

## P 4: Plasma Technology

Time: Monday 14:30–16:35

Location: b305

**Invited Talk**

P 4.1 Mon 14:30 b305

**Impact of electron attachment processes on nonthermal plasmas** — ●JÜRGEN MEICHNER, SEBASTIAN NEMSCHOKMICHAL, ROBERT TSCHERSCH, and THOMAS WEGNER — Institute of Physics, University of Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 6, 17489 Greifswald, Germany

The electron capture by micro- and nanoparticles in dusty plasmas as well as the formation of negative ions in the volume and on surfaces in low and atmospheric pressure discharges influence the electron kinetics and discharge dynamics. Negative ion formation in single radio frequency oxygen discharges (CCP, ICP) at low pressure was experimentally investigated and their impact on discharge mode transition (low and high electronegativity) and plasma stability is discussed. Furthermore, the formation of negative secondary ions on the powered electrode of an asymmetric CCP is evaluated concerning their contribution to "pseudo secondary electrons" due to collision detachment of negative ions within the rf sheath. In the case of planar helium barrier discharges near atmospheric pressure with small oxygen admixture the influence of negative ions is investigated by laser photodetachment experiments and corresponding simulations. The photodetachment experiments show a change in breakdown voltage and discharge current when firing the laser during the pre-phase of the discharge, but not when firing during the discharge pulse. The comparison with the simulation implies that an additional formation of negative secondary ions on the negatively charged dielectric might be responsible for the large electronegativity in the discharge pre-phase.

**Fachvortrag**

P 4.2 Mon 15:00 b305

**Entladungsdynamik einer Mikrowellenplasmaquelle und ihr Einsatz bei Atmosphärendruck zur Dekontamination von Lebensmitteln im technologischen Maßstab** — ●MATHIAS ANDRASCH, UTA SCHNABEL, KLAUS-DIETER WELTMANN und JÖRG EHLBECK — Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V.

Atmosphärendruck Mikrowellenplasmen werden seit Jahren für eine Vielzahl von verschiedensten Anwendungen eingesetzt. Dabei stellt die mikrobiologische Dekontamination sowohl von technischen als auch biologischen Oberflächen einen neuen Schwerpunkt dar. Um die eingesetzte Plasmaquelle und deren Applikation weiterzuentwickeln, ist jedoch ein grundlegendes Verständnis der dynamischen Mikrowellenplasmawechselwirkung notwendig. Zu diesem Zweck wurden experimentelle Studien mithilfe der Mikrowelleninterferometrie und einer phasen aufgelösten Charakterisierung des Reflexionsfaktors der Plasmaquelle durchgeführt. Diese Ergebnisse werden im ersten Teil des Vortrags in Kombination mit den Resultaten eines selbstkonsistenten, zeitaufgelösten Fluidmodells präsentiert, die einen fundamentalen Einblick in die Entladungsdynamik ermöglichen. Im zweiten Teil des Vortrags werden anschließend Details zu einem Technikumsversuch an einer industriellen Salatwaschstrecke vorgestellt. Mit Hilfe von Atmosphärendruckmikrowellenentladungen wurden im Rahmen dieses Großversuches  $1,5 \text{ m}^3$  plasmaprozessiertes Wasser hergestellt zur mikrobiologischen Dekontamination von  $45 \text{ kg}$  Endivien Salat. Hierbei wurden Reduktionsfaktoren von bis zu zwei Größenordnungen der nativen Belastung erzielt.

**Fachvortrag**

P 4.3 Mon 15:25 b305

**Optical investigations of diffuse and constricted high-current vacuum arcs** — ●KRISTOFFER OLE MENZEL<sup>1</sup>, THIERRY DELACHAUX<sup>1</sup>, RALF-PATRICK SÜTTERLIN<sup>1</sup>, MARKUS ABPLANALP<sup>1</sup>, RALF METHLING<sup>2</sup>, STEFFEN FRANKE<sup>2</sup>, and SERGEY GORTSCHAKOW<sup>2</sup> — <sup>1</sup>ABB Switzerland Ltd, Corporate Research Center, 5405 Baden-Dättwil, Switzerland — <sup>2</sup>INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald, Germany

Vacuum interrupters (VIs) are commonly used for high-current interruption at medium AC-voltages of 1kV-36kV. In this technology the arc is ignited between the separating contacts during current interruption and is sustained by ionized metal vapor originating from the electrode surfaces. For this reason the surface temperature distribution on the contacts is one of the critical measures for the performance of a breaker. The contribution presents experimental investigations of the surface temperature for the two typically occurring arc modes in VIs, namely the diffuse arc and the constricted arc. For this purpose different optical techniques, such as IR spectroscopy and pyrometry, have been employed. The investigations aim at answering fundamental

questions as, e.g., the effect of externally applied magnetic fields on the electrode erosion. Therefore, simplified test geometries with electrodes made of either pure Cu or a CuCr compound were used. In order to describe the influence of the bulk plasma on the surface temperature, the core of the arc has been monitored by means of optical emission spectroscopy.

