

# JOT

[www.jot-oberflaeche.de](http://www.jot-oberflaeche.de)

## JOURNAL FÜR OBERFLÄCHENTECHNIK



Höhere Performance bei reduzierter Komplexität

9 · 2007

Nachgefragt \_ Die füllerlose Lackierung im MINI Werk in Oxford

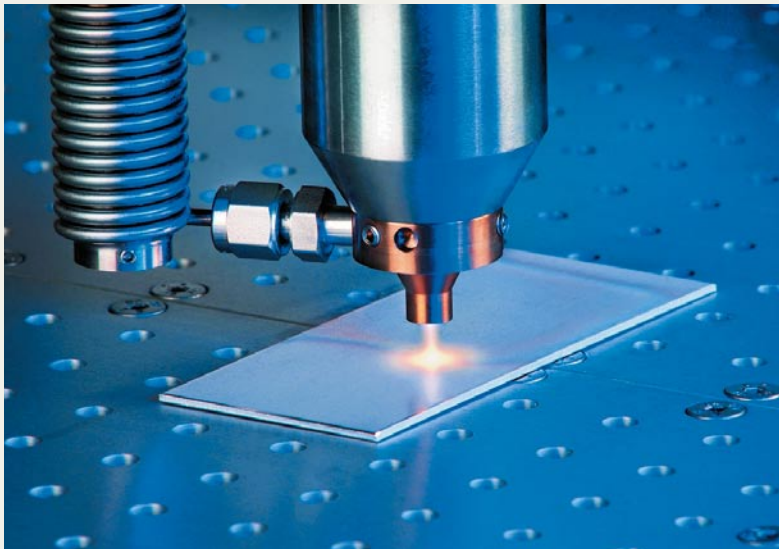
Kunststoff-Lackieren \_ Den richtigen Ton treffen

Schichtdicken-Messsonden \_ Analog- kontra Digitaltechnik

## INLINE-BESCHICHTUNG MIT ATMOSPHÄRISCHEM PLASMA

# Selektiver Korrosionsschutz für Alu-Gehäuse

Bei einem großen Autozulieferer wird seit kurzem die Plasmatechnologie zur Vorbehandlung von Motor-Pumpengehäusen eingesetzt. Mit dem neuen Verfahren werden zur Vermeidung von Korrosion bei Klebnähten metallische Bauteiloberflächen im Atmosphärendruck selektiv inline beschichtet.



Mit dem Düsenprinzip-System können Oberflächen gezielt aktiviert und beschichtet werden

Sei es zum Korrosionsschutz, als Haftvermittler oder zur leichteren Reinigung einer Oberfläche – die von der Plasmateat GmbH aus Steinhagen in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IFAM, Bremen, neu entwickelte Technik PlasmaPlus bietet eine Fülle unterschiedlich funktionalisierter Schichten zum selektiven Beschichten.

Basis des neuen Verfahrens ist die bereits weltweit eingesetzte atmosphärische Plasmatechnologie „Openair“. Ein großer Automobilzulieferer nutzt die neue Technologie seit diesem Jahr

als Korrosionsschutz bei Lenkungsbau-  
teilen.

### Glasartige Passiv-Schicht

Zur Erzeugung einer Schicht wird dem hier eingesetzten atmosphärischen Plasma eine siliziumorganische Verbindung beigemischt. Durch die hochenergetische Anregung im Plasma wird diese Verbindung fragmentiert und scheidet sich auf einer Oberfläche als glasartige Schicht ab.

Die chemische Zusammensetzung kann je nach Anwendungsfall variiert

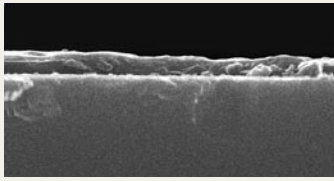
werden, um auf den unterschiedlichen Materialien (beispielsweise Metall, Kunststoff, Glas oder Keramik) die jeweils besten Resultate zu erzielen.

