

## P 21: Poster: Staubige Plasmen

Time: Thursday 16:30–19:00

Location: Poster.III

P 21.1 Thu 16:30 Poster.III

**Dreidimensionale Stereoskopie an Staubigen Plasmen** — ●MICHAEL HIMPEL, CARSTEN KILLER, JANA KREDL, BIRGER BUTTENSCHÖN und ANDRÉ MELZER — Institut für Physik, Universität Greifswald, 17489 Greifswald

In diesem Beitrag werden Untersuchungsergebnisse mit einer Dreikamera-Stereoskopiediagnostik gezeigt. Diese ermöglicht es, einzelne dreidimensionale Partikeltrajektorien von Staubteilchen in ausgedehnten Staubwolken zu rekonstruieren.

Die Messungen für diesen Beitrag fanden im Labor in einer symmetrischen RF-Niederdruckentladung mit Staubpartikeln aus Melamin-Formaldehyd statt. Ein Temperaturgradient zwischen den RF-Elektroden erzeugt eine thermophoretische Kraftkomponente, die eine dreidimensionale Staubwolke gegen die Gravitationskraft levitiert.

Die Diagnostik ist für den Einsatz unter Schwerelosigkeit auf Parabelflügen ausgelegt. Die Messungen an staubigen Plasmen im Labor sind hierbei ein ideales Werkzeug, um die Diagnostik und Auswertung zu testen und weiter zu optimieren. Diese Arbeit wird gefördert durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt im Rahmen des Projektes 50WM1138.

P 21.2 Thu 16:30 Poster.III

**Frequenzcluster in Staubbichtwellen - Vergleich zwischen Experiment und Modell** — ●KRISTOFFER OLE MENZEL, OLIVER ARP, TIM BOCKWOLDT und ALEXANDER PIEL — IEAP, CAU-Kiel, D-24098

Selbsterregte Staubbichtwellen gehören zu den bekanntesten dynamischen Phänomenen in staubigen Plasmen. Sie beziehen ihre Energie aus der globalen Ionenströmung in der Entladung und können unterhalb eines kritischen Gasdrucks bei genügend hohen Staubbichten beobachtet werden. Die Wellen zeichnen sich durch einen stark nichtlinearen Charakter und eine komplizierte raum-zeitliche Dynamik aus. Bisherige Experimente in HF-Entladungen unter Schwerelosigkeit [1] haben gezeigt, dass die räumliche Frequenzverteilung der dreidimensionalen Wellenfelder eine ungewöhnliche Struktur besitzt. Es bilden sich sogenannte Frequenzcluster aus, innerhalb derer die Wellenfrequenz annähernd konstant bleibt, die sich jedoch von umgebenden Domänen durch einen Frequenzsprung abgrenzen. Die Bildung solcher Cluster wurde ebenfalls in numerisch modellierten Systemen wechselseitig gekoppelter van-der-Pol-Oszillatoren gefunden [2,3]. Ein detaillierter Vergleich zwischen einem solchen Modell und den experimentellen Befunden zeigt Übereinstimmungen der wesentlichen topologischen Charakteristika [3]. Die Ergebnisse werden in diesem Beitrag zusammengefasst. Gefördert durch DLR unter 50WM1139. [1] K. O. Menzel, O. Arp, and A. Piel, PRL 104, 235002 (2010) [2] G. V. Osipov, M.M. Sushchik, PRE 58, 7198 (1998) [3] K. O. Menzel, O. Arp, and A. Piel, PRE 84, 016405 (2011)

P 21.3 Thu 16:30 Poster.III

**Aufladung und Wechselwirkung eines Partikelpaares in der Plasmarandschicht** — ●JAN CARSTENSEN<sup>1</sup>, FRANKO GREINER<sup>1</sup>, DIETMAR BLOCK<sup>1</sup>, JAN SCHABLINSKI<sup>1</sup>, WOJCIECH MIŁOCH<sup>2</sup> und ALEXANDER PIEL<sup>1</sup> — <sup>1</sup>IEAP, Christian-Albrechts-Universität, D-24098 Kiel — <sup>2</sup>Department of Physics, University of Oslo, Norway

