

Bestimmung der Elektronendichte in einer dielektrischen Barriereentladung

Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik
Friederike Kogelheide - kogelheide@aept.rub.de
September 2015

1. Einleitung

Nicht-thermische Atmosphärenplasmen haben in der Medizin den Vorteil, kontaktlose und schmerzfreie Behandlungen zu ermöglichen. Um eine gesundheitsschädigende Wirkung für den Patienten ausschließen zu können, ist es notwendig, die einzusetzenden Parameter und Wirkungsweisen der Entladung zu kennen, sodass die eingesetzte Plasmen für den Menschen risikolos konfiguriert werden können. Aus diesem Grund ist es wichtig, die elektrischen sowie physikalischen Eigenschaften der verwendeten Plasmaquelle zu untersuchen. Die verwendete dielektrische Barriereentladung eignet sich aufgrund der Ein-Elektroden-Konfiguration besonders für biologisch-medizinische Anwendungen, da sie in Luft gezündet werden kann und sich somit jedes beliebige Objekt als geerdete Elektrode eignet. Die Elektronendichte wird mit optischer Emissionsspektroskopie orts aufgelöst ermittelt.

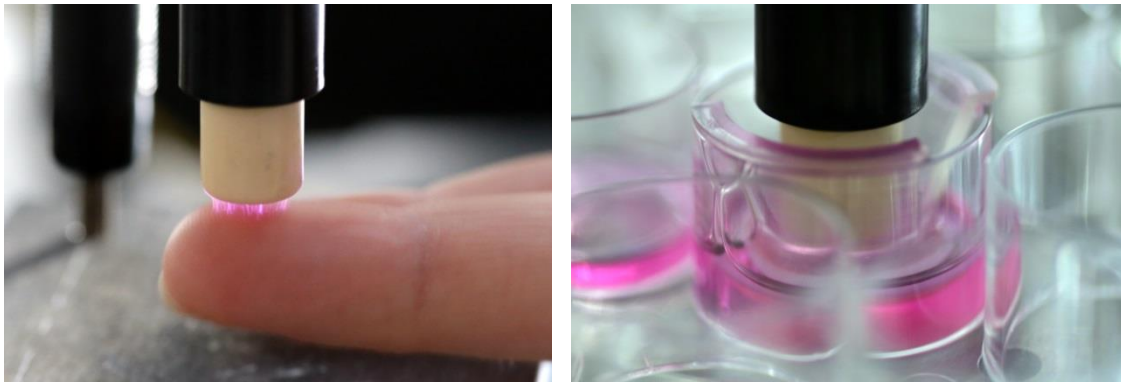


Abbildung 1: Foto der verwendeten Elektrode mit gezündetem Plasma auf Haut und biologischem Medium

2. Methode

Die dielektrische Barriereentladung (DBD), die eingesetzt wurde, besteht aus einer getriebenen Kupferelektrode, die mit einer Aluminiumoxidschicht (Al_2O_3) ummantelt ist. Diese Schicht dient als Dielektrikum, sodass die Elektrode galvanisch von dem Prozessgas getrennt ist. Die geerdete Elektrode kann beliebig variiert werden. Eine Distanz von 1 mm zwischen getriebener und geerdeter Elektrode wurde für diese Experimente festgelegt.