Zur Beurteilung der Schichtdicken wurden REM-Untersuchungen (Rasterelektronenmikroskop) vorgenommen. Bei 50000-facher Vergrößerung zeigen die REM-Aufnahmen von beschichteten Probenquerschnitten einen homogenen und porenfreien Schichtaufbau. Dies ist beim Korrosionsschutz sehr wichtig, da es sich hier um eine passive Schutzschicht handelt, das heißt der Angriff korrosiver Medien wird aufgrund einer Barrierewirkung verhindert. Das Schichtmaterial selbst wird während des Korrosionsvorganges nicht geopfert, wie es beispielsweise bei einer verzinkten Stahloberfläche der Fall wäre (aktiver Korrosionsschutz).

### Besonders effektiv bei Alu-Legierung

Die großen Vorteile gegenüber anderen Beschichtungstechniken liegen bei der PlasmaPlus-Technologie neben dem Inline-Einsatz vor allem in der Technik der selektiven Beschichtung. Die Korrosionsschutzwirkung ist besonders effektiv bei Aluminiumlegierungen. Die Schicht kann das Aluminium mehrere Tage lang gegenüber direktem Salzsprühnebel (DIN 50021) schützen, ohne dass das Metall optisch beeinflusst wird.

Zur Demonstration der Wirkungsweise wurde ein Aluminiumblech (Al99,5) teilbeschichtet, der restliche Bereich verblieb im ungeschützten Ausgangszustand. Die unbeschichtete Aluminiumoberfläche zeigte sich nach 96 Stunden



Querschnitt durch eine circa 100 µm dicke Plasma-Schicht (REM 50 000-fache Vergrößerung)



Unter dem Mikroskop: Der mit der Plasma-Schicht geschützte Bereich zeigt auch nach Einwirkung von 96 Stunden direktem Salzsprühetest keine Anzeichen von Korrosion

Salzsprühetest stark korrodiert (matte Fläche), der beschichtete Bereich wies dagegen noch immer den ursprünglichen Glanz auf. Der Übergang zwischen dem korrodierten und nicht korrodierten Bereich ist in der lichtmikroskopischen Aufnahme bei 100-facher Vergrößerung deutlich erkennbar.

Soll die Plasmabeschichtung als Korrosionsschutz eingesetzt werden, so ist eine dicke Schicht (mehrere hundert Nanometer) empfehlenswert, da diese beständiger gegenüber den korrosiven Medien – wie Elektrolytlösungen, Säuren und Laugen – ist. Als Haftvermittlerschicht reichen schon wenige Nanometer aus. Eine dünne Schicht weist bereits alle wichtigen funktionellen Gruppen auf, mit denen der Klebstoff reagieren und eine feste Bindung eingehen kann.

Die sehr gute Haftung der Beschichtung auf dem Grundmaterial verhindert wirkungsvoll eine Unterwanderung der Klebnaht (Bondline Corrosion). Für ein verklebtes Bauteil, wie zum Beispiel ein Motoren- oder Platinengehäuse in der Automobilindustrie, ist eine Unterwanderung besonders schädlich, da dann die Kraftübertragung bei strukturellen

Verklebungen nicht mehr gewährleistet ist oder aber eine Leckage bei mit Dichtklebstoff versiegelten Gehäusen auftreten kann.

#### Dichtigkeit mit Plasma verbessert

Bei TRW Automotive, Weltmarktführer für Fahrzeug-Sicherheitssysteme, werden seit diesem Jahr erstmals die Motor-Pumpengehäuse für Lenkeinheiten mit der Openair-PlasmaPlus-Technik beschichtet.

Die Beschichtung erfolgt inline und gewährleistet einen höchstmöglichen Schutz vor eindringender Feuchte. Schon mikroskopisch kleine Leckagen infolge von Korrosion können zum Kurzschluss führen und zum Ausfall der Lenkunterstützung. Der Beschichtung mit Atmosphärendruck-Plasma kommt hier eine Schlüsselrolle zu.

Die über einen Drehtisch zugeführten Teile werden von den beiden Robotern zunächst einer Identifikation durch Bar-

code-Scanner und einer Kontrolle der Maßhaltigkeit unterzogen. Anschließend werden die zu verklebenden Flanschoberflächen mittels Plasma intensiv von organischen Verunreinigungen, zum Beispiel feinste Reste von Fräs- und Bohremulsionen, gereinigt, damit sich die im Anschluss aufgebrachte siliziumorganische Schicht optimal mit dem Aluminiumgehäuse verbinden kann.

