

P I: Poster: Staubige Plasmen, Dichte Plasmen

Zeit: Dienstag 8:30–10:30

Raum: Poster C3

P I.1 Di 8:30 Poster C3

Probability of Metastable States in Yukawa Clusters — ●HANNO KÄHLERT, PATRICK LUDWIG, and MICHAEL BONITZ — CAU zu Kiel, ITAP, Leibnizstraße 15, D-24098 Kiel

The ground states of spherical, trapped Yukawa clusters are well known from molecular dynamics (MD) and Monte Carlo simulations [1,2]. In this contribution we focus on metastable states which are frequently observed under typical experimental conditions of spherical dust crystals [3]. Using MD the annealing process is simulated to investigate the probabilities of finding metastable states in a system of $N=27$ and $N=31$ particles. It is shown that slow cooling favours the ground state over metastable states. Further we show that the screening length strongly affects the results compared to Coulomb interaction.

As a second approach an analytical theory based on the classical canonical partition function with an harmonic approximation [4] is performed and allows to gain insight into the mechanism being responsible for the occurrence probabilities in thermodynamic equilibrium. The results show that only a small interval of parameters is capable of explaining the experimental findings.

- [1] P. Ludwig, S. Kosse, M. Bonitz, Phys. Rev. E 71, 46403 (2005)
- [2] H. Baumgartner et al., submitted for publication
- [3] D. Block et al., Experiments on metastable states of three-dimensional trapped particle clusters, submitted to Phys. Rev. Letters
- [4] F. Balleto and R. Ferrando, Rev. Mod. Phys. 77, No. 1, (2005)

P I.2 Di 8:30 Poster C3

Dimensionality effects on the emergence of superdiffusion in Yukawa liquids — ●TORBEN OTT¹, MICHAEL BONITZ¹, ZOLTAN DONKÓ², and PETER HARTMANN² — ¹CAU zu Kiel, ITAP, Leibnizstraße 15, D-24098 Kiel — ²Research Institute for Solid State Physics and Optics, Hungarian Academy of Sciences, P. O. Box 49, H-1525 Budapest

A three-dimensional Yukawa liquid exhibits normal self-diffusion which is characterized by Fick's law and a time-independent diffusion coefficient D [1]. This quantity can be evaluated from the Einstein relation, $D = \langle r(t)^2 \rangle / 6t$. If however the mean-squared displacement $\langle r(t)^2 \rangle$ grows faster than linearly with time, the diffusion coefficient is not well defined and the systems exhibits superdiffusive behaviour. Recently, superdiffusion has been observed in two-dimensional Yukawa liquids [2]. In this contribution we enter into the question about the occurrence of superdiffusion in the transition-region from a purely three-dimensional to a quasi 2D system [3] where one dimension is confined. As indicators for superdiffusion, the long-time behaviour of the velocity autocorrelation function as well as the time-dependence of the mean-squared displacement are employed. The investigation is carried out by classical molecular dynamics simulations.

- [1] H. Ohta and S. Hamaguchi, Phys. Plasmas 7, 4506 (2000)
- [2] B. Liu and J. Goree, Phys. Rev. E 75 016405 (2007)
- [3] Z. Donkó, P. Hartmann and G. J. Kalman, Phys. Rev. E 69 065401 (2004)

P I.3 Di 8:30 Poster C3

Phase transitions in mesoscopic dust clusters — ●HENNING BAUMGARTNER¹, DANIEL ASMUS¹, VOLODYMYR GOLUBNYCHYI², and MICHAEL BONITZ¹ — ¹Institute for Theoretical Physics and Astrophysics, University Kiel, Leibnizstr. 15, 24118 Kiel — ²Max Planck Institute for Coal Research

Dust crystals, so called Yukawa balls, are due to their relatively easy observation in experiments a field of great interest and can serve as a model system for strong correlation phenomena. The dust particles under parabolic confinement arrange themselves in a nested shells structure, similar to ions in Paul- and Penningtraps, with specific shell population depending on the system parameters, the total number of particles, the temperature and the screening.