P 4.4 Mon 15:50 b305

**Dekomposition von VOCs mit dielektrisch behinderten Oberflächenentladungen** — ●MICHAEL SCHMIDT, ERIC TIMMERMANN, RONNY BRANDENBURG und MANFRED KETTLITZ — Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V., Felix-Hausdorff-Straße 2, 17489 Greifswald

Der Einsatz nicht-thermischer Plasmen für die Dekomposition von flüchtigen organischen Stoffen (VOCs) ist für Modellgase im Laborversuch gut dokumentiert. Untersuchungen unter Bedingungen mit hohen relativen Gasfeuchten von über 50 % fehlen jedoch. Dieser Beitrag stellt die Anwendung einer dielektrisch behinderten Oberflächenentladung in Kombination mit einem nachgeschalteten Aktivkohlefilter für die Dekomposition von Methyläthylketon und Butylacetat (typische Schadstoffe) vor. Die Ergebnisse systematischer Messungen unter Variation des Energieeintrages in das Plasma, der Kohlenwasserstoffkonzentration und des Wassergehaltes werden präsentiert. Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die durch das Plasma induzierten chemischen Prozesse und die Funktion des Aktivkohlefilters wird diskutiert. Mittels FTIR-Spektroskopie und Gaschromatografie werden die Reaktionsprodukte qualitativ und quantitativ analysiert. Auf Basis der Kohlenstoffbilanz und der Mineralisation wird der Oxidationsprozess der Geruchsstoffe bewertet.

P 4.5 Mon 16:05 b305

**Vergleich eines numerischen und analytischen Modells zur Simulation der Modenausbreitung in einem Mikrowellenplasma** — ●DANIEL SZEREMLEY<sup>1</sup>, THOMAS MUSSENBRÖCK<sup>1</sup>, RALF PETER BRINKMANN<sup>1</sup>, MARC ZIMMERMANN<sup>2</sup>, ILONA ROLFES<sup>2</sup> und DENIS EREMIN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik, Germany — <sup>2</sup>Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Hochfrequenzsysteme, Germany

Auf Grund ihrer besonderen Eigenschaften sind Mikrowellenentladungen ein wichtiges Werkzeug für die Beschichtungstechnik. Insbesondere die Möglichkeit, durch eine zusätzliche Bias-Spannung Ionen Energieverteilungsfunktionen vor Substraten über einen großen Bereich nahezu frei einstellen zu können, macht diese Entladungen zu leistungsstarken Werkzeugen zur Abscheidung nanostrukturierter Funktionsschichten. Eine weitreichende Analyse der Moden und Ausbreitungseigenschaften elektromagnetischer Wellen in einem Plasma entlang einer Antenne ist von besonderem Interesse. Diese Informationen sind notwendig, um einen Plasmareaktor den Ansprüchen der jeweiligen Anwendung optimal anpassen zu können. In diesem Beitrag werden numerische Simulationsergebnisse einer Mikrowellenentladung entlang der Plasmaline mit einem analytischen Modell verglichen. Im Mittelpunkt steht dabei die Charakterisierung der Moden, die sich entlang der Antenne ausbreiten können.

P 4.6 Mon 16:20 b305

**Modellierung der CO<sub>2</sub>-Dissoziation in dielektrisch behinderten Entladungen** — ●MARKUS M. BECKER<sup>1</sup>, SRINATH PONDURI<sup>2</sup>, RICHARD ENGELN<sup>2</sup> und DETLEF LOFFHAGEN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald — <sup>2</sup>Technische Universität Eindhoven, P.O. Box 513, 5600 MB Eindhoven

Die Aufspaltung von Kohlendioxid in Niedertemperaturentladungen spielt unter anderem bei der Entwicklung erneuerbarer Kraftstoffe eine wichtige Rolle. Trotz intensiver Forschung auf dem Gebiet ist noch nicht vollständig geklärt, welche Dissoziationsprozesse in Entladungplasmen vorwiegend stattfinden und wie diese effizient genutzt werden können. Zur theoretischen Beschreibung einer dielektrisch behinderten Entladung in CO<sub>2</sub>, für die der Einfluss unterschiedlicher Entladungsparameter auf die CO-Ausbeute experimentell untersucht wurde [1], wird ein zeitabhängiges, räumlich eindimensionales Fluid-Modell vorgestellt. Neben einer Untersuchung der generellen Entladungseigenschaften wird analysiert, welchen Beitrag Elektronenstoßdissoziation, dissoziatives Attachment, dissoziative Rekombination und Vibrations-

anregung zur Aufspaltung von CO<sub>2</sub> leisten. Es wird gezeigt, dass die Elektronenstoßdissoziation in der betrachteten Entladungskonfiguration dominiert. Eine gute Übereinstimmung mit der gemessenen CO-Dichte und Energieeffizienz wird durch Berücksichtigung der Dissozia-

tion über die elektronische Anregung bei 7.0 eV erreicht.

Die Arbeiten wurden durch die DFG im Rahmen des SFB-TRR 24 sowie unter dem Geschäftszeichen LO 623/3-1 unterstützt.

[1] F. Brehmer *et al.*, *J. Appl. Phys.* **116** (2014) 123303