Nach dem Auftragen einer dünnen Beschichtung werden die Gehäuseteile auf dem Drehtisch abgelegt und können vom Bediener entnommen werden. Im weiteren Produktionsablauf wird dann der Klebstoff dosiert und der Gehäusedeckel befestigt. Durch diesen Prozessablauf ist die Klebnaht optimal gegen Unterwanderung und das Gehäusematerial im Flanschbereich vor korrosivem Angriff geschützt.

Die mechanische, aber vor allem auch die korrosive Belastung, der das Bauteil während seiner Nutzungsdauer unter-

#### PLASMA-BESCHICHTUNG MIT ATMOSPHÄRENDRUCK

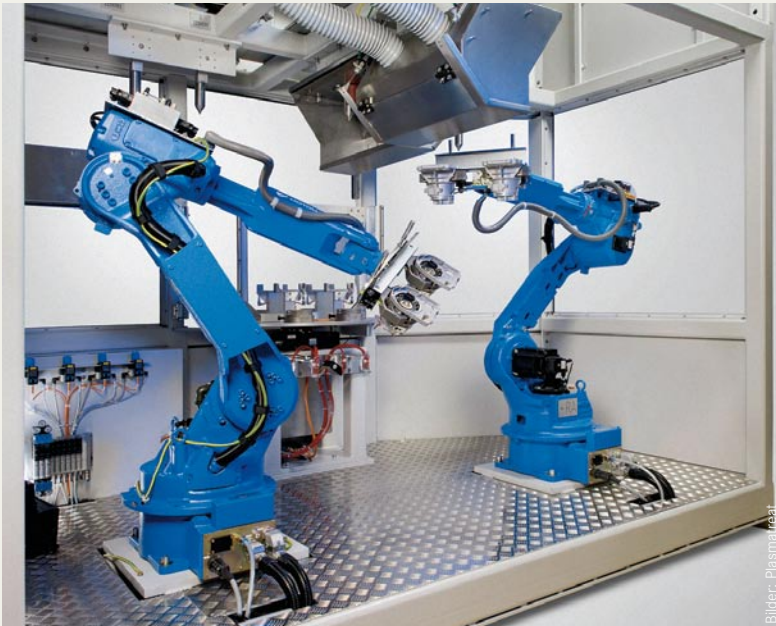
Plasma kennzeichnet eine Materie auf hohem instabilem Energieniveau. Der Energieeintrag erfolgt über die Aggregatzustände fest, flüssig und gasförmig. Wird mittels elektrischer Entladung zusätzlich Energie in die gasförmige Materie eingekoppelt, entstehen elektronisch angeregte Zustände. Dabei können Elektronen die Schale von Atomen verlassen und es kommt zu Bindungsbrüchen. Dies führt zur Bildung von freien Elektronen, Ionen und Molekülfragmenten. Das von Plasmateat entwickelte potenzialfreie Atmosphärendruckplasma-Verfahren (Openair) machte die Anwendung dieses 4. Aggregatzustandes vor rund zehn Jahren industriell nutzbar: Durch die Entwicklung und den Einsatz von Plasmadüsen gelang es, den bis dahin industriell kaum verwendeten Aggregatzustand erstmals in Produktionsprozessen auch inline einzusetzen.

Die auf einem Düsenprinzip basierenden Systeme arbeiten bei Atmosphärendruck und erzeugen mit Hilfe eines in der Düse gezündeten Lichtbogens und des Arbeitsgases Luft ein Plasma, das potenzialfrei auf das zu behandelnde Produkt strömt. Es besitzt ausreichend angeregte Teilchen, um gezielte Effekte auf der Oberfläche einzuleiten. Die Düsen werden mit Luft – eventuell auch mit einem anderen gewünschten Prozessgas – sowie mit Hochspannung betrieben.