Computer simulations allows one to study the influence of these system parameters on stable configurations not easily performed in experiments. Here we use Molecular dynamics simulations to describe the effect of the screening on the ground state configurations of mesoscopic ($N \leq 60$) clusters. The stability of these ground state configurations against finite temperature effects is then analyzed by classical Monte Carlo simulations. The systematic investigation results in an overview of the ground state configurations over a wide range of screening. The

phase transitions, which are understood as a qualitative alteration of the cluster structure, are determined by the frequency of occurrence of the different ground and metastable states of the systems [1].

[1] H. Baumgartner, D. Asmus, P. Ludwig, V. Golubnychiy and M. Bonitz, to be published

P I.4 Di 8:30 Poster C3

Structural properties and phase transitions of Yukawa tubes — ●KEVIN TIERNEY¹, HENNING BAUMGARTNER², ALEXEI FILINOV², GABOR KALMAN¹, and MICHAEL BONITZ² — ¹Department of Physics, Boston College, 140 Commonwealth Ave, Chestnut Hill, MA 02467-3804 — ²Institute for Theoretical Physics and Astrophysics, University Kiel, Leibnizstr. 15, 24118 Kiel

Dusty plasmas are of great interest not only because they can give some new insights into plasma physics but also because they can serve as a model system for fluid dynamics and solid state physics. As a result of the highly charged dust particles, these systems become strongly correlated and often arrange in interesting structures [1]. Here, we investigate a one component Yukawa plasma limited in radial movement by a parabolic confinement potential but unrestricted in the lateral direction. This system is an expansion of the 2-d plasma crystal experiments [2], where the particles form a layer of nested ring structures. The presented structures, similar to those of Carbon nanotubes are unique in the chains created laterally which were found to be dependent on the density, the screening parameter in the Yukawa interaction. The effect of finite temperature on the stability of these structures is analyzed and compared with 2-d clusters.

- [1] O. Arp, D. Block, A. Piel, and A. Melzer, Phys. Rev. Lett. 93, 165004 (2004)
- [2] A. Melzer, V.A. Schweigert, I.V. Schweigert, A. Homann, S. Peters, and A. Piel, Phys. Rev. E 54(1):46 (1996)

P I.5 Di 8:30 Poster C3

Staubdynamik in der Randschicht magnetisierter Plasmen — ●JAN CARSTENSEN, FRANKO GREINER, SASCHA KNIST und ALEXANDER PIEL — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 24098 Kiel

In der Literatur finden sich verschiedene Effekte, die eine Rotationsbewegung geladener Staubteilchen in der Randschicht eines magnetisierten Plasmas antreiben, abhängig davon, ob man einzelne Staubteilchen oder 2D Coulomb Cluster betrachtet. Im Fall einzelner Teilchen wird vermutet [1], dass die Lorentzkraft für die Rotationsbewegung verantwortlich ist, während Coulomb Cluster in einem vertikalen Magnetfeld in eine starre oder verscherte Rotation versetzt werden können. Simulationen zeigen [2], dass eine ExB-Drift zu einer azimuthalen Ionenströmung führt, welche stark genug ist, einen Coulomb-Cluster in Rotation zu versetzen. Es werden Experimente in der Randschicht einer Parallelplattenentladung mit axialem Magnetfeld vorgestellt. Dabei steht besonders der Übergang vom Einteilchen- zum Mehrteilchensystem im Vordergrund. Es wird der Einfluss der äußeren Parameter wie Gasdruck, Teilchenzahl und Magnetfeldstärke auf die Rotationsbewegung untersucht.