In der Randschicht eines Plasmas können attraktive Kräfte zwischen negativ geladenen Teilchen entstehen, die zu einer Kettenbildung parallel zur Ionenströmung führen können. Ursache hierfür ist das Auftreten einer positiven Raumladung im Windschatten der Partikel. In diesem Beitrag wird die Antwort eines parallel ausgerichteten Partikelpaares auf eine externe sinusförmige Störung untersucht. Für kleine Störungen kann dieses Zweipartikelsystem durch gekoppelte harmonische Oszillatoren beschrieben werden, deren dynamische Kenngrößen (Eigenfrequenzen, Reibungskoeffizienten, Kopplungskonstanten) mit hoher Präzision gemessen werden können. Hierbei zeigt sich eine stark ausgeprägte Nichtreziprozität der Interpartikelkräfte und eine teilweise Entladung des stromabwärts befindlichen Partikels.

Diese Arbeit wurde gefördert im Rahmen des SFB-TR24, Projekt A2 und A3.

P 21.4 Thu 16:30 Poster.III

**Zur Dynamik des Phasenübergangs finiter 3D-Yukawa-Systeme** — ●ANDRÉ SCHELLA, TOBIAS MIKSCH und ANDRÉ MELZER

— Institut für Physik, Universität Greifswald, 17489 Greifswald

Yukawa-Bälle, also eine dreidimensionale Ansammlung von einigen wenigen Mikrometergroßen Staubpartikeln in einem Plasma, sind ideale Modellsysteme zur Untersuchung der Phänomene starker Kopplung. Vorgestellt werden Experimente zum Schmelzen solcher Systeme mit Hilfe von Lasern. Der große Vorteil in der Verwendung von Lasern liegt darin, dass die Partikel direkt durch den Strahlungsdruck geheizt werden. Die Analyse des Schmelzprozesses erfolgt hierbei mit Fluidmoden [1]. Es konnte bereits gezeigt werden, dass auch finite 3D-Yukawa-Systeme universell in zwei Schritten schmelzen: Erst kommt es zu einem Verlust der Winkelkorrelation, anschließend zu einem Aufweichen der Schalenstrukturen [2]. An dieser Stelle wird die Frage adressiert, inwieweit sich das in [1] vorgestellte Modell der Kontinuumbeschreibung des Yukawa-Systems auch für kleine Teilchenzahlen eignet und in welchem Maße es zu einer Veränderung der Modenstruktur während des Schmelzprozesses kommt. Diese Arbeit wird gefördert durch den SFB TR 24, Teilprojekt A3 und der International Helmholtz Graduate School for Plasma Physics (HEPP).

[1] H. Kählert und M. Bonitz, PRE 83, 056401, 2011

[2] A. Schella et al., PRE 84, 056402, 2011

P 21.5 Thu 16:30 Poster.III

**Charakterisierung eines magnetisierten Plasmas zur Erzeugung ausgedehnter Nanostaub-Wolken** — ●DAVID GRUNER, JAN CARSTENSEN, FRANKO GREINER und ALEXANDER PIEL — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität, D-24098 Kiel

Im Experiment Dustwheel werden in einem Argon-Acetylen (Ethin)-Plasma einer magnetischen Induktion von bis zu 500mT Nanostaubwolken erzeugt. Die genauen Mechanismen des Nanostaub-Einschlusses in solchen magnetisierten Plasmen ist bisher unverständlich. In diesem Beitrag werde die für den Staubeinschluss geeigneten Argonplasmen mit Hilfe elektrostatischer Sonden untersucht. Dabei kommen sowohl Langmuirsonden als auch Emissive Sonden und sogenannte "Plugged Probes" zum Einsatz. Erst mit Hilfe der axialen und radialen Potential- und Dichteprofile kann der Staubeinschluss verstanden werden. Interessant ist insbesondere die Frage, wie der Nanostaub die Potential- und Dichteprofile modifiziert und inwieweit Argon-Acetylen-Plasmen der Sondendiagnostik zugänglich sind.

Diese Arbeit wurde gefördert vom SFB-TR24 Kiel-Greifswald, Projekt A2.

