

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 μm Beryllium filters, cutting energies below ~ 1 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 ~ 500 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} and 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 Ausbreitungsgeschwindigkeit liegt im Bereich der Alfvéngeschwindigkeit. Erste Parameterstudien zeigen eine starke Abhängigkeit dieser Dispersionsseigenschaften 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 Plasmaparametern $n = 2 \cdot 10^{19} \text{ m}^{-3}$ und $T_e = 3 \text{ eV}$ können sie bei Frequenzen von 1...3 kHz und bei azimuthalen 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 Kollisionsalität, 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 azimuthalen Sondenarray zur raum-zeitlichen Aufnahme der Dichtefluktuationen des Plasmas sowie eigens für diese Aufgabe entwickelten magnetischen Sonden, mit deren Hilfe Magnetfelder von $\vec{B} \geq 1 \text{ nT}$ 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 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 — ●ATILIA 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 CF₄/H₂ RF-Plasmen mittels IR-TDLAS — ●SERGEY STEPANOV¹, ONNO GABRIEL², MILENA PFAFFEROTT¹ und 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 al-

ter 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 Elektrodennpotenzial — ●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-Oberflächen-Prozessen — ●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 Faseroptische 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 ent-

lang der Elektroden pyrometrisch bei 900 nm gemessen. Gleichzeitig werden Temperaturprofile emissionspektroskopisch (OES) bei 800 nm bestimmt, so dass seitliche Plasmaüberstrahlungen an den Elektroden spitzen 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 Wolframstiftelktroden 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-H-F 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

Plasmamodifizierung 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 Plasmamodifikation von PE-Pulver gerichtet. Dafür wird ein Wendelförderer benutzt, der das PE-Pulver kontinuierlich und beliebig oft durch die Plasmazone (z.B. Hohlkathodenglimmentladung (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 MEICHSNER — Universität Greifswald, Institut für Physik, Felix-Hausdorff-Straße 6, 17487 Greifswald

Untersuchungsgegenstand ist das elektrodennahe Plasma und die RF-Randschicht einer kapazitiv gekoppelten asymmetrischen Hochfrequenzentladung (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 Schwereteilchenstößen.

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 Schwereteilchenstöße 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 Institut 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, $n_e < 5 \cdot 10^{17}$ 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 Einflusses 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 Modells, 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-Maxwellische 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 STEFANOVIĆ¹, 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 polymerised 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 Zweiwegkopplung 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 differences 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 Empfangspotentials 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 me-

tastabile 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 cluster 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, Univer-

sität 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.