- [1] W.E. Amatucci et al., PoP 11(2004)
- [2] Y. Wang et al., Thin Solid Films (2006)

P I.6 Di 8:30 Poster C3

Positionsbestimmung von Partikeln aus holographischen Aufnahmen (DIH) — ●STEPHAN HARMS, MATTIAS KROLL, DIETMAR BLOCK und ALEXANDER PIEL — CAU Kiel, 24098 Kiel

Um dynamische Prozesse in dreidimensionalen Staubwolken zu untersuchen ist es notwendig die 3-D Positionen aller Partikel gleichzeitig zu messen. Aktuelle Ergebnisse [1] zeigen, dass die digitale Inline-Holographie (DIH) prinzipiell eine geeignete Methode hierzu darstellt. Für die Auswertung von Hologrammen, d. h. ihre numerische Rekonstruktion und die anschließende Partikelerkennung, ist die Güte des Hologramms ausschlaggebend. In diesem Beitrag werden experimentell aufgenommene Hologramme eines einzelnen Partikels mit synthetisch konstruierten Daten verglichen, um quantitative Aussagen zur Qualität der Hologramme zu machen. Der Einfluss des Signal-Rausch-Verhältnisses sowie die Anzahl detektierbarer Interferenzringe auf die Positionsbestimmung werden bewertet. Möglichkeiten zu Verbesserung der Genauigkeit der Partikelpositionen durch Bewertung des komple-

nen Wellenfeldes werden diskutiert.

[1] M. Kroll, P 45

P I.7 Di 8:30 Poster C3

Messung der Potentialstruktur eines magnetisierten anodischen Plasmas — ●TORBEN REICHSTEIN, IRIS PILCH und ALEXANDER PIEL — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität, D-24098 Kiel

Es ist möglich, in magnetisierten anodischen Plasmen Staubwolken einzufangen. Hierbei werden die Teilchen in einem Gleichgewicht aus Gewichtskraft, Ionenwindkraft und elektrischer Feldkraft gehalten. Ab einem gewissen Parameterbereich eines magnetisierten anodischen Plasmas ($p=5\text{Pa}$, $B=50\text{mT}$) entstehen innerhalb der Staubwolken mit genügend großen Teilchenzahlen Voids, die zu einer Ausbildung von torusförmigen Strukturen vor der Anode führen. Dieses Verhalten ist vergleichbar mit der Ausprägung von Voids in Staubwolken unter Schwerelosigkeit. Von entscheidender Bedeutung für dieses Phänomen ist hierbei das Confinement der Wolke. Zu diesem Zweck wird mit Hilfe einer emissiven Sonde ein 2D-Scan der vorliegenden Potentialstruktur des Bereichs des Wolkeneinschlusses vor der Anode durchgeführt. Aus diesem Potentialverlauf sind Rückschlüsse auf die für den Einschluss verantwortlichen Kräfte möglich. Hierzu werden erste Messungen präsentiert.

P I.8 Di 8:30 Poster C3

Experimentelle Untersuchungen zu Staubdichtewellen im PKE — ●KRISTOFFER MENZEL, OLIVER ARP und ALEXANDER PIEL — IEAP, CAU Kiel, 24098 Kiel

Selbsterregte Staubdichtewellen werden in einem quasi-dreidimensionalen staubigen Plasma bei niedrigen Neutralgasdrücken und hohen Staubdichten in der Randschicht einer Hochfrequenzentladung (PKE) beobachtet. Mittels Videomikroskopie mit einer Hochgeschwindigkeitskamera wird eine Sequenz von Bildern aufgenommen. Die räumliche und zeitliche Entwicklung des beobachteten Wellenfeldes wird dann mit Hilfe von Fouriermethoden analysiert. Insbesondere gibt die Phasenlage der einzelnen Bildpunkte Auskunft über kohärente Bereiche. Mit einer Biasmodulation wird versucht, die Eigenschaften der Wellen zu beeinflussen. Weiterhin werden in diesem Beitrag Experimente vorgestellt, bei denen die eingefangene Staubwolke durch den Strahlungsdruck eines Lasers gezielt manipuliert wird. Ein möglicher Einfluss auf die selbsterregten Wellen wird diskutiert.