P 21.6 Thu 16:30 Poster.III

**Ion-Streaming Induced Order-Disorder Transition in Multi-Component Dusty Plasmas** — ●PATRICK LUDWIG<sup>1</sup>, HANNO KÄHLERT<sup>1</sup>, MICHAEL BONITZ<sup>1</sup>, and JAMES DUFTY<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Kiel — <sup>2</sup>University of Florida

Dust Dynamics Simulations utilizing a dynamical screening approach are performed to study the effect of ion-streaming on the self-organized structures in a 3D spherically confined complex (dusty) plasma.[1,2] Varying the Mach number  $M$  – the ratio of ion drift velocity to the sound velocity, the simulations reproduce the experimentally observed cluster configurations in the two limiting cases: at  $M = 0$  strongly correlated crystalline structures consisting of nested spherical shells (Yukawa balls) and, for  $M \geq 1$ , flow-aligned dust chains, respectively. In addition, our simulations reveal a discontinuous transition between these two limits. It is found that already a moderate ion drift velocity ( $M \approx 0.1$ ) destabilizes the highly ordered Yukawa balls and initiates an abrupt melting transition. The critical value of  $M$  is found to be independent of the cluster size. A similar streaming-induced order transition is expected to exist also in unconfined multi-component dusty and quantum plasmas.[3]

[1] Introduction on Complex Plasmas, M. Bonitz, N. Horing, and P. Ludwig (eds.), Springer (2010) [2] P. Ludwig, H. Kählert, and M. Bonitz, submitted to Plas. Phys. Contr. Fus. (2011) [4] P. Ludwig, M. Bonitz, H. Kählert, and J.W. Dufty, J. Phys. Conf. Series **220**, 012003 (2010)

P 21.7 Thu 16:30 Poster.III

**Stereoskopie an magnetisierten komplexen Plasmen** — ●JOCHEN WILMS, TORBEN REICHSTEIN und ALEXANDER PIEL — IEAP, CAU Kiel

In magnetisierten anodischen Plasmen ist es möglich in einem gewissen Parameterregime torusförmige Staubwolken einzufangen, die um einen staubfreien Bereich (Void) entlang einer Kreisbahn strömen [1]. Deren Dynamik wurde am Experiment MATILDA II bisher in zwei Schnittebenen (horizontal bzw. vertikal) untersucht. Zur Analyse der mittleren Staubströmung wurde „Particle Image Velocimetry“ (PIV) verwendet. Basierend auf diesen Untersuchungen wurde ein Vielteilchenmodell entwickelt, das in MD-Simulationen eine gute Beschreibung der bisherigen Beobachtungen ermöglicht. Darüber hinaus wurden in diesen 3D-Simulationen neue dynamische Effekte entdeckt, wie beispielsweise die Ausbildung eines stationären Wirbels oder das spontane Auftreten eines Schocks [2]. Um diese kleinskaligen dynamischen Prozesse quantitativ untersuchen zu können, haben wir eine Diagnostik entwickelt, die mit zwei synchronisierten Kameras unter verschiedenen Blickwinkeln die stereoskopische Beobachtung eines kleinen Staubvolumens ermöglicht. Dies erlaubt eine vollständige räumliche Rekonstruktion der Partikelbewegungen in diesem Bereich. Dieser Beitrag präsentiert erste experimentelle Ergebnisse der stereoskopischen Untersuchung torusförmiger Staubstrukturen in magnetisierten Plasmen.

Gefördert durch SFB-TR24/A2.

[1] I. Pilch *et al.*, Phys. Plasmas 15, 103706 (2008)

[2] T. Reichstein *et al.*, Phys. Plasmas 18, 083705 (2011)

P 21.8 Thu 16:30 Poster.III

**Mie Ellipsometrie an magnetisierten nanostaubigen Plasmen** — ●FRANKO GREINER<sup>1</sup>, JAN CARSTENSEN<sup>1</sup>, IRIS PILCH<sup>2</sup>, DAVID GRUNER<sup>1</sup>, NILS KÖHLER<sup>1</sup> und ALEXANDER PIEL<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 24098 Kiel — <sup>2</sup>Plasma and Coatings Physics Division, Linköping University, SE-581 83 Linköping, Sweden

