

Über die Beschichtung von Oberflächen mit Barrierenentladungen bei Atmosphärendruck

Reiner Schwarz

Berichter: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Salge

Berichter: Prof. rer. nat. Georg Wahl

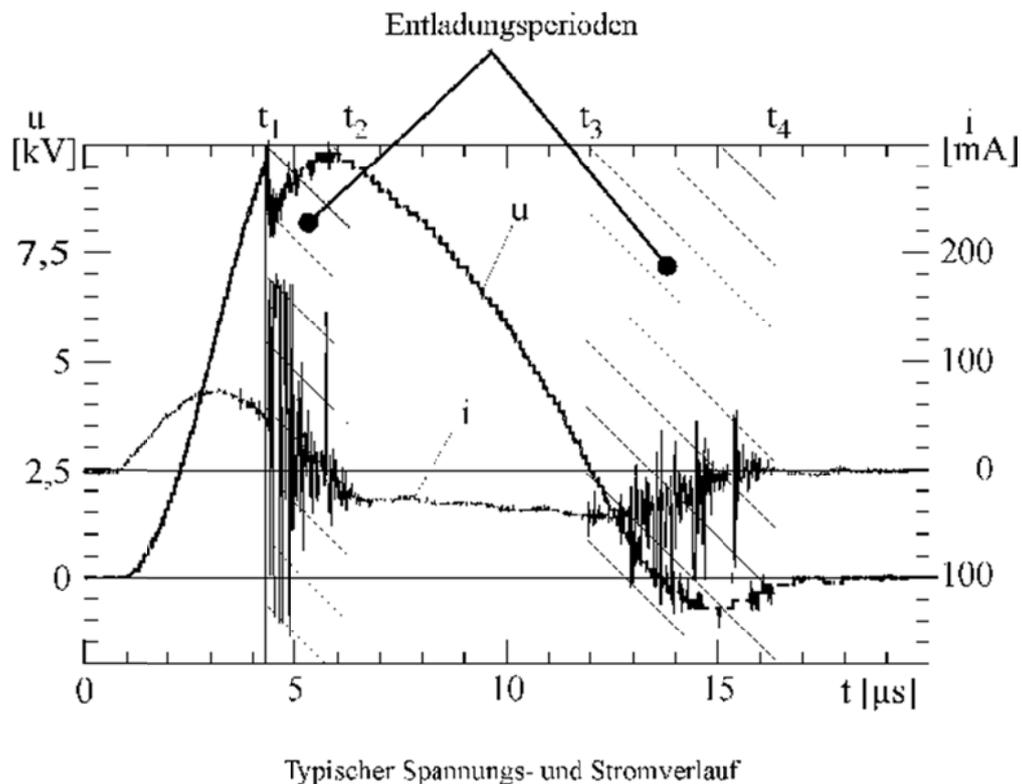
Die Beschichtung von Oberflächen hat große technische und wirtschaftliche Bedeutung. Durch das Aufbringen von Funktionsschichten können die Oberflächeneigenschaften eines Materials, wie zum Beispiel Härte, Rauigkeit, chemische Beständigkeit oder Benetzbarkeit verändert und den jeweiligen technischen Erfordernissen angepaßt werden.

Ein Vorteil von plasmagestützten Beschichtungsverfahren ist es, daß die für die Einleitung der chemischen Reaktionen von Molekülen und Atomen an der Oberfläche notwendige Energie über geladene Teilchen übertragen wird. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Plasmapolymerisation, die den Niederdruckglimmentladungsprozeß nutzt. Hierbei wird ein Monomergas so angeregt, daß sich während der Einwirkung der Entladung eine polymere Schicht auf der Oberfläche ausbildet.

In Arbeiten des Instituts für Hochspannungstechnik der TU Braunschweig konnte gezeigt werden, daß polymere Schichten auf Oberflächen auch im Bereich von Atmosphärendruck abgeschieden werden können. Möglich ist dies mit sogenannten Barrierenentladungen, die aus einer Vielzahl statistisch verteilter, transienter Mikroentladungen bestehen. Sie entstehen in Anordnungen, bei denen sich zwischen zwei Elektroden mindestens eine Barriere aus Isolierstoff befindet. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden die Untersuchungen zur Beschichtung von Oberflächen bei Atmosphärendruck mit dem Ziel fortgesetzt, die Kenntnisse über das Aufwachsen der Schicht zu erweitern und den Beschichtungsprozeß zu verbessern.