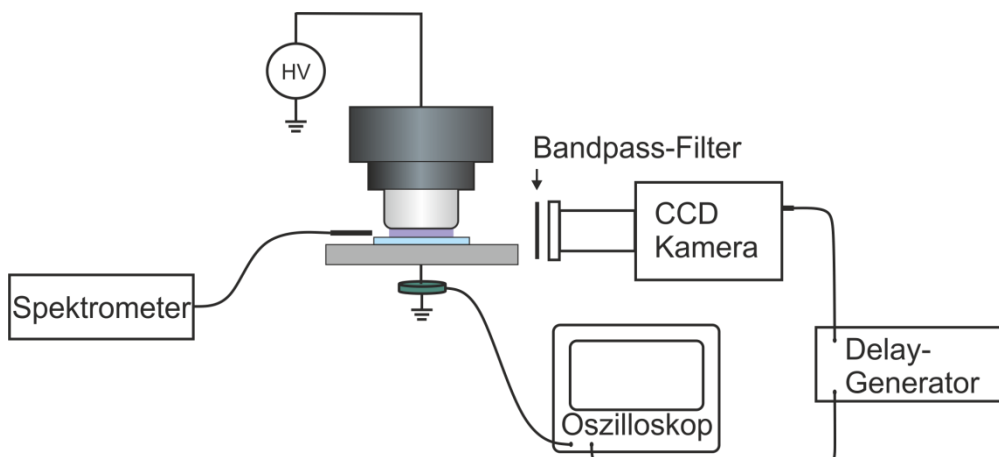
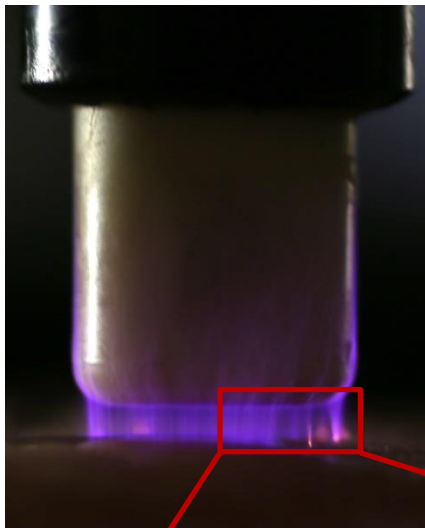


Abbildung 2: Schematischer Messaufbau

Um die räumlich aufgelöste Emission der Entladung aufzunehmen, wurde eine hochauflösende Kamera zur Hilfe genommen, wie in Abbildung 1 dargestellt. Das Licht der Entladung wird durch Bandpassfilter hindurch von der Kamera aufgenommen. Um mit Hilfe der aufgenommenen Bilder diverse Plasmaparameter berechnen zu können, ist es nötig, die Bilder absolut zu kalibrieren. Da die DBD in Luft gezündet wird, werden die beiden Stickstofflinien $N_2(C-B,0-0)$ bei $\lambda=337.1$ nm und $N_2^+(B-X,0-0)$ bei $\lambda=391.4$ nm betrachtet.

3. Ergebnisse



Die ortsaufgelöste Elektronendichte der ersten Halbwelle ist in Abbildung 2 dargestellt.

Aufgrund der negativen Polung der Quelle liegt ein negativer Spannungspuls an der getriebenen Elektrode (oben) an. Eine erhöhte Elektronendichte entlang der Anode im Vergleich zur Kathode ist deutlich zu erkennen. Die ringförmige Erhöhung der Elektronendichte kann mit dem Effekt der Felderhöhung erklärt werden, der durch die Geometrie der verwendeten getriebenen Elektrode hervorgerufen wird.

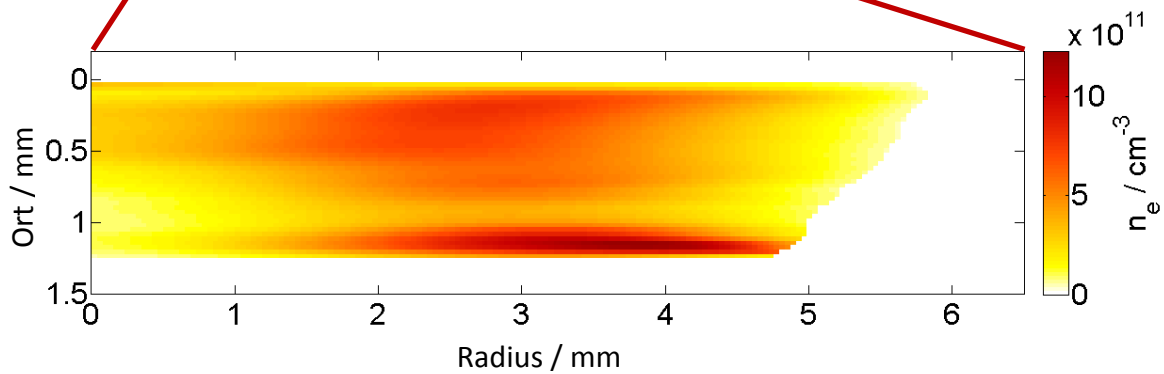


Abbildung 3: Ortsaufgelöste Elektronendichte (300 Hz, -13,5 kV)

Es ist festzuhalten, dass die Homogenität der dielektrischen Barriereentladung sichergestellt werden konnte, da die ringförmige Felderhöhung am äußeren Elektrodenrand nicht zu signifikant höheren Elektronendichten führt, sodass eine homogene Entladung weiterhin angenommen werden kann.