

AD-Plasma – Funktionelle Nanobeschichtung in Millisekunden

Inès A. Melamies, Bad Honnef

Was lange Zeit nur im Vakuum möglich war, kann dank einer innovativen Plasmatechnik seit kurzem auch in-line unter Normaldruck im automatischen Produktionsprozess erfolgen. Das zukunftsweisende Verfahren bietet eine Fülle unterschiedlich funktionaler Schichten zur ortsselektiven Nanobeschichtung von Materialoberflächen.

Basis des jungen Verfahrens ist die von der Plasmatrete GmbH, Steinhagen seit nunmehr bald 20 Jahren weltweit eingesetzte atmosphärische Plasma-Düsen-technologie Openair. Diese Technik ist durch eine dreifache Wirkung gekennzeichnet: Sie aktiviert Oberflächen durch gezielte Oxidationsprozesse, entlädt erstere gleichzeitig und bewirkt die mikrofeine Reinigung von Materialien wie Metal, Kunststoff, Glas und Keramik. Eine Besonderheit dieses Plasmas ist seine Potentialfreiheit, was die Anwendungsmöglichkeiten stark erweitert. Seine Intensität ist so hoch, dass Bearbeitungsgeschwindigkeiten von mehreren 100m/min erreicht werden können. Der wirtschaftliche Aspekt: Die verwendeten Düsen-systeme sind roboter-kompatibel und können vom Anwender immer inline, also direkt in eine neue oder auch bereits bestehende Fertigungslinie, integriert werden.

Plasmabeschichtung unter Normaldruck

Neben den vorgenannten Funktionen wird dieses Plasmasystem auch zur Schichtbildung genutzt (Abb. 1). Hierbei handelte es sich noch bis vor kurzem um einen Prozess, der nur im Vakuum realisiert werden konnte. Gemeinsam mit dem Fraunhofer IFAM, Bremen entwickelte Plasmatrete in den letzten Jahren ein neues Verfahren mit dem Namen PlasmaPlus, welches die nanofeine Plasma-beschichtung von Materialoberflächen erstmals unter Atmosphäre ermöglichte. Für dieses einfachere, weit schnellere und kostengünstigere Verfahren wurde das Unternehmen mit dem Industriepreis 2012 in der Kategorie Produktionstechnik ausgezeichnet. Die Fraunhofer Forscher Dr. Jörg Ihde und Dr. Uwe Lommatzsch erhielten dafür fast zeitgleich den Josef-von-Fraunhofer Preis.

Im Zentrum des Prozesses steht eine Plasmadüse, in der sich ein hochkomplexes Beschichtungssystem verbirgt (Abb. 1). Das Verfahren ist umweltfreundlich, benötigt werden allein Druckluft, Strom und zur Schichterzeugung der sogenannte Precursor, der



Abb. 1: Plasmatrete Ortsselektive Plasmabeschichtung unter Atmosphäre: Die chemische Zusammensetzung des Präkursors kann je nach Anwendungsfall variiert werden, um auf den unterschiedlichen Materialien die jeweils besten Resultate zu erzielen

dem Plasma beigemischt wird. Durch die hochenergetische Anregung im Plasma wird diese Verbindung fragmentiert und scheidet sich auf einer Oberfläche als glasartige Schicht ab (Abb. 2). Die chemische Zusammensetzung kann je nach Anwendungsfall variiert werden, um auf den unterschiedlichen Materialien die jeweils besten Resultate zu erzielen.

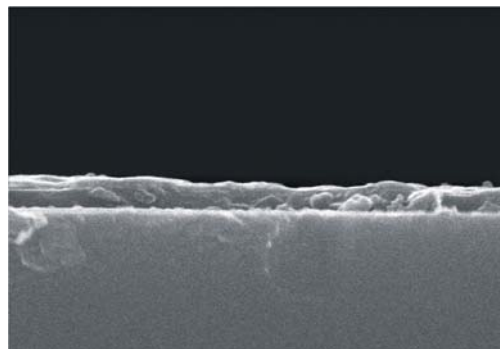


Abb. 2: Saint-Gobain Das Bild zeigt den Querschnitt durch eine ca. 100 nm dicke PlasmaPlus-Schicht (REM 50000-fache Vergrößerung).

