



## Kunststoffe im Automobil

Hochleistungspolymere  
in hochbelasteten  
Anwendungen

[www.lightweight-design.com](http://www.lightweight-design.com)

2  
09

# lightweightdesign

DIE FACHZEITSCHRIFT FÜR DEN LEICHTBAU BEWEGTER MASSEN



## LUFT- UND RAUMFAHRT

Atmosphärische  
Plasmavorbehandlung



### Roland Harings

Novelis Switzerland SA.  
„Das neue Aluminium“



### Fügetechnik

Verbinden im Multi-  
Material-Design

Luft- und Raumfahrtindustrie

# Möglichkeiten der atmosphärischen Plasmavorbehandlung

Die leuchtenden Hochglanzlackierungen und -beschichtungen von Passagierflugzeugen dienen nicht nur der Optik. Ihr wahrer Zweck ist der Schutz der Aluminium-Struktur vor den rauen Umweltbedingungen, denen das Flugzeug ausgesetzt ist. Der Lack muss das Material gegen Korrosion durch das Eindringen von Feuchtigkeit sowie gegen Erosion durch Regen, Hagel und Schmutz auf Landebahnen schützen. Der Trend zur Verwendung moderner Verbundwerkstoffe in Flugzeugen stellt zahlreiche neue Anforderungen an die Oberflächenvorbehandlung und Beschichtung.

Die Vorbehandlung von Aluminium ist generell der erste Schritt eines bis heute mehrstufigen Beschichtungsprozesses, bestehend aus Säureätzungen, Konversionsbeschichtungen, Primern und Decklacken. Diese Prozesse sind üblich und werden durch Hunderte von Prozessspezifikationen geregelt. Der erste Schritt umfasst häufig das Waschen mit Lösungsmitteln, das Strahlen mit unterschiedlichen Medien (**Media Blasting**) oder das manuelle Schleifen. Dabei wird es immer wichtiger, Lösemittel, toxische Materialien und die Schwankungen manueller Arbeiten in der Produktion zu vermeiden oder zu minimieren.

## AKTIVIERUNG UND REINIGUNG VON OBERFLÄCHEN MIT ATMOSPHERISCHEM PLASMA

Die Plasmatechnologie Openair ist ein von Plasmateat, Steinhaagen, entwickelter Prozess, der darauf abzielt, diesen wachsenden Anforderungen gerecht zu werden. Das Hochdurchsatzverfahren wirkt auf dreifache Weise: Das atmosphärische Plasma aktiviert die Oberfläche in hohem Maße durch selektive Oxidationsprozesse, beseitigt statische Ladungen und bewirkt die mikrofeine Reinigung. Damit schafft es die Voraussetzung für die optimale Adhäsion von Lacken und Beschichtungen. Das System gilt als uneinge-

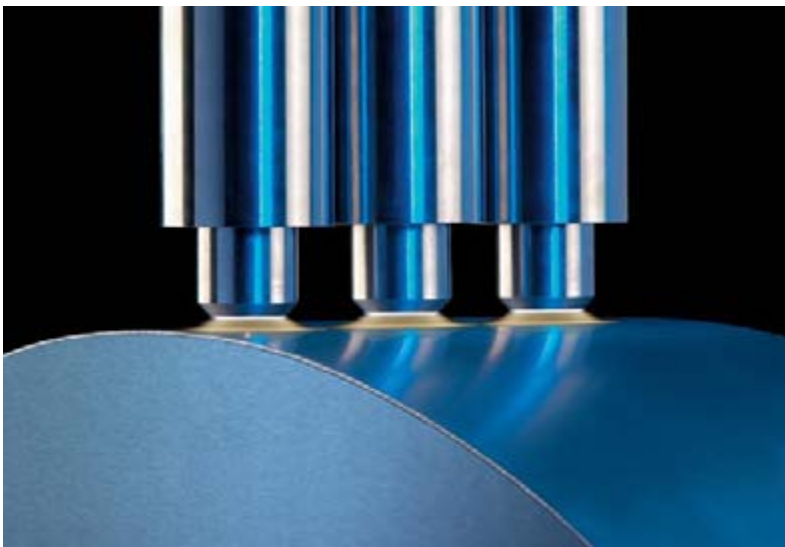
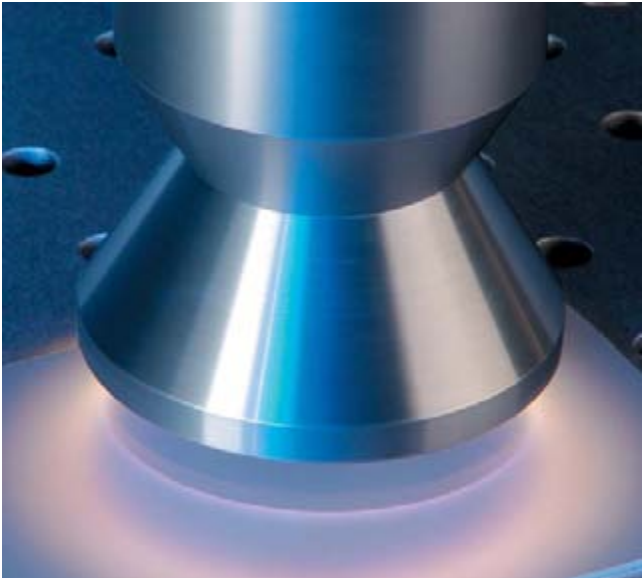


