

## P 10: Dusty Plasmas II

Time: Tuesday 14:00–15:55

Location: SPA HS201

## Invited Talk

P 10.1 Tue 14:00 SPA HS201

**Multiscale simulation of dust clusters in a strongly magnetized flowing plasma** — ●PATRICK LUDWIG<sup>1</sup>, HANNO KÄHLERT<sup>1</sup>, JAN-PHILIP JOOST<sup>1</sup>, CHRISTOPHER ARRAN<sup>2</sup>, and MICHAEL BONITZ<sup>1</sup> — <sup>1</sup>ITAP, Universität Kiel — <sup>2</sup>Emmanuel College, Cambridge, UK

A key problem in the description of non-ideal, multi-component plasmas is the drastic difference in the characteristic length and time scales of the different particle species. This challenging multiscale problem inherent to studying streaming complex plasmas can efficiently be tackled by a statistical, linear-response ansatz for the light plasma constituents in combination with first-principle Langevin dynamics simulations of the heavy and strongly correlated dust component [1]. Of crucial importance in this scheme is the quality of the dynamically screened Coulomb potential [2]. Using the dielectric function for a partially ionized flowing magnetized plasma results are presented for the wakefield around a single dust grain and for multiscale simulations of a correlated ensemble of grains revealing fundamental structural changes when wake effects and an external magnetic field come into play.

This work is supported by the DFG via SFB-TR24, projects A7 and A9 and by the DAAD RISE program.

[1] P. Ludwig *et al.*, *PPCF* **54**, 045011 (2012), [2] P. Ludwig *et al.*, *New J. Phys.* **14**, 053016 (2012), [3] P. Ludwig, C. Arran, and M. Bonitz, "Introduction to Streaming Complex Plasmas B: Theoretical Description of Wake Effects", in: "Complex Plasmas: Scientific Challenges and Technological Opportunities", M. Bonitz, K. Becker, J. Lopez and H. Thomsen [Eds.], Springer (2014)

## Topical Talk

P 10.2 Tue 14:30 SPA HS201

**Wellen in Staubigen Plasmen - Kinetische Eigenschaften der Einzelteilchenbewegung** — ●MICHAEL HIMPEL<sup>1</sup>, CARSTEN KILLER<sup>1</sup>, TIM BOCKWOLDT<sup>2</sup>, ALEXANDER PIEL<sup>2</sup> und ANDRÉ MELZER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Universität Greifswald — <sup>2</sup>Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Universität Kiel

Mit drei Hochgeschwindigkeitskameras wurde die Bewegung von Einzelteilchen dreidimensional erfasst. Durch die vollständige Phasenrauminformation sind nun verschiedene Aspekte der Teilchendynamik zugänglich. In diesem Beitrag sollen im Wesentlichen zwei spezielle Aspekte der Dynamik präsentiert werden: Zum Einen wird die Rolle der oszillierenden Teilchen als Beitrag zur Welle und deren kollektive Wechselwirkung in einem einfachen Modell, gestützt durch Geschwindigkeitsverteilungen, erklärt. Außerdem wird der Energietransport von der Wellen-Ausbreitungsrichtung zu den transversalen Bewegungsebenen dargestellt.

Die Messungen der Staubdichtewellen wurden unter Schwerelosigkeit auf Parabelflügen durchgeführt, um eine möglichst symmetrische dreidimensionale Staubwolke zu erzeugen. Das Projekt wurde gefördert durch das DLR (50WM1138).

P 10.3 Tue 14:55 SPA HS201

**Rekristallisationsexperimente an finiten 3D Staubwolken** — ●ANDRÉ SCHELLA, MATTHIAS MÜLSOW und ANDRÉ MELZER — Institut für Physik, EMAU Greifswald, 17489 Greifswald

In der Natur treten Kristallisationsprozesse in vielfältiger Weise auf. Einen Zugang zur Untersuchung der Dynamik von Kristallisationsprozessen bieten Staubige Plasmen. Dies sind Gasentladungen, die zusätzliche mikrometergroße Partikel enthalten. Diese laden sich in der Plasmaumgebung stark negativ auf. Ihre Dynamik allerdings findet auf Zeitskalen statt, die eine direkte kinetische Beobachtung des Systems, z. B. mit Videokameras, auf individueller Teilchenebene ermöglichen.

In meinem Beitrag werde ich Experimente zur Dynamik der Rekristallisation eines kleinen 3D Ensembles aus Staubpartikeln präsentieren. Diese sog. Yukawa-Bälle lassen sich effektiv mit Hilfe von Lasern heizen. Hierbei werde ich die zeitliche Entwicklung des Coulomb-Kopplungsparameters von der flüssigen in die feste Phase vorstellen. So lässt sich eine Zeitkonstante aus der Anfangsphase der Rekristallisation ermitteln, die sowohl mit anderen Experimenten [1] als auch

Simulationen [2] zu Kristallisationsprozessen verglichen werden kann. Darüber hinaus werde ich die zeitliche Entwicklung der Paarkorrelationsfunktion für die Experimente zur Rekristallisation beleuchten. Diese Arbeit wird gefördert durch den SFB TR 24, Teilprojekt A3 und der International Helmholtz Graduate School for Plasma Physics (HEPP).