Die großen Vorteile gegenüber anderen Beschichtungstechniken liegen bei der PlasmaPlus Technologie neben dem 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 (Abb. 3). Dabei bedarf es nur sehr geringer Mengen an Beschichtungsmaterial und es können ganz unterschiedliche Materialien und Materialkombinationen beschichtet werden. Christian Buske, CEO der Plasmatreat Gruppe, sagt sieht noch einen weiteren, ganz wesentlichen Vorteil: „Die Abscheidungs geschwindigkeit ist sehr hoch. Eine 100Nm dünne Schichtdecke wird hier in Millisekunden abgeschieden. Im Vakuum dauert es etwa ein bis zwei Minuten und eine Ortsselektion ist dort nicht möglich.“

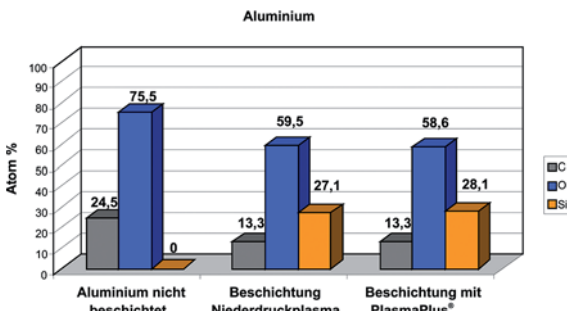


Abb. 3: Diagramm: Plasmatreat Beispiel einer Schichtzusammensetzung der durch PlasmaPlus erzeugten Beschichtungen

PlasmaPlus: Forschung und Anwendung

Wasser- und schmutzabweisend

Durch Plasmabeschichtung können bereits heute Oberflächen erzeugt werden, die hydrophob, also Wasser abweisend sind. Sie wirken per se auch schmutzabweisend und ermöglichen die einfache Selbstreinigung ohne mechanische Einwirkung.

Barrierebeschichtung

Ein wichtiges Forschungsziel von Plasmatreat sind mittels Plasma gebildete Barriere- oder Diffusionschichten. Sie gelten als sicherer Schutz bei Verpackungen für Lebensmittel, Getränke und Medizin und sind eine wirksame Sperre gegenüber Kohlendioxid, Sauerstoff und Wasser. Sie können auf unter-

schiedlichste Kunststoffe aufgebracht werden und ermöglichen so beispielsweise die Produktion von Barrierefolien oder PET-Flaschen mit CO₂-Barriere.

Medizintechnik

Mit dem prämierten Plasmaverfahren ist z.B. die Abscheidung fotokatalytisch wirksamer Titan-Dioxid Schichten möglich. Diese Schichten haben unter Einwirkung von Sonnenlicht und Feuchtigkeit einen selbstreinigenden und keimabtötenden Effekt. Insbesondere zur Beschichtung von medizinischen- und Sanitärprodukten ist diese Anwendung interessant, da manuelle Reinigungsintervalle verlängert werden oder komplett entfallen können. Ein weiteres Forschungsthema von Plasmatreat ist die Abscheidung von silberhaltigen, antimikrobiellen Schichten.

2K-Spritzguss

Plasmatreat arbeitet und forscht intensiv auch an der Haftungsverbesserung zwischen Gummi-Metall und Kunststoff-Metall im Hybrid-Spritzguss. Dazu werden haftungsaktive Nanobeschichtungen auf die Metalloberfläche aufgebracht, anschließend wird die Kunststoffkomponente an die Oberfläche angespritzt. Die Abscheidung haftvermittelnder Schichten mit dem PlasmaPlus Verfahren kann zukünftig z. B. im Automobilbau lösungsmittelhaltige Primer ersetzen.

