

## Atmosphärendruckplasma in der Medizin

# Funktionale Plasmabeschichtung

Völlig neue Oberflächeneigenschaften ermöglicht ein spezielles Plasmaverfahren mit Atmosphärendruckplasma. Die nanodünnen funktionalen Oberflächen ermöglichen vielfältige Anwendungen in der Medizintechnik, beispielsweise als selbstreinigende oder antimikrobielle Schichten.

Fertigungsprozesse in der Medizintechnik verlangen Standards, die über die Anforderungen der meisten anderen Industrien weit hinausgehen. Oberflächen müssen vor der Weiterverarbeitung oder ihrem Einsatz nicht nur besonders rein, sondern häufig steril sein. Die Vorbehandlungsprozesse in der Medizintechnik müssen darüber hinaus sehr zuverlässig und auf das Genaueste reproduzierbar sein.

Ein spezielles Plasmaverfahren (PlasmaPlus) entspricht diesen Bedingungen. Es kann mikrofein reinigen und desinfizieren, funktionell beschichten und sterilisieren. Diffusionsbarrieren und Gleitschichten können erzeugt und antimikrobielle Schichten abgeschieden werden. Bis vor kurzem handelte es sich bei dieser Plasmapolymerisation noch um einen Prozess, der nur im Niederdruck, in einer Vakuumkammer, realisiert werden konnte. Gemeinsam mit dem Fraunhofer IFAM entwickelte Plasmatreat in den letzten Jahren dieses einfachere, weit schnellere und kostengünstigere Verfahren, das die funktionale Nanoschichtbildung auf Materialoberflächen in der kontinuierlichen Fertigung unter normalen Luftbedingungen ermöglicht.

### Atmosphärische Plasmabeschichtung

Im Zentrum des Prozesses steht eine Plasmadüse, in der sich ein hochkomplexes Beschichtungssystem verbirgt (Bild 1). Das Verfahren ist umweltfreundlich, benötigt werden allein Druckluft, Elektrizität und zur Schichterzeugung der sogenannte Precursor, der dem Plasma beigemischt wird. Durch die variable chemische Zusam-

mensetzung des Precursors und seine Zuführung direkt in das Plasma können völlig unterschiedliche Materialien, wie Metall, Glas, Kunststoff oder Keramik, beschichtet werden. Der Precursor wird im Plasma angeregt beziehungsweise fragmentiert und scheidet sich auf dem Material ab, wo sich dann eine vernetzte Schicht ausbildet.

Die großen Vorteile gegenüber anderen Beschichtungstechniken liegen bei dieser Technologie neben ihrem Inline-Einsatz vor allem in der Technik der ortsselektiven Beschichtung. Der Einsatz einer Plasmadüse ermöglicht es, die Schicht ganz gezielt ressourcenschonend aufzubringen. Prozesse können so gesteuert werden, dass sich mit derselben Düse Schichten mit verschiedenen Funktionalitäten, etwa zum Korrosionsschutz, zur Haftvermittlung oder auch als Trennschicht, auftragen lassen.

Dabei bedarf es nur sehr geringer Mengen an Beschichtungsmaterial. Ein großer Vorteil ist auch die extrem hohe Geschwindigkeit, mit der eine Schichtbildung erzeugt werden kann. Benötigt das häufig in der Medizin angewandte Niederdruck-Plasmaverfahren für eine 100 nm Schichtdecke gut ein bis zwei Minuten, so erfolgt mit der neuen Beschichtungstechnologie die Abscheidung in Millisekunden. Das Verfahren kann in unterschiedlichen Bereichen der Medizin zum Einsatz kommen.

### Selbstreinigende Schichten

Mit dem Verfahren ist die Abscheidung photokatalytisch wirksamer Titandioxid-Schichten möglich. Diese Schichten haben unter Einwirkung von Sonnenlicht und Feuchtigkeit einen selbstreinigenden und keimabtötenden Effekt. Die Anwendung dieser Technologie erfolgt zur Vermeidung von Bio-



Bild 1: Im Zentrum des atmosphärischen Plasmaverfahrens steht eine Plasmadüse, in der sich ein komplexes Beschichtungssystem verbirgt. Funktionale Nanoschichten können damit ortselektiv aufgebracht werden.