Im Experiment Dustwheel können HF-Entladungen bei hohen Magnetfeld ( $B=500\text{mT}$ ) betrieben werden. Bei bestimmten Entladungsbedingungen bilden sich in einem Argon-Acetylen Plasma ausgedehnte voidfreie Nanostaub-Wolken. Die Größe und Dichte der Nanoteilchen kann mit Hilfe der Mie-Ellipsometrie bestimmt werden. Im Gegensatz zur Ellipsometrie an Oberflächen, die viele verschiedene Wellenlängen (1000) gleichzeitig einsetzt um die Eigenschaften der Oberfläche bestimmen zu können, verwendet man bei der Mie-Ellipsometrie kleiner Teilchen nur eine oder wenige Wellenlängen, nutzt aber aus, dass die Teilchen beim Wachsen ihre Streueigenschaften ändern. So lassen sich Aussagen über die Größe und die Dichte des Nanostaubes gewinnen. Gelingt es, räumliche Auflösung zu erreichen, ist die Mie-Ellipsometrie bestens geeignet um die vergleichsweise langsame Dynamik (Sekunden-Skala) von Nanostaub-Wolken raum- und zeitaufgelöst zu untersuchen.

Diese Arbeit wurde vom SB-TR24 Greifswald-Kiel im Projekt A2 gefördert.

P 21.9 Thu 16:30 Poster.III

**Anisotrope Yukawa-Cluster in staubigen Plasmen** — ●CARSTEN KILLER, ANDRÉ SCHELLA, TOBIAS MIKSCHE und ANDRÉ MELZER — Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, 17489 Greifswald

Mikrometergroße Partikel lassen sich in staubigen Plasmen einfangen, wo sie bei geeignetem Einfangpotential einen sphärischen 3D-Yukawa-Ball aus konzentrischen Kugelschalen bilden. In einem anisotropen Einfangpotential lassen sich hingegen vertikal gestreckte (zigarrenförmige) Yukawa-Cluster einfangen. Diese weisen im Gegensatz zu den sphärischen Bällen mit zunehmender Streckung eine vertikale Ausrichtung der Staubteilchen in kettenartigen Strukturen auf, welche auf den Ionenfokus zurückgeführt wird. Die Auswirkung des Ionenfokus auf gestreckte und sphärische Cluster wurde zudem in Simulationen untersucht und mit dem Experiment verglichen.

P 21.10 Thu 16:30 Poster.III

**Wechselwirkung schneller Staubprojekte mit einem dreidimensionalen staubigen Plasma unter Schwerelosigkeit** — ●OLIVER ARP, DAVID CALIEBE und ALEXANDER PIEL — IEAP, CAU-Kiel, 24098 Kiel

Es werden neueste Ergebnisse von Experimenten und Simulationen vorgestellt, die die Wechselwirkung schneller Staubprojekte mit einem dreidimensionalen staubigen Plasma unter Schwerelosigkeit untersuchen. Die Projektile erzeugen in der Staubwolke einen tropfenförmigen staubfreien Bereich, die sogenannte Cavity, deren Dynamik stark von der Projektilgeschwindigkeit abhängt. [1,2] Es wird ein analytisches Modell vorgestellt, das die Form der Cavity in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Staubwolke und des Projektils beschreibt. Mit Hilfe von Langevin-Dynamics (LD) Simulationen wird die Wechsel-

wirkung zwischen Staubwolke und Projektil im Detail studiert. Dabei zeigt sich eine ausgesprochen komplizierte Dynamik und unerwartete Ordnungsphänomene in der Staubwolke. Diese Arbeit wurde Gefördert durch das DLR unter 50WM0739/50WM1139.

[1] O. Arp, D. Caliebe, and A. Piel, Phys. Rev. E 83, 066404 (2011).

[2] D. Caliebe, O. Arp, and A. Piel, Phys. Plasmas 18, 073702 (2011).

P 21.11 Thu 16:30 Poster.III

**Untersuchung der räumlichen Verteilung von Projektilen aus einem Staubbeschleuniger** — ●PHILIPP FREESE, DAVID CALIEBE, OLIVER ARP und ALEXANDER PIEL — IEAP, CAU Kiel

Bewegte Mikropartikel (Staubprojekte) stellen eine Möglichkeit dar, eine dreidimensionale Staubwolke in einem Plasma punktuell zu manipulieren. Solche Projektile, erzeugt mit einem mechanischen Zahnrad-Staubbeschleuniger, wurden bereits in Experimenten mit komplexen Plasmen auf Parabelflügen unter Mikrogravitation verwendet [1]. Das detaillierte Studium der Wechselwirkung der Projektile mit der Staubwolke erfordert eine Kenntnis der Geschwindigkeitsverteilung und der räumlichen Verteilung der beschleunigten Partikel. Die räumliche Verteilung der Projektile wird mittels Videomikroskopie in einer Schnittebene senkrecht zur Partikelströmung erfasst. Hierbei wird zunächst der Einfluss der Gasreibung ohne Plasma studiert, wobei Stellparameter der Gasdruck und die Drehzahl des Zahnrades sind.