[1] C. Knappek *et al.*, *PRL* **98**, 015004 (2007) [2] H. Kählert und M. Bonitz, *PRL* **104**, 015001 (2010)

P 10.4 Tue 15:10 SPA HS201

**Expansion von Yukawa Balls** — ●ALEXANDER PIEL — Christian-Albrechts-Universität Kiel

Die Explosion von Coulomb-Clustern aufgrund der elektrostatischen Abstoßung der Einzelteilchen ist ein bekanntes Phänomen, bei dem Ionen hoher Energie erzeugt werden können. Solche Explosionen sind auch für Cluster von hochgeladenen Staubteilchen in staubigen Plasmen beobachtet worden. Jedoch ist hier die Wechselwirkung durch abgeschirmte Potentiale vom Debye-Yukawa Typ bestimmt. In diesem Beitrag wird die Expansion von sphärischen Clustern (Yukawa Balls) mittels MD-Simulation für stoßfreie und stoßbehaftete Situationen studiert [1]. Während im Fall reiner Coulomb Wechselwirkung die Expansion ein selbstähnlicher Prozess ist, bewirkt die Abschirmung, dass die Yukawa Expansion ganz anders - nämlich Schicht für Schicht - abläuft. Dies kann als eine mit Schallgeschwindigkeit einlaufende Verdünnungswelle verstanden werden. Der Einfluss von Stößen bewirkt, dass die Expansion in einen nichtlinearen Diffusionsprozess einmündet, der durch die porous-medium equation beschrieben wird. [1] A. Piel, J. Goree, *Phys. Rev. E* **88**, 063103 (2013)

P 10.5 Tue 15:25 SPA HS201

**Einfluss eines nicht-idealen Fallenpotentials auf die Dynamik rotierender Staub-Cluster** — ●JAN SCHABLINSKI, DIETMAR BLOCK, FRANKO GREINER und ALEXANDER PIEL — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Leibnizstraße 19, 24098 Kiel

Plasmakristalle stellen ein hervorragendes Modellsystem zur Untersuchung stark gekoppelter Systeme dar. In einem harmonischen Fallenpotential bildet sich bei Clustern mit geringer Teilchenanzahl eine ausgeprägte Schalenstruktur aus. Dabei werden Struktur und Stabilität wesentlich durch die Anzahl der Partikel bestimmt. Dieser Beitrag stellt Ergebnisse von Experimenten und unterstützenden Simulationen vor, die den Einfluss einer geringen Anisotropie des Einschlusspotentials auf die Dynamik rotierender Staub-Cluster zeigen. Insbesondere die Symmetrie unterschiedlicher Konfigurationen ist dabei für das dynamische Verhalten der Partikelsysteme entscheidend.

P 10.6 Tue 15:40 SPA HS201

**Untersuchung und Nutzung von Nanopartikeln bei Schichtabscheidungsprozessen** — ●TORBEN SCHLEBROWSKI, HENDRIK BAHRE, MARC BÖKE und JÖRG WINTER — Ruhruniversität Bochum, Lehrstuhl für Experimentalphysik II

Im Rahmen von Schichtabscheidungen mit reaktiven Plasmen, wie zum Beispiel bei der Barrierebeschichtung von Kunststofffolien, kann es zur Bildung von Nanopartikeln kommen. Diese können sowohl die Plasma-parameter beeinflussen als auch in die abgeschiedenen Schichten eingebaut werden, um deren Eigenschaften (z.B. innerer Stress) gezielt zu modifizieren. Ziel unserer Untersuchungen ist der Einbau dieser Partikel in Barrierschichten und ein Vergleich dieser mit Schichten ohne Partikel. Die Untersuchungen wurden mit einem mobilen 3D Scanning System durchgeführt, welches für ein schnelles Abscannen großvolumiger Entladungen bei hoher Sensitivität (Partikel ab  $\leq 20$ nm Größe) entwickelt wurde. Die eingesetzte Prozesskammer wurde hinsichtlich der Partikelbildung qualifiziert (Existenzbereiche) und Wachstumsraten der Partikel bestimmt. Zudem wurden erste Untersuchungen an Silizium- und PET-Substraten durchgeführt, um den in den abgeschiedenen Schichten vorhandenen, starken Stress zu reduzieren. Dieses Projekt wird im Rahmen des SFB-TR87 von der DFG gefördert.