Gefördert durch DLR unter 50WM0739

P I.9 Di 8:30 Poster C3

Wirbelbildung in der Nähe einer vorgespannten Elektrode in einem staubigen Plasma — ●DAVID CALIEBE, OLIVER ARP und ALEXANDER PIEL — IEAP, CAU Kiel, D-24098 Kiel

Die Ausbildung von Wirbelbewegungen der Staubteilchen in einem komplexen Plasma wurde bereits mehrfach sowohl im Labor [1] als auch unter Mikrogravitationsbedingungen [2] beobachtet. Der Mechanismus, der diese Wirbel antreibt, ist noch teilweise unverstanden [3]. In diesem Beitrag werden Experimente vorgestellt, bei denen mit Hilfe einer vorgespannten Elektrode in einem 2D staubigen Plasma in der Randschicht einer Hochfrequenzentladung Wirbelströmungen angeregt werden. Insbesondere wird dabei das Augenmerk auf die zeitliche Entwicklung der Wirbeldynamik gerichtet. Die Bewegung der Partikel wird quantitativ mit Hilfe von Particle Tracking Velocimetry (PTV) untersucht. Aus dem gemessenen Geschwindigkeitsfeld wird das auf den Staub wirkende Kraftfeld abgeleitet. Gefördert durch DLR unter 50WM0739.

[1] Law et al., Phys. Rev. Lett. 80, 4189 (1998). [2] Goedheer et al., Phys. Rev. E 67, 056405 (2003). [3] Rubin-Zuzic et al., New J. Phys. 9, 0039 (2007).

P I.10 Di 8:30 Poster C3

Selbsterregte Staubdichtewellen unter Schwerelosigkeit — ●OLIVER ARP, KRISTOFFER MENZEL und ALEXANDER PIEL — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 24098 Kiel

Selbsterregte Staubdichtewellen in einem staubigen Plasma werden unter Mikrogravitationsbedingungen auf Parabelflügen in einer Hochfrequenzentladung beobachtet. Mit Hilfe von Hochgeschwindigkeits-Videomikroskopie werden die Staubdichtefluktuationen aufgenommen und mit Fourier-Methoden analysiert. Die beobachtete schräge Ausbreitungsrichtung der Wellen in Bezug auf die vorherrschende Ionenströmung wird mit einem Fluidmodell [1,2] erklärt. Weitere Schwer-

punkte der Analyse liegen auf Untersuchungen zum Existenzbereich der Wellen in Abhängigkeit der Entladungsparameter und die dreidimensionale Gestalt des Wellenfeldes. Gefördert durch DLR unter 50WM0739.

[1] Piel et al., Phys. Rev. Lett. 97, 205009 (2006)

[2] Piel et al., Phys. Rev. Lett. 99, 209903 (2007)

P I.11 Di 8:30 Poster C3

Driftwellen und staubmodifizierte Driftwellen in DUST-WHEEL* — ●FRANKO GREINER, SASCHA KNIST, JAN CARSTENSEN und ALEXANDER PIEL — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 24098 Kiel

Im Experiment DUSTWHEEL können, abhängig von der Antennen-geometrie und dem gewählten Anpassungsnetzwerk, Dichteprofile unterschiedlicher Form eingestellt werden. Während für die Untersuchung von Driftwellen und deren Vergleich mit Simulationen ein nahezu gaussförmiges Dichteprofil optimal ist, kann dies für Untersuchungen staubmodifizierter Plasmen anders aussehen. Da in staubigen Plasmen in der Regel der Ionenwind für staubfreie Bereiche, sogenannte Voids, im Entladungszentrum sorgt, können hohle Dichteprofile sinnvolle Startzustände zur Untersuchung staubgefüllter magnetisierter Plasmasäulen sein. Die Untersuchung der Dynamik von staubmodifizierten Driftwellen muss deshalb sowohl die Dichte und Potential-Fluktuationen und darin verborgenen kohärenten Strukturen, als auch die Modifikation der Gleichgewichtsprofile durch den Staub berücksichtigen. Dies stellt von experimenteller und theoretischer Seite eine Herausforderung dar.

