

P 23: Plasma Technology II

Zeit: Mittwoch 16:30–18:25

Raum: HZO 30

Hauptvortrag P 23.1 Mi 16:30 HZO 30
Physical Modeling and Numerical Simulation of Vacuum Switch Arcs — ●NORBERT WENZEL — Siemens AG, Corporate Technology, Günther-Scharowsky-Str. 1, 91058 Erlangen, Germany

Vacuum arcs are successfully used in vacuum interrupters for medium-voltage (1kV - 36kV) and high-voltage (above 52kV) applications. Switch arcs in vacuum are metal vapor plasmas drawn between separating contact electrodes and sustained by contact material during current interruption. The contact systems are generally designed to superimpose a magnetic field to the arc plasma in order to stabilize the arc in a diffuse mode or to force the arc to move in a constricted mode across the contact surfaces. The extension of such arc control techniques to high currents and voltages constitutes a technological challenge requiring advanced concepts of electrode designs. Physical modeling and numerical simulation of vacuum arc plasmas are suitable approaches to develop such concepts, particularly if plasma modeling is closely coordinated with appropriate modeling of cathode and anode phenomena. This presentation is dedicated to theoretical description of physical processes in diffuse and in constricted vacuum arcs that burn in axial and in radial magnetic fields, respectively. Particular emphasis is placed on fundamentals and application status of a magneto-hydrodynamic plasma model. Results of simulations are reported using commercial simulation software. The computations are compared with experiments under realistic switching conditions. The investigations are performed in context of general trends of switching applications. Possible directions of future research are discussed.

Fachvortrag P 23.2 Mi 17:00 HZO 30
Laser-Schlieren-Deflektometrie zur Temperaturmessung filamentierter Entladungen unter Atmosphärendruck — ●JAN SCHÄFER¹, ZDENĚK BONAVENTURA², DETLEF LOFFHAGEN¹, MARKUS BECKER¹, RÜDIGER FOEST¹ und FLORIAN SIGENEGGER¹ — ¹INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald, Deutschland — ²UFE Masaryk-Universität, Kotlářská 2, 61137 Brno, Tschechien

Laser-Schlieren Deflektometrie (LSD) ist eine neue Methode, die als Hochgeschwindigkeitstemperaturdiagnostik eines miniaturisierten zylindrisch symmetrischen Gas-Kanals entwickelt wurde [1]. Die Methode kann ihren Vorteil insbesondere dann ausspielen, wenn messtechnisch hohe Anforderungen an die Zeit- und Ortsauflösung bei der experimentellen Bestimmung der Neutralgastemperatur gestellt werden, wie das beispielsweise bei der Diagnostik von filamentierten Mikroentladungen der Fall ist. Die gängigen Methoden erfordern oft eine zeitaufwändige Datenerfassung (nichtinvasive Methoden) oder beruhen auf einer örtlichen Mittelung der Temperatur (Kontaktmethoden). In dem Beitrag werden grundlegende Untersuchungen zur LSD präsentiert und in Bezug zu Alternativmethoden gestellt. Die Methode LSD wurde exemplarisch zur Vermessung des nichtthermischen Atmosphärendruckplasmajets in Argon eingesetzt. Die zeitlich und räumlich aufgelöste Information über die Neutralgastemperatur findet Eingang in die Modellierung des Entladungsplasmas.

Die Arbeiten werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft unter dem Geschäftszeichen LO 623/3-1 unterstützt.

[1] J. Schäfer et al., Rev. Sci. Instrum. 83 (2012) 103506

P 23.3 Mi 17:25 HZO 30
Electrical and optical investigations of constricted high-current vacuum arcs — ●KRISTOFFER OLE MENZEL¹, NILS LUKAT^{1,2}, and MARKUS ABPLANALP¹ — ¹ABB Switzerland Ltd, Corporate Research Center, 5405 Baden-Dättwil, Switzerland — ²IEAP, CAU Kiel, D-24098 Kiel

Vacuum interrupters (VI) represent the state-of-the-art technology for high-current interruption at medium AC-voltages of 1kV-36kV. While breaking the current a vacuum arc is ignited between the contacts of the VI. The arc is sustained by copper vapor from the hot electrodes. For high currents above 10kA the arc is found to burn in a constricted mode at very high current densities of the order of 10^8 A/m^2 . In order to reduce the thermal load of the VI in this regime a transverse magnetic field (TMF) can be generated between the contacts that move the arc over the electrode surfaces. As this approach is very common for real devices the underlying physical process have to be known in great detail. To systematically investigate such arcs a simple electrode setup was designed that allows for an easy access of all employed diagnos-

tics. We used spatially resolved optical emission spectroscopy in order to obtain the spatiotemporal temperature distribution. Moreover, an electrostatic Langmuir probe allowed to deduce plasma properties in the vicinity of the arc, where the emitted light intensity is comparably low. In this contribution, measurements of the main characteristics of constricted arcs are presented. We will discuss the main results of our investigations, as e.g., the establishment of a constant temperature profile for almost all examined maximum currents.