BILD 1

Zur Erhöhung des Korrosionsschutzes und für eine langzeitstabile Lackhaftung werden Aluminium-Bleche und Komposite mit Openair-Plasma vor dem Lackierungsprozess mikrofein vorgereinigt und ihre Oberflächen stark aktiviert.



**BILD 2** Der Plasmastrahl trifft nahezu mit Schallgeschwindigkeit berührungslos auf die zu behandelnde Kunststoffoberfläche, deren Erwärmung dabei nur etwa  $\Delta T < 20\text{ °C}$  beträgt.

schränkt robotertauglich und kann in bestehende Fertigungslinien implementiert werden.

Zudem ist das Verfahren insofern wirtschaftlich und umweltfreundlich, als die Düsen allein mit Strom und Luft betrieben werden. Es produziert keine toxischen Emissionen oder Abfallstoffe und kann die Verwendung von Lösungsmitteln minimieren bzw. komplett überflüssig machen. Als besonderes Merkmal ist der austretende Plasmastrahl elektrisch neutral, wodurch sich die Anwendbarkeit stark erweitert und vereinfacht. Seine Intensität ist so hoch, dass beim Einsatz feststehender Einzeldüsen Bearbeitungsgeschwindigkeiten von mehreren 100 m/min erreicht werden können. Der Plasmastrahl wird am Düsenaustritt erzeugt, dabei fokussiert und gibt seine Energie beim Kontakt an die Oberfläche ab.

Ein einzelner Plasmastrahl kann, abhängig von der Leistung der Plasmadüse, bis zu 50 mm lang sein und eine Behandlungsbreite von 25 mm erzielen. Die Plasmaquelle wird je nach erforderlicher Behandlungsleistung im Abstand von 10 bis 40 mm mit einer Geschwindigkeit von 6 bis 600 m/min relativ zur Oberfläche des Behandlungsmaterials bewegt.

Durch den Einsatz von rotativen Plasmadüsen, kann eine Wirkbreite von bis zu 130 mm pro Düse, bei Behandlungsgeschwindigkeiten bis 40 m/min, realisiert werden. Zur Vorbehandlung größerer Flächen stehen neben den Einzeldüsen auch ganze Rotationssysteme zur Verfügung. Dazu gehören je nach Anwendung mehrere Plasmaerzeuger, die mit sehr hoher Drehzahl rotieren. Je nach Durchmesser und Anordnung der Plasmadüsen können so in einem Durchlauf bis zu 2.000 mm breite Flächen behandelt werden.

Die Kunststoffoberflächen in Verbundwerkstoffen sind häufig chemisch inert, da ihre langen Polymerketten einen niedrigen Ober-



**BILD 3** Quelle: Rokit/www.photocase.de

flächendruck aufweisen und keine oder nur wenige funktionelle Gruppen besitzen. Infolgedessen können sie nur schwer Lacke oder Beschichtungen haftend binden. Die Ionen und freien Elektronen im Plasmastrahl bewirken die Anbindung von Stickstoff und Sauerstoff an die Oberfläche des Polymers, so dass sich funktionelle Gruppen wie -OH und -NH bilden. In diesem Fall beträgt die Erwärmung der Kunststoffoberflächen während der Behandlung etwa  $\Delta T < 20\text{ °C}$ . Der Prozess kann auf Oberflächen von Metallen, Kunststoffen, Keramik und Glas angewandt werden.

#### ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN IN DER LUFT- UND RAUMFAHRTTECHNIK

Nachdem sich das Openair-Verfahren bereits seit Jahren in unterschiedlichen Industriebereichen bewährt hat, wird es derzeit intensiv auf die Oberflächenbehandlung von Aluminium und Kompositen bei Flugzeugkonstruktionen im Hinblick auf deren spätere Lackierung und Beschichtung getestet.

Die grundlegenden Parameter bei dem Verfahren sind der Abstand der Düse zur Oberflächen sowie die Geschwindigkeit der Bestrahlung. Damit kann das Plasmasystem robotergesteuert einen reproduzierbaren Reinigungs- und Aktivierungsprozess sicherstellen. Die Schwankungen und Kosten, die beispielsweise durch das Schleifen von Hand oder durch so genanntes Media Blasting entstehen, könnten also vermieden werden.

Die Openair-Technologie ist sowohl für die Schnellbehandlung von großflächigen Teilen wie Flugzeugflügeln oder Rumpfbaugruppen als auch für die präzise Behandlung kleiner Bereiche geeignet. Komplexe Geometrien können einfach eingebunden werden. Da das System unter normalen Luftbedingungen betrieben wird, besteht

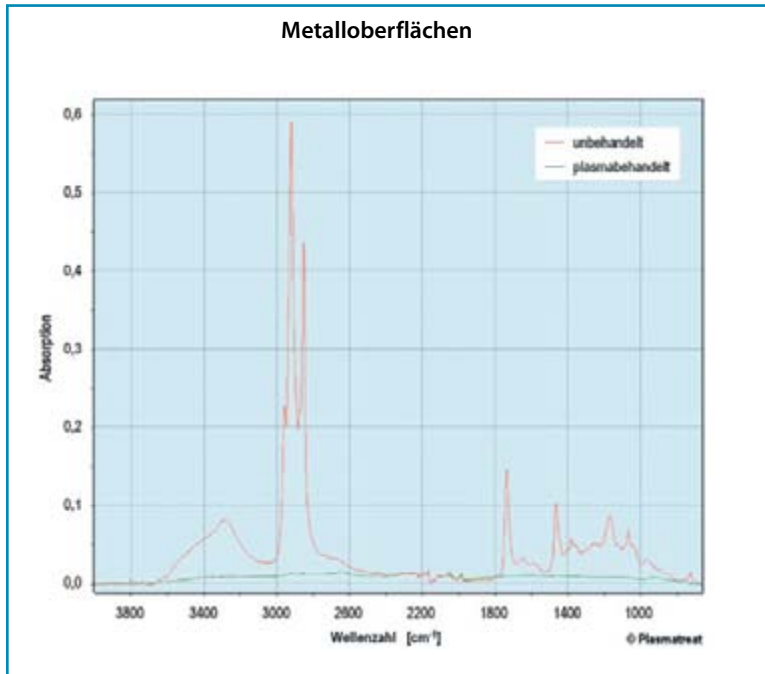


BILD 4

Graphik Plasmareat: Infrarotspektroskopiemessung. Im Rahmen der Feinstreinigung von Metalloberflächen entfernt Openair-Plasma alle Unreinheiten und organischen Verunreinigungen wie Fette und Öle sowie an der Grenzfläche haftendes Wasser (rot = unbehandelt, grün = vorbehandelt mit Plasma).

keine Anforderung an große Vakuumkammern und Pumpsysteme, wie es für Prozesse im Niederdruckplasma erforderlich wäre. Aufgrund seiner Potenzialfreiheit eignet sich diese Plasmabehandlung auch für die Oberflächen gemischter Materialien. Sowohl Kohlenstoffkomposite wie auch Metalle können behandelt werden, ohne dass elektrische Lichtbögen auftreten, wie sie mit Koronabehandlungsverfahren verbunden sind.