Als besonderes Merkmal ist der austretende Plasmastrahl elektrisch neutral, wodurch sich die Anwendbarkeit stark erweitert und vereinfacht. Seine Intensität ist so hoch, dass Bearbeitungsgeschwindigkeiten von mehreren 100 m/min erreicht werden können. Das Openair-System ist durch eine dreifache Wirkung gekennzeichnet: Es aktiviert die Oberfläche durch gezielte Oxidationsprozesse, entlädt erstere gleichzeitig und bewirkt eine mikrofeine Reinigung und hohe Aktivierung der Oberflächen von Metallen, Kunststoffen und Glas.

Zudem wird die Plasmaenergie dieses Systems zur Schichtbildung genutzt. Der wirtschaftliche Aspekt: Die verwendeten Düsensysteme können vom Anwender immer inline, also direkt in die neue oder auch bereits bestehende Fertigungslinie, integriert werden.





Bilder: Plasmamatreat

Roboteranlage zur Plasma-Beschichtung von Motor-Pumpengehäusen für die Automobilindustrie

SWAAT-Test	Prüfungsdauer [Stunden]			
	50	250	500	750
ohne Korrosionsschutz	dicht	undicht	undicht	undicht
Korrosionsschutzfett aufgesprüht	dicht	dicht	dicht	undicht
Beschichtung mit Openair-Plasma	dicht	dicht	dicht	dicht

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

liegt, dürfen nicht zum Versagen der Klebeverbindung führen, da ansonsten der Elektromotor mitsamt der Elektronik nicht mehr geschützt wäre. Diese Umwelteinflüsse werden durch Auslagerung im SWAAT-Test (Sea Water Acetic Acid Test) simuliert.

Gegenüber dem ursprünglichen Verfahren, bei dem nach dem Verkleben ein fluorpolymerbasiertes Korrosionsschutzmittel manuell von außen auf die Klebnaht aufgesprüht wurde, konnte mit der plasmapolymerten Schicht eine wesentlich bessere Dichtigkeit erreicht

werden. Bei der Auslagerung wurde die Dauer bis zum „Durchbruch“, dem Auftreten erster Korrosionserscheinungen im Gehäuseinnern, um circa 50 % auf über 750 Stunden gesteigert.

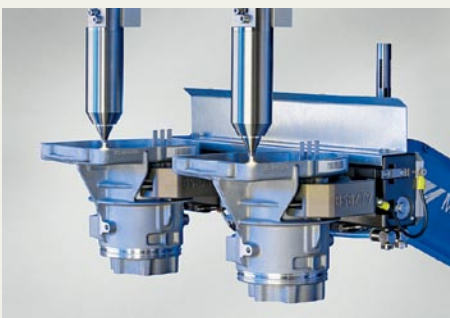
Die Beschichtung mit der neuen Plasmatechnik bietet somit nicht nur optimale Voraussetzungen für eine langzeitbeständige Klebstoffhaftung, sondern gewährleistet gleichzeitig die lange Lebensdauer des Bauteils.

### Unkompliziertes Handling

Das Openair-PlasmaPlus-System ist uneingeschränkt inline-fähig und robotertauglich. Es ermöglicht den Auftrag einer hocheffizienten Antikorrosionsbeschichtung beziehungsweise Haftvermittlerschicht auf die unterschiedlichsten Substratmaterialien und ist damit ein vielseitiges Werkzeug zur Reinigung und Beschichtung von Aluminiumoberflächen.

Aufgrund der geringen Mengen und der Ungiftigkeit der bei der Beschichtung eingesetzten Chemikalien ist das Verfahren sehr umweltschonend. Es werden keine zusätzlichen Lösungsmittel benötigt. Das Entfernen der Schichten vor einem Recyclingprozess ist nicht erforderlich, da sie keine schädlichen Verbindungen enthalten. Die Schichten können zusammen mit dem Substratmaterial einer Wiederverwertung zugeführt werden.

**Der Autor:**  
 Dipl.-Ing. Thomas Beer, Plasmamatreat GmbH,  
 Steinhagen, Tel. 05204 9960-0,  
 mail@plasmamatreat.de, www.plasmamatreat.de



Vor der Plasmabeschichtung werden die Motorengehäuse mit Atmosphären-Plasma mikrofein vorgereinigt (links), danach erfolgt die Beschichtung. Hierzu wird dem Plasma eine silizium-organische Verbindung zugeführt (rechts).