P 23.4 Mi 17:40 HZO 30
Pulsed laser speckle imaging of switching arcs — ●JAN CARSTENSEN, PATRICK STOLLER, EMMANOUIL PANOUSIS, and VALERIA TEPPATI — ABB Corporate Research, Baden-Daettwil, 5405, Switzerland

High voltage circuit breakers (hvcb) are vital for the protection of electricity transmission networks. When a hvcb interrupts alternating current, the arc established between its contacts is axially blown by a transonic gas flow until it is extinguished at a current-zero crossing. Improvement of circuit breaker design to achieve higher short circuit current ratings or more compact equipment relies on an understanding of the processes involved in cooling and interruption of the arc. At present, current, voltage, and pressure measurements together with CFD simulations give only limited insight into how the arc is cooled. We have developed a Speckle imaging technique that permits determination of the arc and boundary layer width and the temperature in the high current and the current zero phase. In this contribution we focus on the dependence of the arc width on blowing conditions and on the comparison to theoretical predictions.

P 23.5 Mi 17:55 HZO 30
Optische Charakterisierung der Effluent-Substrat-Wechselwirkung eines Referenz-Mikroplasmajets — ●JUDITH GOLDA, DANIEL SCHRÖDER und VOLKER SCHULZ-VON DER GATHEN — Experimentalphysik II, Ruhr-Universität Bochum, 44801 Bochum

RF-betriebene Atmosphärendruck-Plasmen erlauben durch ihre niedrige Gastemperatur die Behandlung von hitzesensitiven Materialien wie Haut und Zellkulturen. Daher sind sie besonders für zahlreiche Anwendungen in der Biomedizin interessant. Bekannte Vertreter sind jet-ähnliche Plasmaquellen, die in einer Vielzahl von Geometrien existieren und in unterschiedlichen Entladungsmodi betrieben werden. Diese Vielfalt erschwert jedoch direkte Vergleiche zwischen den einzelnen Quellen. Als Lösung dieses Problems wird eine Abwandlung des bereits etablierten μAPPJ (micro-scaled atmospheric pressure plasma jet) als standardisierte Referenz-Quelle vorgeschlagen: Der neue Entwurf besitzt ein einfaches und robustes Design, wodurch optische Diagnostiken und simple Modell-Ansätze für Simulationen ermöglicht werden.

Eine besondere Herausforderung in biomedizinischen Anwendungen ist die Komplexität und die Rückkopplungen innerhalb des Systems. Um die biologischen Prozesse kontrollieren zu können, ist daher eine exakte Charakterisierung der Wechselwirkung zwischen Effluent und behandeltem Substrat notwendig. Durch optische Verfahren wurde diese untersucht, um Gasdynamik, Temperatur und reaktive Spezies zu analysieren. Dazu wurden Schlierenbilder, Infrarot- und TALIF-Messungen verwendet.

Gefördert durch die DFG (PAK 816, PlaCID).

P 23.6 Mi 18:10 HZO 30
Charakterisierung des Modenübergangs an Wolframelektroden in Automobilscheinwerferlampen durch optische Emissionsspektroskopie und Pyrometrie — ●ALEXANDER ALEXEJEV¹, PETER FLESC², THOMAS HÖBING¹, JÜRGEN MENTEL¹ und PETER AWAKOWICZ¹ — ¹Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44801 Bochum — ²OSRAM AG, Nonnendammallee 44, 13629 Berlin

HID-Lampen finden in Frontscheinwerfern von Automobilen eine breite Anwendung. Eine hohe Lebensdauer der Lampen wird momentan durch eine Dotierung der Lampenelektroden aus Wolfram mit Thorium erreicht. Sie reduziert die Austrittsarbeit der Elektroden von 4.5 eV auf 3.0 eV und senkt dadurch die mittlere Elektrodentemperatur um bis zu 1000 K ab. Dies führt zu einer geringeren Belastung der Elektroden, was sich positiv auf der Lebensdauer der Lampe auswirkt. Nach der Zündung steigt die Elektrodentemperatur in der Lampe sehr stark an. Während des Hochlaufs der Lampe findet ein Moden-

wechsel des Bogenansatzes auf den Elektroden statt, wobei der Ansatz kontrahiert und die Elektrodentemperatur um bis zu 300 K abnimmt. Um eine möglichst schnelle Abkühlung der Elektroden im Betrieb zu erreichen, ist es wichtig, den Modenwechsel zu verstehen. Dadurch ließe sich der Modenübergang beschleunigen und würde bei der Suche

nach einem geeigneten Ersatz für Thorium in den Lampen helfen.

Es werden pyrometrische Messungen vorgestellt, die den Modenwechsel und seinen Effekt auf die Elektrode zeigen, sowie spektroskopische Messungen, die seine Ursache demonstrieren.