impact of atoms and low energy ions causes a perforation of the endosporic shell of bacteria. The same process occurs during plasma treatment and explains the efficient inactivation of bacteria. This fundamental etching mechanism is identical to the process of *chemical sputtering* which is the key plasma surface process responsible for the anisotropic etching of semiconductors in the microelectronics industry.

P 22.25 Do 16:30 Poster A

Preparation of nanostructured C:F films — ACHIM VON KEUDELL, JAN BENEDIKT, ANGEL YANGUAS-GIL, and ●TIM BALONIAK — Ruhr-Universität Bochum, D-44780 Bochum

Fluorocarbon thin films were deposited under various conditions from a capacitively coupled plasma using $\text{c-C}_4\text{F}_8$ as precursor. These films have been found to present very low surface energies of about 11 mJ/m^2 which makes them interesting candidates for plasma-enhanced deposition of superhydrophobic coatings. Smooth a-C:F films extracted from the discharge never show water contact angles larger than 110° which corresponds quite well to the wettability of commercially available bulk teflon. However, additional features on the coating surface including roughness, porosity or fractal structure allow to shift water contact angles from the hydrophobic to the superhydrophobic range. In our work plasma process parameters which lead to suitable microstructuring are under investigation. Gas phase analysis is performed by mass spectrometry, optical emission spectroscopy and Langmuir probe measurements. Thin films are characterised by spectroscopic ellipsometry, atomic force microscopy and Fourier-transform infrared spectroscopy. Coatings with water contact angles as high as 165° were obtained.

P 22.26 Do 16:30 Poster A

Hysterese von Ionisationswellen — ●ANDREAS DINKLAGE¹, BERNDT BRUHN², HOLGER TESTRICH² und CHRISTIAN WILKE³ — ¹Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoc., Greifswald — ²Institut für Physik, E.-M.-Arndt Universität Greifswald — ³Institut für Niedertemperaturplasmaphysik, Greifswald

Ionisationsinstabilitäten treten in weiten Druck und Strombereichen von Edelgas- und Molekülgasentladungen auf. Unter periodischen Randbedingungen oder feed-back werden im Experiment und in der

Simulation räumliche Moden beobachtet, die jedoch auf bestimmte Bereiche von Kontrollparametern beschränkt sind. Übergänge zwischen solchen Moden können eine Hysterese aufweisen, d.h. Hin- und Rücksprung finden für unterschiedliche Werte von Kontrollparametern statt.

Es wird ein Modell des Hysterese-Phänomens vorgestellt, das das Wechselspiel von linearer Verstärkung der Instabilität, Amplitudensättigung und Rückkopplung beinhaltet. Neben einer experimentellen Validierung ergänzen Resultate aus Modellgleichungen aus einer hydrodynamischen Beschreibung die Betrachtungen.

Diese Arbeit wurde gefördert von der DFG (TR24, Projekte B1 und B8).

P 22.27 Do 16:30 Poster A

Experimentelle Untersuchungen von Ionisationswellen in einer Neon-Glimmentladung in einem longitudinalen Magnetfeld — ●HOLGER TESTRICH¹, RUSLAN KOZAKOV² und CHRISTIAN WILKE² — ¹Institut für Physik, Universität Greifswald, Domstraße 10a, 17489 Greifswald — ²Institut für Niedertemperatur Plasmaphysik, Felix - Hausdorff - Str. 2, 17489 Greifswald

In einer Niederdruckglimmentladung wurde der Einfluss eines longitudinalen Magnetfeldes auf die Teilchendichten der angeregten Atome ($1s_i, i=2...5$) in Ionisationswellen untersucht. Die Messungen wurden bei einem Druck von $p=1.5$ Torr und Entladungsstromstärken zwischen 5 mA und 30 mA sowie Magnetfeldstärken von 0-200 mT durchgeführt. Die Messungen ergaben, dass bei konstanter Entladungsstromstärke mit steigender Magnetfeldstärke ein Übergang zwischen den verschiedenen Schichttypen stattfand. Der Übergang wurde durch die so genannte Novak-Konstante charakterisiert. Die relativen raum- und zeitaufgelösten Teilchendichteprofile der angeregten Atome wurden mittels der Laser Induzierten Fluoreszenz gemessen und schließlich mittels der Laser Absorptionsspektroskopie (LAS) auf absolute Dichten kalibriert.