In Grundsatzuntersuchungen wurde die räumliche und zeitliche Entladungsentwicklung studiert. Die Entwicklung der Verteilung der Mikroentladungen in verschiedenen Gasen bei unterschiedlichen Gasspaltweiten und unterschiedlichen Spannungsformen wurden ebenfalls untersucht. In Bild 1 ist als Beispiel der Spannungs- und Stromverlauf einer Anordnung dargestellt, die aus zwei kreisförmigen Metallelektroden, Durchmesser 50 mm, mit einem Elektrodenabstand von 4,8 mm und einer 4 mm dicken Barriere aus Glas besteht. Die Barriere ist unmittelbar vor einer Elektrode angeordnet. Der 0,8 mm weite Gasspalt zwischen Elektrode und Barriere wurde mit Acetylen unter Normalbedingungen durchströmt. Das Stromsignal läßt zwei Entladungsperioden erkennen, die durch eine Schraffur im Bild hervorgehoben sind. Zum Zeitpunkt t_1 ist die Durchschlagspannung des Gasspaltes erreicht und eine große Zahl paralleler und statistisch verteilter Mikroentladungen entsteht, die zwischen einer Elektrode und der Barriere brennen. Zwei Mikrosekunden später (t_2) sind alle Mikroentladungen erloschen, der Strom ist jetzt ein reiner Verschiebungsstrom über Barriere und Gasspalt. Die zweite Entladungsperiode beginnt, wenn die Spannung an der Anordnung noch positiv ist (t_3). Dieses ist vor allem bedingt durch die Ladungen, die in den

Fußpunktgebieten der vorangegangenen Mikroentladungen auf der Barrierenoberfläche verblieben sind. Diese Ladungen verursachen lokal starke Veränderungen des elektrischen Feldes im Gasspalt. Wenn die Spannung zwischen den Elektroden abnimmt, sind diese Ladungsanhäufungen bevorzugte Punkte für die Zündung von neuen Mikroentladungen, jetzt allerdings mit entgegengesetzter Polarität. Die Mikroentladungen neigen dazu, dieselben Entladungskanäle zu benutzen.



Um die gesamte Oberfläche der Barriere und die der Barriere zugewandten Oberfläche der Metallelektrode mit Mikroentladungen gleichmäßig zu bedecken, ist es notwendig, Mikroentladungen repetierend zu erzeugen. Zusätzlich werden aber auch Pausen ohne Spannungsbeanspruchung benötigt, in denen sich der Gasspalt wiederverfestigen kann. Nur mit solchen Pausen kann eine vollständige und gleichmäßige Bedeckung von Oberflächen mit den Fußpunkten von Mikroentladungen erreicht werden. Die Untersuchungen haben gezeigt, daß dies nicht nur mit unipolaren Spannungspulsen möglich ist, sondern auch mit sinusförmigen Schwingungszügen.

Beschichtungsversuche, bei denen Parameter wie Spannungspulszugform und -dauer, Gasspaltweite und Elektrodenform variiert wurden, haben ergeben, daß gleichmäßige Schichten bis zu 1 m mit Beschichtungsraten bis zu 40 m/min sowohl auf Metallen als auch auf Glas hergestellt werden können. Offensichtlich bestehen eine Reihe von Ähnlichkeiten zwischen dem Niederdruckplasmapolymersationsprozeß und der Beschichtung mit Mikroentladungen bei Atmosphärendruck. Während der Zündung von Mikroentladungen werden Elektronen, Ionen, angeregte Moleküle und Radikale erzeugt. Einige dieser Teilchen befinden sich nahe an der zu beschichtenden Oberfläche und stehen für den Polymerisationsprozeß und die Schichtbildung zur Verfügung. Anders als bei der

Plasmapolymerisation bei geringem Druck ist aber, daß der Plasmapolymerisationsprozeß bei Atmosphärendruck transient ist. Er ist auf kurze Zeiten und lokal auf die Fußpunktgebiete der Mikroentladungen beschränkt. Neben den Eigenschaften des reaktiven Gases (precursors) selbst, wird die Beschichtung und Schichtausbildung entscheidend von der gleichmäßigen Verteilung der Mikroentladungen auf der Oberfläche bestimmt.