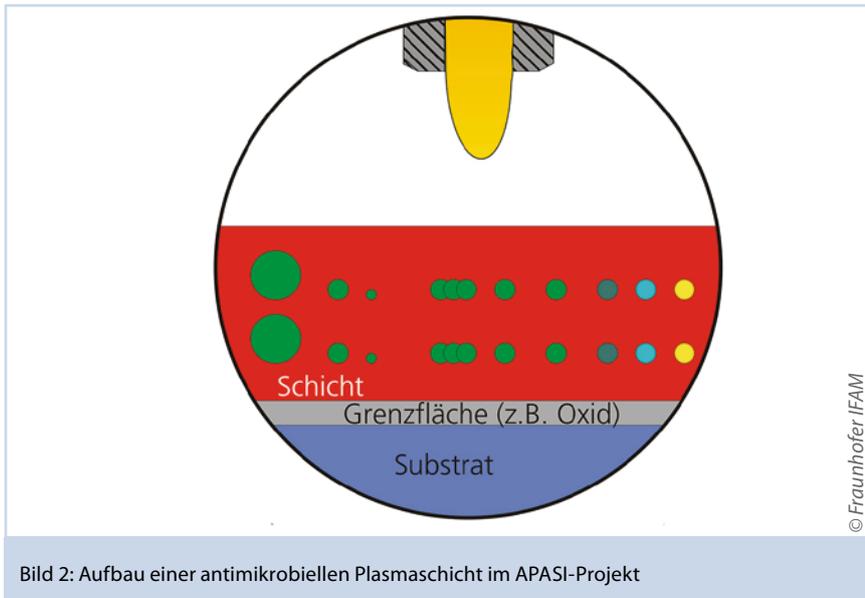


Bild 2: Aufbau einer antimikrobiellen Plasmaschicht im APASI-Projekt

filmen auf allen Oberflächen, die mit Licht Kontakt haben sowie auf lichtleitenden Oberflächen. Das Verfahren ist damit insbesondere zur Beschichtung von medizinischen- und Sanitärprodukten interessant, da manuelle Reini-

gungsintervalle verlängert werden oder komplett entfallen können.

#### Antimikrobielle Plasmaschichten

Ein weiteres Forschungsthema ist die Abscheidung von silberhaltigen, an-

timikrobiellen Schichten (Bild 2). In dem vom Bundesforschungsministerium geförderten APASI Verbundprojekt haben das Fraunhofer IFAM und Plasmatreat es sich zur Aufgabe gemacht, antimikrobielle Plasmaschichten herzustellen. Dazu sollen Silber-Nanopartikel in eine siliziumorganische Schicht eingebunden werden. Durch die stetige Abgabe von Silberionen erfolgt die Abtötung der Keime auf der Schicht. Die Silber-Nanopartikel werden nicht etwa wie bei anderen Beschichtungsprozessen von außen zugegeben, sondern direkt in der Düse erzeugt, in situ beschichtet und in die Schicht auf der Oberfläche eingebunden (Bild 3). Mit der neuen Düse können silber- aber auch kupferhaltige Schichten in einem einfachen einstufigen Verfahren kostengünstig abgeschieden werden.

Schichten dieser Art sind prinzipiell nicht neu. Das innovative an diesem Forschungsprojekt ist der Abscheidungsprozess. Konnten bisher solche Schichten nur in aufwendigen chemischen