* gefördert von der DFG im Projekt SFB-TR24 A2

P I.12 Di 8:30 Poster C3

Lasermanipulation von Partikeln in staubigen Plasmen unter Schwerelosigkeit — MATTHIAS WOLTER^{1,2}, ●ANDRE MELZER¹, OLIVER ARP² und ALEXANDER PIEL² — ¹Institut für Physik, Universität Greifswald, Felix-Hausdorff-Str.6, 17487 Greifswald — ²IEAP, Universität Kiel, Olshausenstr. 40-60, 24098 Kiel

Unter Schwerelosigkeit lassen sich ausgedehnte Wolken aus mikrometergroßen Partikeln in einer Gasentladung einfangen. Besonders auffällig ist die Bildung eines großen staubfreien Bereichs (Void) im Zentrum der Entladung unter diesen Bedingungen. Die Entstehung des Voids ist qualitativ verstanden: Das ambipolare elektrische Feld sorgt für eine einwärts gerichtete elektrische Kraft auf die negativen Staubpartikel, die durch den auswärts gerichteten Ionenwind kompensiert wird. Eine quantitative Beschreibung ist wegen des komplizierten Ionenwindes allerdings schwierig.

Hier werden nun Messungen des Kraftgleichgewichts im Void präsentiert. Dabei werden die Partikel an der Voidkante gezielt mit Hilfe eines Laserstrahls in Bewegung versetzt. Aus den Trajektorien der Partikel lassen sich die Kräfte an der Voidkante und im Void quantitativ bestimmen. Die gemessenen Kräfte werden mit den gängigen Modellen des Ionenwindes kritisch verglichen.

Diese Arbeit wird gefördert durch das DLR unter 50WM0338 und 50WM0738.

P I.13 Di 8:30 Poster C3

Dynamik von 3D Yukawa-Bällen — YURIY IVANOV und ●ANDRE MELZER — Institut für Physik, Universität Greifswald, Felix-Hausdorff-Str.6, 17487 Greifswald

In partikelhaltigen Gasentladungen lassen sich gezielt dreidimensionale kugelförmige Staubwolken einfangen [1]: Mikrometergroße Partikel bilden geordnete Strukturen auf konzentrischen Kugelschalen. Diese sogenannten Yukawa-Bälle sind ausgezeichnete Systeme zur Untersuchung der Struktur und Dynamik von kondensierter Materie.

Die Partikel werden mit einer hochauflösenden Stereoskopie-Einheit beobachtet, aus der die 3D-Positionen der Partikel mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung gemessen werden können [2]. Damit lassen sich dann Untersuchungen zur Dynamik dieser Systeme durchführen.

Aus der thermischen, Brownschen Bewegung der Partikel um ihre Gleichgewichtslage wird das Modenspektrum bestimmt. Dazu werden sowohl Techniken der Normalmodenanalyse als auch der Singularwertzerlegung angewandt. Aus den dynamischen Eigenschaften lassen sich gezielte Informationen zur Stabilität der Yukawa-Bälle und zu den Einfangbedingungen ableiten.

Diese Arbeit wird gefördert durch die DFG unter SFB TR24, Projekt A3.

[1] O. Arp et al., Phys. Rev. Lett 93 (2004) 165004.

[2] S. Käding et al., Beitrag auf dieser Konferenz

P I.14 Di 8:30 Poster C3

Untersuchungen zu Transportprozessen in staubigen Plasmen mittels Tracer-Partikel — ●SIMON HÜBNER und ANDRÉ MELZER — Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald

Zur Untersuchung der Langzeitdynamik in staubigen Plasmen sind Tracer-Partikel sehr vorteilhaft, um das Problem der Identifizierung zu umgehen. In einer Niederdruck-RF-Entladung wird ein fluoreszenzmarkiertes Teilchen in einen 2D-Staubkristall eingebracht und durch ein 2-Kamerasystem simultan mit dem Staubkristall optisch verfolgt. Die in das Plasma eingekoppelte Leistung bestimmt über Wechselwirkungen zwischen Ionen, Elektronen und Staubteilchen den Grad der Unordnung des Staubkristalls. Verschiedene Leistungsregime können nun mit Hilfe des Tracer-Partikels zur Untersuchung der Bewegung und Beweglichkeit der Staubteilchenspezies genutzt werden. Die etwa mikrometergroßen Partikel weisen hierbei interessante Bewegungen auf. Ungeordnete Geschwindigkeiten im Bereich von $\mu\text{m/s}$ bis mm/s und eine gesamte Rotation des Staubkristalls können so beobachtet werden und erlauben Rückschlüsse auf Transporteigenschaften des Staubkristalls. Diese Untersuchung wird gefördert von der DLR unter 50WM0738.