Antihaft-Beschichtungen

Bereits vor zwei Jahren ist es gelungen, die hier beschriebene Plasmaschicht auch als universelle Trennschicht für Spritzgusswerkzeuge einzusetzen. Für eine Vielzahl unterschiedlicher Spritzgussmaterialien auf Polymer- und Kautschukbasis bietet sie ausgezeichnete Trenneigenschaften. Der Anti-Haftungseffekt entsteht allein durch die Plasmapolymerisation auf der Werkzeugoberfläche. Nasschemische Trennmittel werden durch das Verfahren komplett ersetzt und auch der Ausbau der Form zur Neubeschichtung entfällt, denn abgenutzte Schichten brauchen nicht mehr entfernt zu werden. Die neue Schicht kann nun direkt auf die eingebaute Form aufgebracht werden (Abb. 4).

Solarenergie

Wurde bislang ein erforderlicher Korrosionsschutz durch polymere Beschichtungen im μ -Bereich erzeugt, so ermöglicht die atmosphärische Plasmapolymerisation den gleichen Schutz, jedoch bei weit

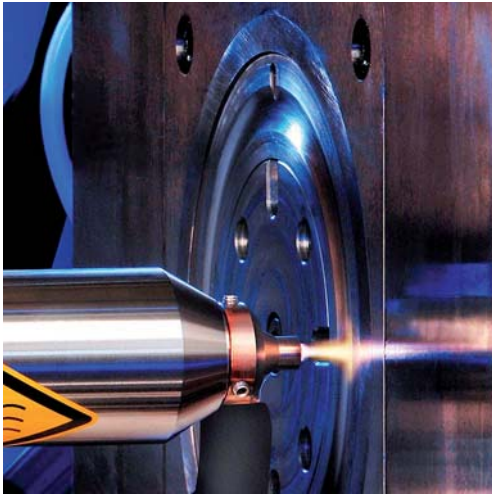


Abb. 4: Plasmabehandlung PlasmaPlus zur Anti-Haftbeschichtung im Spritzgießwerkzeug

geringerer Schichtdicke und zwar im Nanometerbereich, was eine deutliche Reduzierung der Lichtabsorption der Schicht zufolge hat.

Nanobeschichtung komplexer dreidimensionaler Bauteile

Mit Hilfe der auf dem Openair-Verfahren basierenden PlasmaPlus-Technik ist auch eine Beschichtung von komplexeren 3D Bauteilen mit Atmosphärendruckplasma möglich. Das Beschichtungsmaterial erreicht dabei auch schwer zugängliche Bereiche wie tiefe Nutgeometrien oder Hinterschnitte. Es gelingt so, z.B. bestückte Leiterplatten auf und unter den Bauteilen vollständig zu beschichten.

Korrosionsschutz von Aluminium

Die Korrosionsschutzwirkung durch die atmosphärische Plasmapolymersation ist besonders effektiv bei Aluminiumlegierungen. Die Schicht vermag das Aluminium mehrere Tage lang gegenüber direktem Salzsprühnebel (DIN 50021) zu schützen, ohne dass

das Metall optisch beeinflusst wird (Abb. 5). Über das Plasma trägt das Düsenystem den Korrosionsschutz berührungslos auf die Aluminiumoberfläche auf. Bei TRW Automotive werden die Motor-Pumpengehäuse für Lenkeinheiten bereits mit der PlasmaPlus-Technik im kontinuierlichen Produktionsprozess beschichtet. Gegenüber früheren Verfahren konnte mit der plasmapolymerten Schicht eine wesentlich bessere Dichtigkeit erreicht werden (Abb. 6).

