

## SELEKTIV REINIGEN UND BESCHICHTEN

# Atmosphärisches Plasma ersetzt Chemie

Die atmosphärische Plasmatechnologie hat sich als umweltschonende Alternative gegenüber der nass-chemischen Reinigung und Vorbehandlung bereits vielfach bewährt. Die Technologie ermöglicht eine sichere Reinigung und Aktivierung sowie eine langzeitstabile Haftung von Beschichtungen zum Beispiel auf Aluminium, Kunststoffen und Glas.

Die sichere Haftung einer Beschichtung auf Metallen, Kunststoffen oder Glas setzt voraus, dass zum einen die Materialoberfläche feinstgereinigt ist, zum anderen die Oberflächenenergie des Festkörpers möglichst größer ist als die Oberflächenspannung (mN/m) des flüssigen Klebstoffes oder Lackes. Am häufigsten kommen dafür nass-chemische Verfahren zum Einsatz.

Eine Alternative zur nass-chemischen Vorbehandlung bietet die Plasmatechnologie Openair von Plasmatreteat. Mit dem Verfahren lässt sich eine mikrofeine Reinigung, hohe Aktivierung und Nanobeschichtung von Materialoberflächen erzielen und damit eine langzeitstabile Haftung von Lacken und Klebstoffen.

Das Plasmaverfahren ist im voll automatisierten und kontinuierlichen Produktionsprozess einsetzbar. Die Vorbehandlung erfolgt inline unter normalen Luftbedingungen und auf umweltfreundliche Weise: benötigt werden für den Betrieb lediglich Druckluft und elektrische Energie. VOC-Emissionen werden vermieden.

## Elektrisch neutraler Plasmastrahl

Das in den Plasmazustand überführte Gas ist elektrisch leitfähig. Eine Besonderheit des Openair-Verfahrens ist der elektrisch nahezu neutrale Plasmastrahl, der die Anwendbarkeit stark erweitert und vereinfacht. Wenn das potenzialfreie Plasma auf eine Oberfläche auftrifft, können die elektrischen

Ladungsträger des statisch aufgeladenen Werkstücks gegen Erde abfließen. Es erfolgt somit eine statische Entladung der Oberfläche.

Die Intensität der Plasmabestrahlung ist derart hoch, dass Bearbeitungsgeschwindigkeiten von mehreren 100 m/min erreicht werden können. Darüber hinaus können durch Zusatz eines Precursors auch selektive Nanobeschichtungen erfolgen, wodurch unter anderem eine individuelle Anpassung der Oberflächeneigenschaften gemäß den Anforderungen der späteren Produkte möglich wird. So können Metalle mit haftvermittelnden und korrosionshemmenden Schichten ausgerüstet werden.

## Reinigen, Aktivieren, Beschichten

Ohne die hohe Aktivierung, die beispielsweise ein unpolarer Kunststoff wie Polypropylen durch den Plasmaprozess erfährt, gäbe es Benetzungsprobleme, die eine Beschichtung unmöglich machen würden. Bei der



Die atmosphärische Plasmatechnologie ermöglicht auf umweltfreundliche Weise die mikrofeine Reinigung, Aktivierung und Nanobeschichtung von Materialoberflächen für Nachfolgeprozesse wie das Lackieren, Bedrucken, Verkleben und Beschichten

Plasmavorbehandlung wird die Oberflächenenergie des Kunststoffes stark erhöht, indem polare Gruppen, wie Hydroxylfunktionen, auf der Oberfläche erzeugt werden. Dadurch wird zum einen die vollflächige Benetzung mit Lack möglich und zum anderen deren kovalente Bindung, das heißt eine sehr stabile Atombindung an die Oberfläche. Die Folge sind homogene Lackverläufe und eine langzeitstabile Haftung von Beschichtungen auch bei allerhöchster Beanspruchung. Versuche haben ergeben, dass durch die Plasmavorbehandlung von Kunststoffen Oberflächenenergiewerte über 72 mJ/m<sup>2</sup> möglich werden.

Bei Metallen schafft die atmosphärische Plasmareinigung und -beschichtung die entscheidende Voraussetzung für anschließende Lackierprozesse oder hohen Korrosionsschutz. Die Behandlung erfolgt sehr gleichmäßig, die Vorbehandlungsergebnisse sind reproduzierbar und die eingestellten Parameter werden mittels einer computergesteuerten Prozesskontrolle überwacht. Eine zusätzliche Vorbehandlung durch lösemittelhaltige Primer oder durch das Bürsten und Abwaschen von Oberflächen entfällt beim Einsatz dieser Plasmatechnik komplett.

