

# Die dielektrisch behinderte Entladung – ein Mikrochip-Plasma für die Diodenlaser Atomabsorptionsspektrometrie

J. Franzke, M. Miclea, K. Kunze, K. Niemax

Institut für Spektrochemie and Angewandte Spektroskopie, Bunsen-Kirchhoff-St. 11  
44139 Dortmund

Im Rahmen der Miniaturisierung analytischer Instrumente und Methoden besteht ein steigendes Interesse an Plasmaquellen, die in einem Mikrochip implementiert werden können. Ein vielversprechender Ansatz dazu ist die dielektrisch behinderte Entladung (**Dielectric Barrier Discharge**), die 1857 von Siemens im Hinblick auf die Ozonproduktion entdeckt wurde. Derartige Entladungen wurden bisher z.B. in Plasma Displays für Farbbildschirme, in UV-Strahlungsquellen und CO<sub>2</sub> Lasern, zur Abgasreinigung, zur Plasmakatalyse von Methanol und, wie schon erwähnt, zur Produktion von Ozon, verwendet [1].

Bei einer dielektrisch behinderte Entladung befindet sich im Gasraum zwischen den Elektroden mindestens ein Dielektrikum. Die Entladung wird mit Wechselspannung (Sinus oder Rechteck zwischen Hz und kHz) betrieben. Das Dielektrikum übernimmt im wesentlichen die Funktion, den Entladungsaufbau in einem sehr frühen Entladungsstadium abubrechen. Dabei fällt durch Aufbau eines Gegenfeldes infolge der auf dem Dielektrikum angesammelten Ladungen die Feldstärke innerhalb eines Zeitraums von ns bis  $\mu$ s unter den für die Ionisierung kritischen Wert. Die Entladung weist bei atmosphärischen Bedingungen entweder eine Reihe von Mikroentladungen auf, die räumlich (100  $\mu$ m) und zeitlich (ns) begrenzt sind, oder sie zeigt ein homogenes Verhalten mit einem  $\mu$ s langen Strompuls wobei sich die Entladung über die ganze Elektrodenfläche verteilt.

Es wird die Messung von halogenhaltigen Molekülen in Edelgasplasmen einer für die Diodenlaser Atomabsorptionsspektroskopie (DLAAS) konstruierten dielektrisch behinderten Entladung bei vermindertem Druck (10 – 150 mbar) im Durchflußbetrieb (50 –500 ml/min) vorgestellt. Die Analyten gelangen in das Niederdruckplasma, welches die molekularen Spezies dissoziiert und die einen Anteil der freien Atome (Cl und F) in metastabile Zustände anregt, die durch DLAAS-Messungen nachgewiesen werden [2]. Hierbei wird phasensensitiv auf der doppelten Frequenz der angelegten Spannung gemessen. Die Lebensdauer der metastabilen Niveaus bestimmt dabei die optimalen Parameter für die Frequenz der angelegten Wechselspannung, den Druck und die Flußrate.

Es konnte nachgewiesen werden, daß die eingeleiteten Gase (CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, CClF<sub>3</sub> und CHClF<sub>2</sub>) vollständig in Argon und Helium dissoziiert werden. Die Nachweisgrenzen liegen bei 400 ppt für Cl und 2 ppb für F in Helium. Die Nachweisgrenzen sind vergleichbar mit denen, die unter Verwendung einer Mikrowellenentladung mit wesentlich höherer Leistungsaufnahme erhalten wurden. Die aufgenommene elektrische Leistung betrug im Fall der DBD weniger als 0,1 Watt. Die Gastemperatur erreicht maximal 600 K. Da die gemessene Gastemperatur noch unter denen in Mikrowellenplasmen erreichbaren Temperaturen liegt, ist anzunehmen, daß die vollständige Dissoziation der Analyten auf die kurzfristig sehr hohen Elektronendichten zurückzuführen ist.

Aufgrund der niedrigen Gastemperatur wird ein derartiger Mikrochip thermisch wenig beansprucht. Auch ist das Sputtern der Elektroden, welches bei Gleichstromentladungen zu Problemen führen könnte, vernachlässigbar. Daher sind lange Lebensdauern des Mikrochip-Plasmas zu erwarten.

- [1] Kogelschatz, U; Eliasson, B.; Die Renaissance der stillen elektrischen Entladung, Physikalische Bl.52 (1996) 360.
- [2] Niemax, K.; Schnürer-Patschan, C; Zybin, A; Groll, A; Anal. Chem. 68 (1996) 351.