P 22.28 Do 16:30 Poster A

Untersuchungen zur Stabilität einer Sauerstoff-Glimmentladung — ●HOLGER TESTRICH¹, CHRISTIAN WILKE², RENE REIMER¹ und HANS-ERICH WAGNER¹ — ¹Institut für Physik, Universität Greifswald, Domstraße 10a, 17489 Greifswald — ²Institut für Niedertemperatur Plasmaphysik, Felix - Hausdorff - Str. 2, 17489 Greifswald.

Der Übergang des homogenen Zustandes (H-Form) einer Sauerstoffglimmentladung in den instabilen Zustand (T-Form) geht mit einem abrupten Abfall des Gradienten der elektrischen Feldstärke einher. Zur Charakterisierung dieses Überganges wurden in einem zylindrischen Entladungsrohr mit dem Radius von 2,5 cm bei Neutralgasdrücken zwischen $p=0.3$ Torr und 0.7 Torr sowie Entladungsstromstärken zwischen 1 mA und 60 mA sowohl der Gradient der elektrischen Feldstärke als auch die Elektronenkonzentrationen bestimmt. Bei den Messungen des Feldstärkegradienten beobachtet man eine ausgeprägte Hysterese. Nähert man sich von hohen Strömen kommend dem Übergang homogen/instabil und stört im Hysteresebereich die Entladung mit einem Laserimpuls, so regt man einen Übergang in den instabilen Bereich an. Dieser Übergang wurde Raum-Zeit aufgelöst registriert. Die Dichte der für den Übergang bedeutenden negativen Ionen wurde durch eine kombinierte Sonden-Laser Photodetachment- Technik bestimmt.

Gefördert durch den SFB TR 24, Teilbereich B1

P 22.29 Do 16:30 Poster A

Theoretische und experimentelle Untersuchungen zum Impedanzverhalten in einer O₂ DC-Entladung — ●ANDREAS RICHTER¹, HOLGER TESTRICH¹ und CHRISTIAN WILKE² — ¹Universität Greifswald, Inst. f. Physik, 17489 Greifswald — ²Inst. f. Niedertemperaturplasmaphysik, 17489 Greifswald

Das lineare Antwortverhalten eines Plasmas auf kleine Störungen liefert zusammen mit einem geeigneten Modell Informationen über dieses Plasma (dominante Stossprozesse, Wandverluste). Erstmals wurden solche Untersuchungen experimentell und theoretisch für ein elektronen negatives Plasma durchgeführt. Der Vergleich der experimentellen Ergebnisse mit dem theoretisch erwarteten Verhalten validiert das Modell und lässt Aussagen über experimentell schwer zugängliche Daten zu.

Die experimentellen Impedanzkurven wurden in einem zylindrischen Entladungsrohr mit einem Radius von 2.5 cm bei Neutralgasdrücken zwischen $p_0=0.3$ Torr und 0.7 Torr sowie Entladungsstromstärken zwischen 15 mA und 40 mA durchgeführt. Mittels eines Differenzverstärkers wird über zwei Tastköpfe die der Gleichspannung überlagerte Wechselspannung und damit die Änderung der Feldstärke

gemessen. Gleichzeitig wird über einen Messwiderstand die Amplitude der Strommodulation bestimmt. Aus diesen beiden Werten und der Phasenverschiebung der beiden Signale ergeben sich dann der Wirk- und der Blindwiderstand.