### Breites Anwendungsspektrum

#### Lösemittelfreie Beschichtung von Kunststoffen

Zieltechnologien für eine Openair-Plasmabehandlung in der Kunststoffindustrie sind das 2K-Spritzgussverfahren sowie vor- und nachgeschaltete Prozesse wie das Lackieren, Verkleben, Bedrucken, Schäumen und Beschichten von Kunststoffoberflächen. Durch die hohe Aktivierungsfähigkeit des Plasmas können bislang inkompatible Substrate verbunden werden. Entscheidend ist darüber hinaus, dass die Haftung von wasserbasierenden Lacksystemen auf sehr unpolaren Kunststoffen möglich ist.

#### Metalle: Ersatz von Chromatierungen

Konventionelle, automatisierte Chromatierungsverfahren behandeln das gesamte Bauteil. Nicht zu beschichtende Stellen müssen durch Masken abgedeckt oder die Schicht muss in einem folgenden Arbeitsschritt wieder entfernt werden.

Eine umweltfreundliche und wirtschaftliche Alternative ist die selektive Plasma-Polymerisation unter Normaldruck. Die in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IFAM, Bremen, entwickelte Technologie, PlasmaPlus, ermöglicht die selektive, nanodünne Beschichtung von Materialoberflächen erstmals bei normalen Luftbedingungen. Die anti-korrosiv wirkende Haftvermittlerschicht erreicht nicht nur einen hohen Korrosionsschutz, sondern ist auch ein exzellenter Haftgrund. 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.

Die PlasmaPlus-Technologie kommt bereits für Aluminium-Oberflächen in der Solartechnik und im Fahrzeugbau zum Einsatz. Die wesentlichen Vorteile gegenüber anderen Beschichtungstechniken liegen neben dem Inline-Einsatz vor allem in der selektiven Beschichtung. Die Korrosionsschutzwirkung ist besonders effektiv bei Aluminiumlegierungen. Die Schicht vermag das Alumi-

nium mehrere Tage lang gegenüber direktem Salzsprühnebel (DIN 50021) zu schützen, ohne dass das Metall optisch beeinflusst wird.

#### Plasma in der Autoproduktion

TRW Automotive, Weltmarktführer für Fahrzeug-Sicherheitssysteme, setzt die PlasmaPlus-Technik bei Motor-Pumpengehäusen seit 2007 zur Lenkunterstützung ein. Zur Vermeidung von Korrosion werden bei diesem sicherheitsrelevanten Bauteil Klebnähte metallischer Bauteiloberflächen im Atmosphärendruck selektiv beschichtet. Die Beschichtung erfolgt inline und gewährleistet einen höchstmöglichen Schutz vor eindringender Feuchte. Der Beschichtung mit Atmosphärendruck-Plasma kommt hier eine Schlüsselrolle zu. Der SWAAT-Test (Sea Water Acetic Acid Test) ergab, dass die Verklebnähte der plasmageschützten Aluminium-Druckgussgehäuse zehnmal langsamer korrosiv unterwandert wird, als bei einem unbehandelten Bauteil. Die Dauer bis zum Auftreten erster Korrosionserscheinungen im Gehäuseinnern wurde um etwa 50 % auf über 750 Stunden gesteigert (siehe Tabelle).

Das Fraunhofer IFAM befasst sich intensiv mit dem Thema des Ersatzes von Chromatierungen durch Plasma. In dem wissenschaftlichen AIF-Projekt Nr. 14240N/1 „Korrosionsschutz von Aluminium mittels Plasmabeschichtungen“ wird erklärt: „Durch die Plasmabeschichtung von Aluminiumoberflächen konnte nachgewiesen werden, dass Chrom-6 und lösungsmittelhaltige Pri-

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

Dauer im SWAAT-Test bis zum Auftreten von Korrosionserscheinungen im Inneren der Aluminium-Druckgussgehäuse