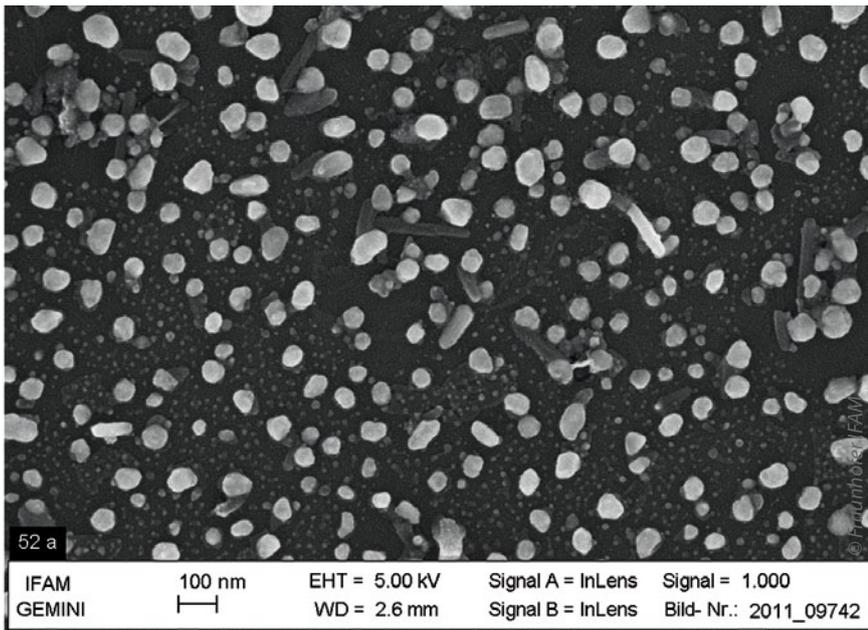


Bild 3: Die REM-Aufnahmen zeigen bei einer 200 000-fachen Vergrößerung die mittels Atmosphärendruckplasma gesputterten Nano-Silberpartikel zur Herstellung einer antimikrobiellen Plasmaschicht

Verfahren oder im Niederdruckplasma erzeugt werden, so steht mit der atmosphärischen Plasmapolymerisation eine umweltfreundliche, leicht in die Linie zu integrierende und effiziente Methode zur Verfügung.

#### Gleitschichten

Bei Spritzenkolben mit Gummidichtung tritt häufig der sogenannte Stick-Slip-Effekt, eine ruckartige Bewegung gegeneinander laufender Kontaktflächen, auf. Um ihn zu vermeiden und

um das Ausdrücken der Spritze erheblich zu erleichtern, werden die Dichtungen bereits erfolgreich mit der neuen plasmapolymerten Gleitschicht versehen. Die reibmindernde Plasmaschichtung gewährleistet die Gleitfähigkeit der Gummioberfläche (Bild 4).

#### Barriereschichten

Ein wichtiges Forschungsziel des Plasmaunternehmens sind mittels AD-Plasma gebildete Barriere- oder Diffusionsschichten. Barriereschichten kön-

nen auf unterschiedliche Kunststoffe aufgebracht werden und bilden eine wirksame Sperre gegenüber Kohlendioxid, Sauerstoff und Wasser. Bei medizinischen Verpackungen sorgen Barrierschichten dafür, dass Wirk- und Aromastoffe sowie Qualität und Eigenschaften der Inhalte erhalten bleiben. Mit Hilfe hochvernetzter Plasmapolymerschichten können mit dem Verfahren bereits Diffusionsbarrieren gegenüber Sauerstoff erzeugt und ein Barrier Improvement Factor (BIF) von bis zu 5 erzielt werden. Typische Materialien sind Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) oder Polyethylenterephthalat (PET).

#### Haftvermittelnde Funktionsbeschichtung für Hybridbauteile

Auch die Haftung zwischen Gummi-Metall und Kunststoff-Metall im Hybrid-Spritzguss konnte durch das Plasmaverfahren verbessert werden. Dazu werden haftungsaktive Nanobeschichtungen auf die Metalloberfläche aufgebracht, anschließend wird die Kunststoffkomponente an die Oberfläche angespritzt. Die Abscheidung haftvermittelnder Schichten durch das Plasmaverfahren kann zukünftig lösungsmittelhaltige Primer vollständig ersetzen.

#### Fazit

Durch die Nanobeschichtung im Plasmaverfahren mit Atmosphärendruckplasma werden speziell auf den Anwendungsbereich zugeschnittene Substanzen bis in die Nanostrukturen der Materialoberfläche abgeschieden. Eine hocheffektive Funktionsbeschichtung entsteht und die Materialien erhalten völlig neue Oberflächeneigenschaften. Die Fertigung von Produkten mit gezielt funktionalisierten Oberflächen bedeutet für Hersteller in der Medizintechnik eine neue Dimension der Innovationsfähigkeit. ■



Bild 4: Zur Vermeidung des Stick-Slip-Effekts und zum leichten Herausdrücken der Spritze erhalten die Gummidichtungen eine funktionale Plasmaschichtung

#### Kontakt:

Plasmamatreat GmbH, Steinhagen, Tel. 05204 99600, mail@plasmamatreat.de, www.plasmamatreat.de