Diese Arbeit wird gefördert im SFB-TR 24, TP B1

P 22.30 Do 16:30 Poster A

Einfluss negativer Ionen auf die räumliche Struktur und die Wandverluste im Sauerstoff Plasma — ●ANDREAS RICHTER und BERNDT BRUHN — Universität Greifswald, Inst. f. Physik, 17489 Greifswald

Für die Dynamik und das Stabilitätsverhalten eines Plasmas sind die Wandverluste von entscheidender Bedeutung. Im Experiment zeigt sich, dass die Radialstruktur stark von der Elektronegativität abhängt.

Diese Abhängigkeit ist bisher theoretisch nur in Grenzfällen untersucht. In einer Drift-Diffusionsnäherung werden für eine zylindrische O₂ Entladung die Wandverluste für Elektronen, negative Ionen und metastabile Moleküle bestimmt. Im Gegensatz zur verbreiteten Ansicht finden wir einen Einstrom negativer Ionen von der Wand in das Plasmavolumen.

Weiterhin kann die Abhängigkeit der Elektonegativität von den Entladungsparametern in guter Übereinstimmung mit dem Experiment bestimmt werden.

Diese Arbeit wird gefördert im SFB-TR 24, TP B1

P 22.31 Do 16:30 Poster A

Plasma als Element für Metamaterialien — ●ACHIM JOOSS, HELGA KUMRIC und WALTER KASPAREK — Institut für Plasmaforschung

Bisher beschriebene Metamaterialien sind künstliche Strukturen, bei denen gleichzeitig die Permittivität und die Permeabilität für einen bestimmten Frequenzbereich negativ sind. Schon in den 1960-er Jahren hat Veselago aus den Maxwellgleichungen neue Effekte vorausgesagt, z.B. die Umkehrung der Snellius-, Doppler-, Goos-Hänchen-, und Cherenkov-Effekte. Seit 2000 werden diese Strukturen auch hergestellt und in weiten Bereichen der Hochfrequenztechnik und Festkörperphysik (photonische Kristalle, Nanophysik) untersucht. Dabei wird zwischen ϵ -negative (ENG), μ -negative (MNG) und doppeltnegative (DNG) Materialien unterschieden. In diesem Beitrag wird gezeigt, dass Plasmen als Medium mit negativer Dielektrizitätskonstante unterhalb der Plasmafrequenz auch als Metamaterial (ENG) wirken. Ausgehend von Simulationen zu bereits bekannten Metamaterialstrukturen, wie z.B. resonanten Ringen in Hohlleitern, wird die Mikrowellenausbreitung in Plasmen und plasmaähnlichen Anordnungen mit den genannten Eigenschaften untersucht. Die numerischen Ergebnisse werden mit Messungen verglichen.

Schließlich werden die Rückwärtswellen in heißen magnetisierten Plasmen (z.B. Bernsteinwellen) im Kontext der Metamaterialien (DNG) erörtert.

P 22.32 Do 16:30 Poster A

Hydrodynamische Plasmamodelle und ihre Stabilitätskriterien — ●MARKUS BECKER^{1,2}, DETLEF LOFFHAGEN¹ und WERNER SCHMIDT² — ¹INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald — ²Institut für Mathematik und Informatik, Universität Greifswald, Friedrich-Ludwig-Jahn-Str. 15a, 17487 Greifswald