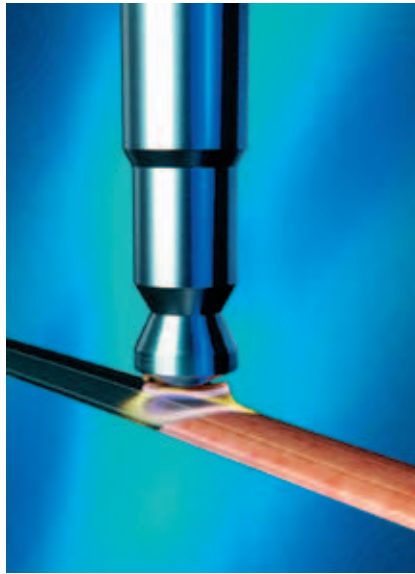
mersysteme durch chromfreie und lösemittelfreie Systeme ersetzt werden können.“

### Chromfreie Aluminium-Profile

Zu dekorativen Zwecken werden Aluminium-Profile für den Innenbereich, wie Türprofile oder Fensterleisten, überwiegend lackiert oder mit Folie ummantelt. Das Ummanteln erfolgt mit hochwertig bedruckten Dekorpapieren oder speziellen Kunststofffolien und gibt den Profilen eine anspruchsvolle Optik. Im Außenbereich sind es Produkte wie Fensterbänke und Zaunpfosten, die eine Folienummantelung erhalten. Verklebungen auf Aluminium sind jedoch aufgrund der Neigung des Werkstoffes zur Bildung von Oxiden an der Oberfläche recht anspruchsvoll. Derartige Oxide unterwandern die Verklebung und führen unter Bewitterungseinflüssen und Temperaturwechsel langfristig zur Ablösung. Aus diesem Grund ist das Aufbringen einer Schutzschicht erforderlich, wobei die Chromatierung Stand der Technik in der Oberflächenvorbehandlung von Aluminium-Profilen ist. Der Prozess erfolgt unter anderem in chromhaltigen Bädern und hinterlässt Abwasser, die aufwendig nachbearbeitet werden müssen.

In der Fertigungslogistik wird die Chromatierung als zusätzlicher Veredelungsschritt vor der Ummantelung eingesetzt. Sie schlägt bei der Herstellung größerer, komplizierter Profile mit Kosten von bis zu 30 Cent/Meter zu Buche. Da typische Ummantelungsgeschwindigkeiten bei etwa 20-30 m/min liegen, ist der Wunsch nach einer Reduzierung dieses Kostenanteils verständlich. Neben dem Ruf nach Kostensenkung besteht die Anforderung eines umweltfreundlichen Verfahrens ohne Schwermetalle.

Das Openair-Verfahren trägt beiden Belangen Rechnung. Die Vorbehandlung von Aluminiumprofilen kann, dank der einfachen Integrationsmöglichkeit der Plasmadüsen, direkt in der Ummantelungsmaschine stattfinden. Dabei wer-



Aluminiumleisten vor der Ummantelung: Durch die Behandlung im atmosphärischen Plasma lässt sich die Chromatierung vollständig ersetzen

den die Düsen an den zu ummantelnden Flächen überlappend positioniert und ermöglichen eine gute Vorbehandlung, insbesondere für im Innenbereich verwendete Profile. Für weitere Anforderungen hinsichtlich der Umwelt- und Temperatureinflüsse steht das Plasma-Plus-Verfahren zur Verfügung, das einen optimalen Haftgrund für Ummantelungsklebstoffe bietet.

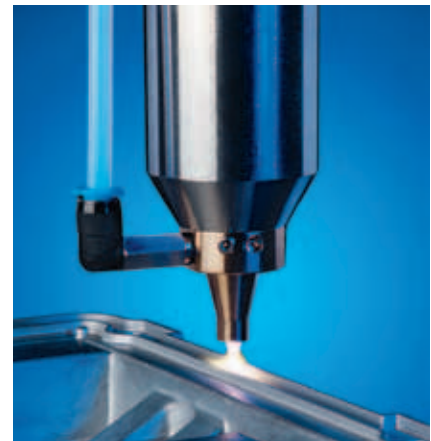
### Vorbehandlung im CoilCoating-Prozess

Viel beachtet war 2007 der erste Einsatz von Plasma im CoilCoating-Prozess der Griesser AG in der Schweiz, einem der führenden europäischen Hersteller von Aluminium-Rolläden für den Fassadenbau. Hier wurde der gesamte nass-chemische Vorreinigungsprozess durch die Plasmatechnologie Openair ersetzt. Mit dem Einsatz des Plasmasystems zur Vorbehandlung der Aluminiumbänder vor dem Lackieren konnte die Geschwindigkeit der Anlage gegenüber der früheren vervierfacht werden. Zudem werden große Mengen an Chemikalien und tausende Tonnen von Abwasser vermieden.