P I.15 Di 8:30 Poster C3

Struktur und Stabilität von Yukawa-Bällen — ●SEBASTIAN KÄDING und ANDRÉ MELZER — Institut für Physik, Universität Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 6, 17487 Greifswald

In eine Gasentladung eingebrachte Mikropartikel laden sich durch den Einstrom von Ionen und Elektronen stark negativ auf und bilden unter dem Einfluß externer und interner Kräfte geordnete Strukturen. Seit kurzem lassen sich auch dreidimensionale Systeme wie Yukawa-Bälle gezielt erzeugen, bei denen die Partikel auf konzentrischen Kugelschalen angeordnet sind. Yukawa-Bälle eignen sich hervorragend zur Untersuchung von Materie auf der Ebene individueller Teilchen.

Zur Diagnostik verwenden wir die stereoskopische Videomikroskopie, die eine hohe räumliche und zeitliche Auflösung bei der Bestimmung der 3D-Partikeltrajektorien gestattet.

Aus der Bewegung der Partikel auf den Schalen und Übergängen zwischen den Schalen können fundamentale Fragen zur Struktur und zu energetischen Eigenschaften des Grundzustands und der metastabilen Zustände studiert werden. Außerdem soll untersucht werden, ob die Partikelzahl eines Plasmakristalls bei sonst gleichen Bedingungen die Stabilität durch Ladungsträgerverarmung im Plasma beeinflusst. Diese Arbeit wird gefördert von der DFG unter SFB TR 24, Projekt A3.

P I.16 Di 8:30 Poster C3

Staubige Plasmen in starken Magnetfeldern: Erste Untersuchungen — ●TOBIAS MIKSCH¹, ANDRÉ MELZER¹ und ALEXANDER PIEL² — ¹Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Felix Hausdorff Str. 6, 17489 Greifswald — ²Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität, Leibnitzstr. 19, 24098 Kiel

Bisher wurden Experimente mit staubigen Plasmen meist ohne zusätzliche magnetische Felder durchgeführt.

Der Staub eines staubigen Plasmas ist typischerweise elektrisch negativ geladen, meist mit 1000 - 10000 Elementarladungen für ein Mikrometerpartikel. Wenn man nun ein staubiges Plasma in einem Magnetfeld zündet, sollte dieses Feld Auswirkungen auf Elektronen, Ionen und die Staubpartikel haben. Wenn das Feld stark genug ist, kann erwartet werden, dass man Gyrationbahnen des Staubes beobachten kann. Des weiteren könnten interessante Wellenphänomene in der Staubspezies auftreten.

Hier wird der Aufbau und erste Ergebnisse eines Experimentes vorgestellt, bei dem ein staubiges Plasma in ein Magnetfeld von bis zu 6 Tesla gebracht wird.

Dieser Beitrag wird gefördert von der DFG unter SFB-TR 24 Projekt A2 und A3.

P I.17 Di 8:30 Poster C3

Langmuir probe measurements in dusty plasmas — ●ANTONINA IVANOVA and ANDRÉ MELZER — Institut für Physik, Universität Greifswald

Since the 1990s, the physics of dusty plasmas has attracted the attention of investigators due to its various interesting phenomena. However, the direct measurement of the fundamental parameters of dust particles, like the charge are difficult. Under these circumstances, indirect methods allowing to retrieve the physical parameters of the plasma

environment are of special importance. Here, we present the results of Langmuir probe measurements in a dust crystal formation region of an rf-discharge. The dust influence on an rf-plasma is assessed by repeating of the measurements with and without dust. The obtained quantities are compared to other investigations.