Zur theoretischen Beschreibung von anormalen Glimmentladungen werden häufig die Kontinuitätsgleichungen für die Elektronen und Ionen und die Poisson-Gleichung für das Potenzial gekoppelt gelöst. Dabei werden die Teilchenstromdichten der Ladungsträger unter der Annahme der Drift-Diffusionsnäherung approximiert. Für explizite Differenzenverfahren zum numerischen Lösen eines Zwei-Fluid-Poisson-Modells wurden konkrete Stabilitätsbedingungen an die Diskretisierungsparameter hergeleitet. Diese beinhalten zum einen eine Beschränkung an die Zeitschrittweite, die sich mit impliziten Verfahren umgehen lässt. Zum anderen tritt bei Diskretisierungen mit zentralen Differenzen eine Beschränkung an die Gitterweite bezüglich des Ortes auf, die auch im Fall von impliziten Verfahren erfüllt werden muss. Diese Beschränkung hängt von der lokalen Pecletzahl ab und kann durch die Randbedingungen verschärft werden. Die gefundenen Stabilitätsbedingungen werden für Argonplasmen diskutiert und durch Ergebnisse von Modellrechnungen bestätigt. Eine weiterführende Analyse der Gleichungen unter Verwendung von Transport- und Ratenkoeffizienten, die von der reduzierten elektrischen Feldstärke bzw. der mittleren Energie abhängen, wird vorgestellt.

P 22.33 Do 16:30 Poster A

Modellierung der reduzierten Elektronenkinetik in kapazi-

tiv gekoppelten Plasmen — ●MUSTAFA BAYRAK und RALF PETER BRINKMANN — Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik, Ruhr Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44801 Bochum

Die Elektronen-Energieverteilungsfunktion (EEDF) spielt eine wesentliche Rolle bei vielen Plasmasimulationen. Mit der Kenntnis der EEDF können anhand der Momente wichtige Größen wie die Dichte, Temperatur oder mittlere Geschwindigkeit der Elektronen berechnet werden. Geht man von der allgemeinen Beschreibung der kinetischen Theorie aus, so stellt diese eine DGL für die 7-Dimensionale (3-Dimensionen im Ortsraum, 3-Dimensionen im Geschwindigkeitsraum und 1-Dimension in Zeit) Verteilungsfunktion dar. Diese DGL numerisch zu lösen wäre mit den heutigen Möglichkeiten sowohl vom Speicheraufwand als auch von der Rechenleistung her nicht möglich. Dennoch sollen problemspezifische Vereinfachungen helfen, an die EEDF heranzukommen. Hierzu zählen z.B. die Verwendung eines zylindersymmetrischen Plasma-Reaktors, Vernachlässigung des Magnetfeldes, Einführung unterschiedlicher Zeit-/Längenskalen oder Anwendung einer geeigneten Transformations. Die somit erhaltene reduzierte DGL stellt in den Zylinderkoordinaten R und z , der Energiekoordinate und der sekularen Zeit t eine DGL für die nur noch 4-Dimensionale Verteilungsfunktion dar. In diesem Poster werden ein numerisches Diskretisierungsverfahren und erste Ergebnisse der reduzierten DGL dargestellt.

P 22.34 Do 16:30 Poster A

Symmetry and Bias Effects on the Self-Excited Plasma Series Resonance — ●UWE CZARNETZKI — Institut für Plasma- und Atomphysik, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum

Self-excited Plasma Series Resonances (PSR) are observed in capacitive discharges as high frequency oscillations superimposed on the normal RF current. This high-frequency contribution to the current is generated by a series resonance between the capacitive sheath and the inductive and ohmic bulk of the plasma. The ohmic behavior is caused by elastic collisions between the electrons and the neutral back ground gas and the effective inductive behavior results from the electron inertia. The non-linearity of the sheath leads to a complex dynamic. In a previous work we have described the effect in the frame of a simple one-dimensional model with a single sheath. Here, the model is extended to the case of two sheaths and describes the situation of a discharge of arbitrary area ratio between electrode and ground. The effect of this area ratio can be described by a single symmetry parameter and it is shown how increased symmetry leads to a damping of the PSR oscillation amplitudes. In a similar way also the effect of bias voltage deviations, i.e. a not ideally collapsing sheath, can be described. The derived analytical approximations agree well with numerical solutions.