Gefördert durch DLR unter 50WM1139.

[1] D. Caliebe, O. Arp, A. Piel, Phys. Plasmas 18, 073702 (2011)

P 21.12 Thu 16:30 Poster.III

**Kettenbildung von Mikropartikeln in Plasmen** — ●ALEXANDER PIEL — IEAP, CAU-Kiel, D-24098 Kiel

Die Rolle von Ionenreibungskräften bei der Bildung von Ketten aus mikrometergroßen Partikeln in Gegenwart einer Ionenströmung wird diskutiert für den Fall dass die Strömungsgeschwindigkeit der Ionen kleiner als die Ionenschallgeschwindigkeit ist. Hierzu wird ein einfaches Modell nicht-überlappender Stöße herangezogen und numerisch gelöst. Für typische Bedingungen eines staubigen Plasmaexperimentes findet man, dass eine Nettoanziehungskraft entsteht, die größer ist als die Coulombabstoßung in einem Partikelpaar. Für die Ausrichtung der Kette mit der Strömungsrichtung ist hauptsächlich die Transversalkomponente des Impulsübertrages verantwortlich, die bei dem Standardmodell der Ionenreibungskraft infolge der angenommenen Rotationssymmetrie außer Betracht bleibt. Die Ergebnisse werden mit konkurrierenden Modellen verglichen.

Gefördert durch DFG Sonderforschungsbereich TR24/A2

P 21.13 Thu 16:30 Poster.III

**The Triple Correlation function as a tool for structural analysis** — ●HAUKE THOMSEN, PATRICK LUDWIG, and MICHAEL BONITZ — ITAP, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Leibnizstr. 15, 24098 Kiel

Dust particles in a plasma allow an analysis of strong correlations effects. The particles usually accumulate high negative charge inside a plasma which results in a strong repulsive interactions. In a parabolic trap, these particles form spherical clusters with a characteristic shell structure. Finite size effects play a major role here.

When analyzing the cluster structure and its temperature behavior, it appears the radial distribution  $\rho(r)$  and radial pair distribution  $g_2(|\vec{r}_{ij}|)$  are often insufficient to describe the melting process. Therefore, we analyze the Triple Correlation Function (TCF), for which we sample all pairs of three particles and record two distances and one angle. This allows for an analysis beyond the pair distribution[1,2]. In a second variant specifically adapted to the spherical shape of trapped dust clusters, we sample particle pairs and use the trap center as a reference points. This quantity resolves both correlation within one shell and angular correlations between different shells and it is invariant under rotation of the cluster as a whole.

Using the TCF, furthermore, we study how the intra shell structure vanishes at a lower temperature than the radial structure and the dependence of intra and inter shell correlation on the screening length.

[1] P. Ludwig et al., Plasma Phys. Control. Fusion 52, 124013 (2010)

[2] A. Schella et al., Phys. Rev. E., accepted for publication (2011)

P 21.14 Thu 16:30 Poster.III

**dust grain charging in the wake of other grains** — ●DIETMAR BLOCK<sup>1</sup>, JAN SCHABLINSKI<sup>1</sup>, JAN CARSTENSEN<sup>1</sup>, FRANKO GREINER<sup>1</sup>, ALEXANDER PIEL<sup>1</sup>, and WOJCIECH MIŁOCH<sup>2</sup> — <sup>1</sup>IEAP der CAU Kiel, 24098 Kiel, Germany — <sup>2</sup>University Oslo, Oslo, Norway

The charging of dust grains in sub- and supersonic plasma flows in the wake of other grains is studied by numerical simulations and experiments. Once a particle enters a Mach cone originating from another grain it is exposed to notably different plasma conditions. Thus, a new balance of electron and ion currents establishes which results in a modified grain charge. This contribution uses the DiP3D three dimensional particle-in-cell code with both electrons and ions represented as numerical particles and the phase resolved resonance method to compare experimental observations and simulations of several aligned grains in sub- and supersonic plasmas flows.