P I.18 Di 8:30 Poster C3

Generation of SiCN nano particles in an inductively coupled plasma — ●ANGELO CONSOLI and ACHIM VON KEUDELL — Arbeitsgruppe Reaktive Plasmen, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum

Particles produced in plasmas are of key interest in many applications. For example, particles with diameters smaller than 10nm will exhibit quantum effects and may serve as quantum dots or embedded in an amorphous matrix may induce photoluminescence. The combination of reactive precursor gases, such as silane, acetylene and ammonia will generate silicon carbon nitride (SiCN) particles, which cannot be produced in standard chemical equilibrium processes. SiCN is an important semiconductor with interesting physical characteristics, such as hardness, oxidation, and corrosion resistance. Particles consisting of SiCN may serve as carriers for nanodisperse catalysts or can be used in optical applications as luminescent dots. The problem however, is to tailor particles characteristics such as particle diameter and particle composition in a controlled way. We will show first results of the generation of small SiCN particles in an inductively coupled plasma. The particles will be extracted from the plasma volume by means of electric fields and deposited on a silicon wafer. This enables us to examine the particles ex-situ by means of AFM. The plasma chemistry leading to particle formation will be followed time-resolved via molecular-beam mass spectrometry.

P I.19 Di 8:30 Poster C3

Study of powder formation in pulsed and continuous rf processing plasmas using TDLAS — ●HOANG TUNG DO and RAINER HIPPLER — Institut für Physik, Universität Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 6, 17489 Greifswald, Germany

The time dependence of argon metastable density was investigated in pulsed and continuous processing rf plasmas with Ar/C₂H₂ and Ar/CH₄ gas mixtures by means of tunable diode laser spectroscopy. The density of argon metastable state is sensitive for the dust formation and the change of dust density and size as well as reactive gas density and composition. The metastable density therefore can be used as the indicator for the time evolution of dust generations and the dust formation onset which is inaccessible with laser scattering method. The significant difference between pulsed and continuous plasmas is the "off phase" in pulsed mode where negative ions can escape while dust particles can not and be recharged later on in the "on phase". The role of negative ions in the growth dynamics of dust particles in processing plasmas is clarified by comparing the time dependence of metastable density in pulsed and continuous plasmas.

P I.20 Di 8:30 Poster C3

Zustandsgleichung für dichte, stark gekoppelte Plasmen — ●JAN VORBERGER¹, KATHRIN WUENSCH¹, DIRK. O. GERICKE¹ und WOLF-DIETRICH KRAEFT^{2,3} — ¹Centre for Fusion, Space and Astrophysics, Dep. of Physics, University of Warwick, Coventry, CV4 7AL, UK — ²Institut für Physik, E.-M.-Arndt-Universität Greifswald, 17487 Greifswald — ³Institut für Physik, Universität Rostock, 18051 Rostock

Es wird ein Hybrid-Ansatz für die Zustandsgleichung dichter Plasmen vorgestellt, der die quantenstatistische Green-Funktionstechnik mit der klassischen Integralgleichungsmethode (HNC) kombiniert. Damit sind quantenmechanische Austauscheffekte und starke Korrelationen (vor allem zwischen den Ionen) berücksichtigt. In den HNC-Rechnungen wird ein Quanten-Potential (Kelbg) verwendet. Die entsprechenden Korrekturen sind jedoch bis zur gleichen Ordnung wie der Montroll-Ward Term analytisch bekannt und Doppelzählungen sind damit einfach zu vermeiden.

Die Vorteile dieses Hybrid-Modells liegen vor allem darin, daß es (i) für alle Teilchendichten anwendbar ist und (ii) für geringe und hohe Dichten die richtigen Grenzresultate liefert. Im Zwischenbereich sind die Plasmen stark gekoppelt. Diese Korrelationen werden durch die HNC-Rechnungen voll berücksichtigt. Quanteneffekte sind dagegen nur auf dem Niveau des Montroll-Ward Terms voll enthalten und werden in höheren Ordnungen nur approximativ durch Quanten-Potentiale und eine effektive Temperatur modelliert. Vergleiche mit Quanten-Simulationen (DFT-MD/PIMC) zeigen auch für mittlere Dichten eine überraschend gute Übereinstimmung.