P 22.35 Do 16:30 Poster A

Untersuchung verschiedener Näherungen bei Multifluid-Plasmodellen der kathodennahen Randschicht thermischer Plasmen — ●FRANK SCHARF¹, JENS OBERRATH¹, PHILIPP MERTMANN² und RALF PETER BRINKMANN¹ — ¹Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum — ²Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum

Die kathodennahe Randschicht thermischer Plasmen ist trotz ihrer großen Bedeutung für das Verhalten von HID-Lampen noch nicht vollständig verstanden. Es existieren verschiedene Modelle, wovon jedes auf seinem eigenen Satz von Annahmen und Näherungen basiert. Diese Arbeit hat zum Ziel, die Bedeutung und Auswirkungen einer jeweiligen Annahme oder Annäherung zu bestimmen. Da die vorhandenen Modelle sich in mehr als jeweils einem Punkt unterscheiden, muss dafür ein abstrakteres Modell eingeführt werden, in dem sich die Annäherungen einzeln ein- und ausblenden lassen. Dies geschieht mit Hilfe von "Schaltervariablen". Diesen Variablen gibt man jeweils den Wert 0 oder 1, so dass einzelne Terme gezielt ausgeblendet werden können. Die bisher erzielten und hier präsentierten Ergebnisse lassen vor allem Rückschlüsse auf die Bedeutung der Dreierstoßrekombination und der Ionenträgheit zu.

P 22.36 Do 16:30 Poster A

Current patterns in a plane discharge system with the high-ohmic cathode — ●SHALVA AMIRANASHVILI, SVETLANA GUREVICH, and HANS-GEORG PURWINS — Institut für Angewandte Physik, Münster, Germany

We systematically consider current-voltage characteristic of the plane-parallel discharge cell in the Townsend mode of operation. Both effect of space charge and metastables are taken into account. The results

are used to derive a reduced system of equations that governs the system and allows for explanation of the experimentally observed current patterns.

P 22.37 Do 16:30 Poster A

Bifurcation scenarios in pattern-formation of planar gas-discharge systems — ●HANS-GEORG PURWINS, SHALVA AMIRANASHVILI, HENDRIK BÖDEKER, SVETLANA GUREVICH, and LARS STOLLENWERK — Institut für Angewandte Physik, Corrensstraße 2-4, 48149 Münster, Deutschland

We investigate experimentally the luminescence radiation density and the related current density in the discharge plane of planar dc systems with high ohmic cathode and planar ac systems with dielectric barrier. We observe various kinds of qualitative changes of patterns (bifurcations) involving static and dynamic stripes, hexagons, spirals and well localized solitary spots. The observed bifurcation scenarios are very similar in ac and dc systems and in many respect they resemble to phenomena that are observed in other electrical transport systems and chemical and biological reaction-diffusion systems. The results are theoretically discussed in terms of the drift-diffusion approach and a simple reaction-diffusion equation that seems to represent a kind of normal form for the discussed class of self-organized patterns. The work has been supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft. <http://www.uni-muenster.de/Physik.AP/Purwins/Welcome-en.html>

P 22.38 Do 16:30 Poster A

Crystallization in mass-asymmetric electron-hole bilayers — PATRICK LUDWIG^{1,2}, ALEXEI FILINOV^{1,3}, YURI LOZOVIK³, HEINRICH STOLZ², and ●MICHAEL BONITZ¹ — ¹CAU zu Kiel, ITAP, Leibnizstraße 15, D-24098 Kiel — ²Universität Rostock, Institut für Physik, Universitätsplatz 3, D-18051 Rostock — ³Institute of Spectroscopy RAS, Moscow region, Troitsk, 142190, Russia

We focus on the effect of the mass ratio on crystal formation in quantum electron-hole bilayers. Varying the mass ratio M of holes and electrons between 1 and 100 for a fixed layer separation at low temperature and high density, one can tune the hole behavior from delocalized (quantum) to localized (quasi-classical) while the electrons remain delocalized all the time.