P 21.15 Thu 16:30 Poster.III

**Stereoskopische In-line Holografie: Strukturanalyse und Modenanregung finiter Plasmakristalle** — •JAN SCHABLINSKI<sup>1</sup>, DIETMAR BLOCK<sup>1</sup>, ALEXANDER PIEL<sup>1</sup>, ANDRÉ MELZER<sup>2</sup> und LISA WÖRNER<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Leibnizstraße 19, 24098 Kiel — <sup>2</sup>Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Greifswald — <sup>3</sup>Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, Garching

Die Beobachtung staubiger Plasmen mit Hilfe der digitalen Holografie ermöglicht eine instantane Bestimmung der dreidimensionalen Partikelkoordinaten mit hoher Zeit- und Ortsauflösung. Durch die Erweiterung dieses Prinzips auf einen stereoskopischen Aufbau lassen sich Struktur und Dynamik finiter Plasmakristalle mit Partikelzahlen bis zu etwa 100 Partikel zuverlässig und präzise analysieren. Dieser Beitrag stellt das Kieler SDIH (Stereoskopische Digitale Inline-Holografie) Experiment vor und zeigt sowohl Messungen zur Strukturanalyse als auch jüngste Ergebnisse zur gezielten Modenanregung finiter, dreidimensionaler Staub-Cluster. Sowohl aus den strukturellen als auch den dynamischen Eigenschaften lassen sich Rückschlüsse auf die Interpartikel-Wechselwirkung in der Plasmarandschicht und die Ausbildung eines Ionenfokus ziehen, der maßgeblich für eine Bildung von vertikalen Partikelketten verantwortlich ist.

P 21.16 Thu 16:30 Poster.III

**Struktur superparamagnetischer Staubteilchensysteme** — •MARIAN PUTTSCHER und ANDRÉ MELZER — Institut für Physik, Universität Greifswald, 17489 Greifswald

Die Struktur von Systemen aus makroskopischen Partikeln in Plasmen ist bereits ausgiebig untersucht worden. Die maßgeblichen Energien sind hierbei die Yukawa-Wechselwirkung der Staubteilchen untereinander und das Einfangpotential. Für die Ausbildung fester Strukturen ist außerdem der Kopplungsparameter, der die elektrische Wechselwirkungsenergie und die thermische Energie der Staubteilchen ins Verhältnis setzt, wichtig. In dieser Arbeit werden superparamagnetische Teilchen verwendet und ein äußeres (homogenes) Magnetfeld angelegt um zusätzlich eine magnetische Dipol-Dipol-Wechselwirkung zwischen den Teilchen zu erzeugen und dessen Auswirkungen auf die Struktur des Staubteilchensystems zu untersuchen. Dieser Beitrag zeigt den experimentellen Aufbau und einige erste Experimente.

P 21.17 Thu 16:30 Poster.III

**Control of transport and distribution of dust particles in capacitively coupled plasmas** — •SHINYA IWASHITA<sup>1</sup>, GIICHIRO UCHIDA<sup>2</sup>, JULIAN SCHULZE<sup>1</sup>, EDMUND SCHUENGEL<sup>1</sup>, KAZUNORI KOGA<sup>2</sup>, MASAHARU SHIRATANI<sup>2</sup>, PETER HARTMANN<sup>3</sup>, ZOLTAN DONKO<sup>3</sup>, and UWE CZARNETZKI<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Ruhr-University Bochum, Germany — <sup>2</sup>Kyushu University, Japan — <sup>3</sup>Hungarian Academy of Sciences, Hungary

We have developed a novel method to control the transport of dust particles in capacitively coupled plasmas via the Electrical Asymmetry Effect (EAE). The EAE allows controlling both the spatial potential profile as well as the ion density distribution by adjusting the phase angle  $\theta$  between a fundamental frequency and its second harmonic, resulting finally in control of forces exerted on dust particles, such as electrostatic and ion drag forces. In this study  $SiO_2$  dust particles of  $1.5 \mu m$  were injected into the chamber. Adiabatic change of the phase leaves the particles at their equilibrium position close to the lower sheath edge. However, a sudden phase shift leads to a correspondingly abrupt change of the sheath expansion. This introduces the particles instantaneously to a high potential that accelerates them to high kinetic energies. Eventually, this allows transport and even trapping of particles at the opposite sheath. The mechanisms of the dust particle transport realized experimentally are revealed by a Particle-in-Cell simulation and a model.