SWAAT-Test (Sea Water Acetic Acid Test)	50	Prüfungsdauer (Stunden)		
		250	500	750
ohne Korrosionsschutz	dicht	undicht	undicht	undicht
Korrosionsschutzfett aufgespritzt	dicht	dicht	dicht	undicht
Beschichtung mit PlasmaPlus®	dicht	dicht	dicht	dicht

Abb. 6: Plasmabehandlung Dichtigkeitsüberprüfung nach Salzsprühnebel (SWAAT-Test): grün: Gehäuse zeigt keine Leckagen, rot: Gehäuse ist undicht (Korrosion auf dem Flansch mit Durchbruch nach innen)

Direktverglasung

Die Direktverglasung ist im Automobilbau heute Stand der Technik. Dabei werden Front- und Heckscheiben direkt mit der Karosserie des Automobils verklebt. Um eine gute Haftung des Klebstoffes zum Keramik Siebdruck aufzubauen ist es jedoch ebenfalls Stand der Technik, lösemittelhaltige Reiniger und Haftvermittler einzusetzen. Der Plasmaanlagenhersteller hat zusammen mit dem amerikanischen Unternehmen Ford Automotive eine Lösung erarbeitet, die das Verfahren nutzt, um im Prozess der Direktverglasung eine umweltfreundliche Vorbehandlung ohne jegliche VOC Emissionen zu ermöglichen. Das Plasma wird hier in zwei Prozessschritten eingesetzt: a) um mittels Openair-Plasma die Oberfläche von evtl. Resten von Kohlenwasserstoffen zu reinigen und gleichzeitig zu aktivieren (Abb. 7) und b) um mittels der Plasma-Beschichtungstechnik eine Silanmodifikation der Oberfläche durch Auftrag einer Nano-Beschichtung vorzunehmen.



Abb. 5: Der mit der PlasmaPlus-Schicht geschützte Bereich zeigt auch nach Einwirkung von 96 Stunden Salzsprühnebel Korrosionszeichen.

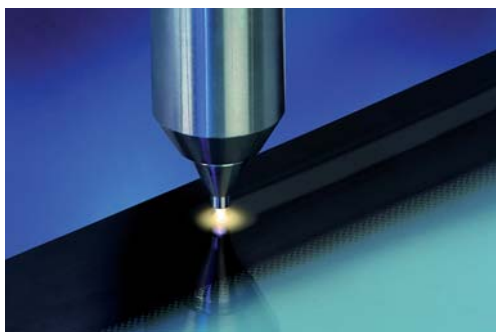


Abb. 7: Plasmatrete Openair-Plasma zur mikrofeinen Reinigung und Aktivierung der Glasoberfläche vor der Beschichtung mit PlasmaPlus

Zusammenfassung

Durch die Nanobeschichtung im PlasmaPlus Verfahren 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 Herstellung von Produkten mit gezielt funktionalisierten Oberflächen bedeutet eine vollkommen neue Dimension der Innovationsfähigkeit.

Kontakt:

Plasmatrete GmbH, Dr. Alexander Knospe, Bisamweg 10, D-33803 Steinhagen, www.plasmatrete.de

[Potentielle Buch-Autoren]

für den Bereich Oberflächentechnik (insbesondere Galvanotechnik)

Wenn Sie gerade dabei sind, ein Manuskript zu schreiben oder sich mit dem Gedanken tragen, ein solches in der Zukunft zu erstellen, entweder als alleiniger Autor oder als Co-Autor; wenn Sie alternativ daran interessiert sind, ein Buch herauszubringen oder sich an einem Buch als Autor beteiligen möchten, so würde der Eugen G. Leuze Verlag gerne darüber mit Ihnen sprechen.

Wenden
Sie sich bitte an
Sylvia Leuze-Reichert
sylvia.leuze-reichert@leuze-verlag.de

EUGEN G.
LEUZE
VERLAG

Karlstraße 4
D-88348 Bad Saulgau
Tel. 07581/4801-0
Fax 07581/4801-10

110 JAHRE 1902 - 2012