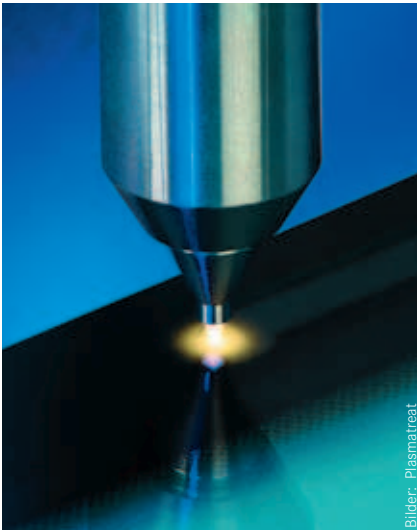
### Umweltfreundliche Vorbehandlung von Glass

Seit Jahren ist die Direktverglasung im Automobilbau Stand der Technik. Dabei werden Front- und Heckscheiben direkt mit der Karosserie des Automobils verklebt. Mit Blick auf die Sicherheit ist eine verlässliche Verklebung extrem wichtig. Die eingesetzten PUR-Klebstoffe müssen, um sicher zu haften, gegen einwirkende Umwelteinflüsse, wie zum Beispiel UV-Einstrahlung, geschützt werden. Dies erfolgt standardmäßig durch eine im Siebdruck aufgebrauchte und eingebrannte Keramikbeschichtung. Diese Beschichtung unterscheidet sich je nach Herstellungsverfahren in der erreichten Reduzierung der UV-Durchlässigkeit. Teilweise wird dieser Effekt durch eine zusätzliche Schwarzprimer-Beschichtung verbessert. Moderne Siebdrucke gewährleisten jedoch bereits eine exzellente UV-Blockierung, so dass dieser Schritt bereits in vielen Fertigungslinien entfällt.

Um eine gute Haftung des Klebstoffes zum Keramik-Siebdruck aufzubauen, ist es jedoch ebenfalls Stand der Technik, Haftvermittler einzusetzen. Diese basieren überwiegend auf Lösungsmitteln und sind silanmodifiziert. Der Auftrag erfolgt vielfach manuell oder durch automatisierte Wischsysteme. Die Scheiben können erst nach dem Abtrocknen dieser



Die antikorrosiv wirkende Haftvermittlerschicht bietet nicht nur einen hohen Korrosionsschutz, sondern ist auch ein guter Haftgrund für viele Klebstoffe



Umweltfreundliche Vorbehandlung ohne VOC-Emissionen vor der Direktverglasung im Automobilbau

Haftvermittler weiterverarbeitet werden. Beim Abtrocknen werden VOC-Emissionen freigesetzt, die sich in der automobilen Fertigung nicht selten in der gesamten Produktionshalle verteilen.

Die Plasmatreteat Gruppe hat zusammen mit dem amerikanischen Unternehmen Ford Automotive eine Lösung erarbeitet, die die atmosphärische Openair-Technik bei der Direktverglasung nutzt und eine umweltfreundliche Vorbehandlung ohne VOC-Emissionen ermöglicht. Das Plasma wird in zwei Prozessschritten eingesetzt: a) um die Oberfläche von eventuellen Kohlenwasserstoffresten zu befreien und b) um mittels der Plasma-Plus-Beschichtungstechnik eine Silan-Modifikation der Oberfläche durch Auftrag einer Nano-Beschichtung vorzunehmen. Der Gesamtprozess wurde von Ford umfassend auf unterschiedlichsten Keramik-Siebdrucken abgeprüft und hat auch unter extremen Bedingungen in der Wüste die gewünschten Resultate gebracht. Als exklusiver Lizenzpartner dieser neuen Technologie steht Plasmatreteat ab 2011 für deren automatisierte Anwendung.

Inès A. Melamies

**Kontakt:**

Plasmatreteat GmbH, Steinhagen, Tel. 05204 9960-0,  
mail@plasmatreteat.de, www.plasmatreteat.de