#### REINIGUNG VON ALUMINIUM VOR DER BESCHICHTUNG

Häufig werden Antikorrosionsprimer auf die Innenflächen von Flugzeugrümpfen, auf Flügelkonstruktionen mit Versteifungen und auf

Befestigungsteile aufgebracht. Ebenso auf versenkt genietete Bleche. Diese Bereiche sind häufig schwer zu reinigen und vorzubehandeln. Die Kanten der Niete sind anfällig für Beschädigungen und bilden häufig Angriffspunkte für Korrosion. Da das Plasma diese sehr kleinen Bereiche berührungslos erreicht, kann an diesen Stellen eine Beschichtungshaftung ohne Beschädigungen erzielt werden.

#### ENTFERNEN VON FORMTRENNMITTELN

Langstreckenflugzeuge werden heute sowohl aus neuartigen Materialien wie auch aus Kombinationen unterschiedlicher Materialien, den Kompositen, gebaut. Hierbei handelt es sich um Schichtmaterialien, die gewöhnlich aus kohlenstoffaserverstärktem Kunststoff in

English abstract

► Download full English version at: [www.lightweight-design.com](http://www.lightweight-design.com)

Quality Assurance

## Aviation and Space Industry

### Possibilities for atmospheric-pressure plasma pretreatment

The high-gloss paintwork and coatings on passenger aircraft not only provide an attractive appearance. Their main purpose is to protect the aluminium structure from the aggressive environmental conditions to which the aircraft is exposed. The coating must protect the aircraft against corrosion caused by the penetration of moisture as well as against erosion due to rain, hail and dirt on runways. The trend towards the use of modern composite materials in aircraft makes numerous new demands on the surface pretreatment and coating.

Gießformen hergestellt und bei relativ hohen Temperaturen gehärtet werden. Aufgrund ihres geringeren Gewichts sowie ihrer besseren Resistenz gegen Materialermüdung und Korrosion werden in der Luft- und Raumfahrtindustrie immer mehr hoch entwickelte Verbundwerkstoffe verwendet. Angefangen bei Fiberglas-Kompositen in Sekundärstrukturen wie Verkleidungen und Abdeckungen, werden nun Kohlenstofffaserkomposite in Primärkonstruktionen wie Flügeln, Steuerflächen und Flugzeugrümpfen eingesetzt.

Diese gegossenen Formteile sind mit Formtrennmitteln verunreinigt, die häufig Silikone enthalten. Für eine zuverlässige Bindung, Beschichtung oder Lackierung müssen diese Verunreinigungen vollständig entfernt werden. Gegenwärtig umfassen Oberflächenvorbereitungsmethoden das Abwischen mit Lösungsmitteln und das Schleifen per Hand. Neben ihrer Unbeständigkeit und schlechten Überprüfbarkeit gelten diese Methoden als vergleichsweise langsam und teuer. Mit atmosphärischem Plasma hingegen können Formtrennmittel effektiv entfernt werden. Nur nach einer vollständigen Entfernung der Verunreinigungen kann garantiert werden, dass anschließende Lackierungen oder Verklebungen von höchster Qualität sind. Zusätzlich zur mikrofeinen Reinigung, interagieren die reaktiven Elemente des Plasmas mit dem Verbundwerkstoff und aktivieren diesen, so dass er mit

Blick auf eine verbesserte Haftung eine chemische Bindung mit dem Lack oder Beschichtungssystem eingehen kann.

### INNENFLÄCHEN IM FLUGZEUG

Nicht alle Flugzeugteile werden zur Fertigstellung mit Lackierungen oder Flüssigbeschichtungen versehen. Viele innen liegende Oberflächen bestehen aus einer leicht zu reinigenden Kunststoffolie, die auf die Innenseite der Composite laminiert wurde. Trennwände, Gepäcktaufächer, Wände und auch Decken werden häufig mit Hilfe dieser Methode verkleidet. In diesen Fällen kann die Openair-Technik schließlich auch zur Haftungsverbesserung der Laminierungen eingesetzt werden. ●

---

### Der Autor

Wally Hansen, Market Manager Aerospace,  
Plasmatreat North America

---