As was recently observed for bulk semiconductors [1], holes undergo a phase transition to a crystalline state if the mass ratio exceeds a critical value of $M_{cr} \approx 80$. Here, we extend this analysis to bilayers where M_{cr} can be drastically reduced by properly choosing d and the in-layer particle density. The complicated overlap of correlation and quantum effects of both, electrons and holes, is fully taken care of by performing first-principle path integral Monte Carlo simulations. We present results for two types of e-h bilayers: a mesoscopic system of $N = 36$ particles in a parabolic trap and for a macroscopic system of the same density.

[1] M. Bonitz, V.S. Filinov, V.E. Fortov, P.R. Levashov, and H. Fehske, Phys. Rev. Lett. 95, 235006 (2005)

P 22.39 Do 16:30 Poster A

Nonequilibrium Green's functions approach to artificial atoms: Nonequilibrium behavior — KARSTEN BALZER¹, ●MICHAEL BONITZ¹, NILS-ERIK DAHLEN², and ROBERT VAN LEEUWEN² — ¹ITAP, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Leibnizstr. 15, 24098 Kiel, Germany — ²Theoretical Chemistry, Materials Science Center, Rijksuniversiteit Groningen, Nijenborgh 4, 9747 AG Groningen, The Netherlands

Using a nonequilibrium Green's functions (NEGF) approach, we compute the temporal behavior of quantum confined particles, which is of relevance for quantum dots, metal clusters or ions in traps. In the framework of applications to e.g. strong laser fields these systems are known to show interesting nonequilibrium behavior as well as nonlinear effects.

The dynamical properties are obtained by numerically solving the Keldysh-Kadanoff-Baym equations (KKBE) for the two-time NEGF, where initial correlations [1,2] are included self-consistently starting from a correlated thermal equilibrium Green's function for a confined system of N charged fermions. This method is shown to conserve density, momentum and total energy. In addition, we use an appropriate basis representation of the NEGF, which successfully worked to examine small molecules [2]. The results include the intra- and interband response of the system to a strong time-dependent electric field.

[1] Introduction to Computational Methods in Many-Body Physics, M. Bonitz and D. Semkat, Rinton Press (2006). [2] N. E. Dahlen, R. van Leeuwen and A. Stan, J. Phys.: Conf. Ser. 35 (2006).

P 22.40 Do 16:30 Poster A

Quantum potential for confined charged particles in nonequilibrium — ANDREA FROMM¹, MICHAEL BONITZ¹, and JAMES DUFTY²— ¹Institut für Theoretische Physik und Astrophysik, Universität Kiel, Leibnizstr. 15, 24098 Kiel — ²Physics Department, University of Florida, Gainesville

In thermal equilibrium the idea to describe quantum systems by retaining the classical structure of the equations, but replacing the original potential by an effective potential, that takes into account quantum effects, has been successfully used for external potentials, see e.g. [1], and for pair potentials, see e.g. [2]. From the calculated quantum potential follows an quantum mechanical force, that can be applied in classical simulations like molecular dynamic, see e.g. [3]. Here we ex-

tend this concept to systems in nonequilibrium [4]. We consider an electron system in a weakly inhomogeneous confinement potential and a strong electric field. Using the equation of motion for the nonequilibrium Green's functions, an equation for the quantum potential is derived and solved by iteration. In the classical spectral function the original potential is replaced by the quantum potential and the resulting spectral function is analysed for the special case of a harmonic potential and a constant electric field. The appropriate quantum mechanical density of states is calculated.

[1] D. Bohm, Phys. Rev. 85, 166 and 180 (1986). [2] A.V. Filinov, M. Bonitz, W. Ebeling, J. Phys. A: Math. Gen. 36 (2003). [3] A.V. Filinov, V.O. Golubnychiy, M. Bonitz, W. Ebeling, J.W. Dufty, Phys. Rev. E 70 (1986). [4] M. Bonitz, J.W. Dufty, Cond. Matt. Phys. 7 (2004).