

Gepulste nichtthermische Gasentladungen bei Atmosphärendruck für plasmatechnische Anwendungen

Rüdiger Kutzner

Berichter: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Salge

Berichter: Prof. rer. nat. Georg Wahl

Gepulste nichtthermische Gasentladungen bei Atmosphärendruck werden in zunehmendem Maße technisch genutzt. Ein wesentlicher Grund dafür ist, daß sie lokal und zeitlich begrenzt Eigenschaften besitzen, die sonst Niederdruckgasentladungen vorbehalten sind. Insbesondere die im Vergleich zur Elektronentemperatur geringe Gastemperatur ermöglicht die Durchführung temperaturempfindlicher Prozesse. Technisch und wirtschaftlich ist darüber hinaus bedeutsam, daß im Vergleich zu Niederdruckgasentladungen der hohe Aufwand für die Erzeugung des Vakuums vermieden werden kann, und daß Entladungssysteme dadurch einfacher in Verfahren eingefügt werden können.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit grundsätzlichen Untersuchungen von gepulsten nichtthermischen Gasentladungen bei Atmosphärendruck im Hinblick auf ihre Anwendung in plasmatechnischen Verfahren. Dazu wurden die Möglichkeiten zur Erzeugung derartiger Entladungen, ihre wesentlichen Eigenschaften und ihre zeitliche und räumliche Entwicklung behandelt. Es wurde erörtert, welche Möglichkeiten bestehen, sogenannte Streamerentladungen, die für eine großvolumige bzw. großflächige Nutzung von großem Interesse sind, energetisch günstig zu erzeugen. Dabei wurde festgestellt, daß es vorteilhaft wäre, wenn selbstlöschende Eigenschaften der Entladungen technisch zu nutzen wären, und die Entladungen mit schwach ansteigenden Spannungspulsen erzeugt werden könnten.

Es wurden experimentelle Grundsatzuntersuchungen zur zeitlichen und räumlichen Entwicklung von nichtthermischen Gasentladungen in Elektrodenanordnungen mit stark inhomogenem elektrischen Ausgangsfeld durchgeführt, die mit schwach ansteigenden Spannungspulsen erzeugt wurden. Hierbei wurden Einflüsse von unterschiedlichen Gasgemischen, von Elektrodengeometrie und von Barrieren, die in die Entladungsstrecke eingebracht werden, auf die Entwicklung der Gasentladungen festgestellt. Unter anderem gelang es, elektrisch gesteuerte Entladungen zu erzeugen, die selbständig verlöschen und die nicht die Ausbildung von Funkenentladungen zur Folge haben

Basierend auf den vorhergehenden Untersuchungen und grundsätzlichen Überlegungen wurde ein Entladungssystem geschaffen, das gute Voraussetzungen für die Erzeugung großvolumiger Entladungen bietet. Mit diesem System, bei dem die Elektrodenanordnung koaxial ausgeführt ist und die ein stark inhomogenes elektrischen Ausgangsfeld besitzt, wurden Untersuchungen zur Erzeugung großvolumiger Streamerentladungen in Umgebungsluft durchgeführt. Dabei wurden im Betrieb mit einzelnen Hochspannungspulsen Einflüsse der Elektrodengeometrie und der Luftfeuchte untersucht. Bild 1 zeigt eine Aufnahme von Leuchterscheinungen einer derartigen Entladung aus axialer Perspektive zur Elektrodenanordnung. Hierzu wurde in das Versuchsgefäß eine einzelne scharfkantige

Ringelektrode eingesetzt. Die Gasspaltweite betrug 40 mm. Die Entladung zündete im Anstieg des Hochspannungspulses bei einer Spannung von 58 kV und verlöschte selbständig. Die Flankensteilheit des Pulses betrug ca. 2 kV/ μ s.

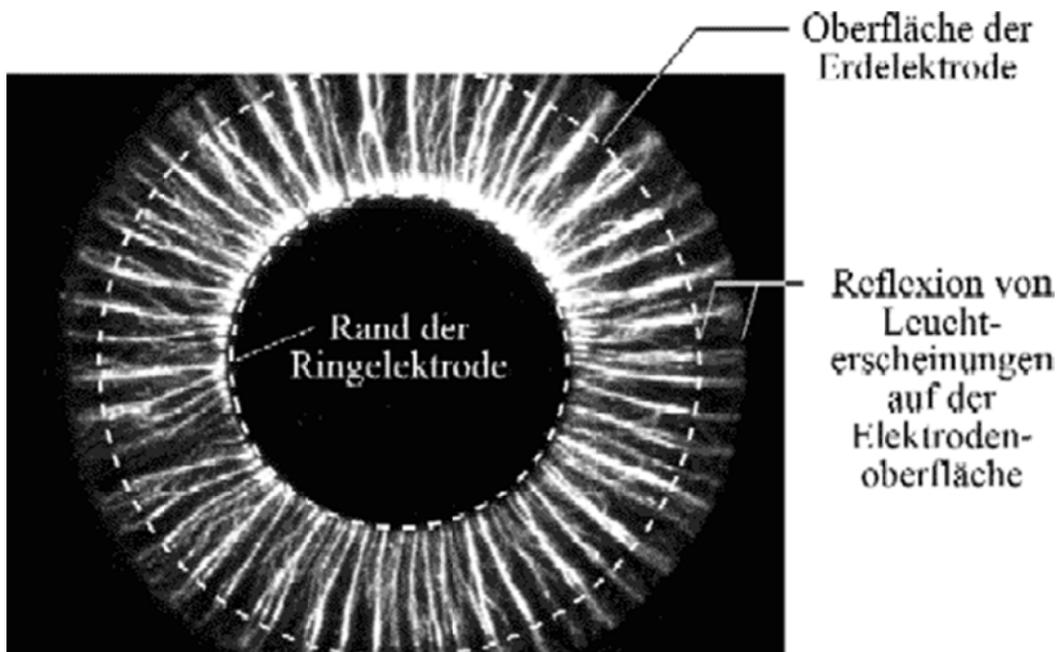


Bild 1: Aufnahme der Leuchterscheinungen von Streamerentladungen in einer coaxialen Elektrodenanordnung

Weiterhin wurden Untersuchungen mit repetierenden Hochspannungspulsen durchgeführt, bei denen Einflüsse von der Steilheit und dem zeitlichen Abstand der Pulse festgestellt wurden. Mit dem untersuchten System lassen sich eine Vielzahl paralleler Entladungen erzeugen, die selbständig verlöschen und ein großes Gasvolumen erfassen

Das Entladungssystem wurde für orientierende Untersuchungen zur Minderung von Schadstoffen in Abgasen eingesetzt. Dabei wurden einer Gasströmung mit Umgebungsluft geringe Mengen von Stickstoffmonoxid beigemischt. Es wurde gezeigt, daß eine Minderung von Stickstoffmonoxid mit dem untersuchten Entladungssystem zwar erreicht werden kann, daß reproduzierbare, das Entladungsvolumen ausreichend ausfüllende Entladungen aber stark von der Gaszusammensetzung und der Gasfeuchte abhängen und ein stabiler Betrieb nur eingeschränkt möglich ist.