



# Reine Luft

## Atmosphärische Plasmavorbehandlung für die Luft- und Raumfahrtindustrie

Die leuchtenden Hochglanzlackierungen und -beschichtungen von Passagierflugzeugen dienen nicht nur der Optik. Ihr wahrer Zweck ist der Schutz der Aluminiumstruktur vor den rauen Umweltbedingungen, denen das Flugzeug über viele Dienstjahre ausgesetzt sein wird. Der Lack muss das Flugzeug 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. Doch der Druck, Lösemittel, toxische Materialien und die Schwankungen manueller Arbeiten in der Produktion zu vermeiden oder wenigstens zu minimieren, wächst ständig.

### Aktivierung und Reinigung von Oberflächen mit atmosphärischem Plasma

Die vom Anlagenbauer Plasmatreat, Steinhagen, entwickelte Plasmatechnologie Openair ist ein Prozess, der darauf abzielt, die vorgenannten Problematiken zu lösen. Die Technik – ein robustes

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 von Oberflächen. Damit schafft sie die Voraussetzung für die optimale Adhäsion von Lacken und Beschichtungen. Das System kann in bestehende Fertigungslinien implementiert werden und gilt als uneingeschränkt robotertauglich.

Zudem ist das Verfahren dadurch wirtschaftlich im Betrieb und umweltfreundlich, dass die Düsen einzig mit Luft und Strom betrieben werden. Es produziert keine toxischen Emissionen oder Abfallstoffe und kann die Verwendung von Lösungsmitteln stark minimieren beziehungsweise komplett überflüssig machen.

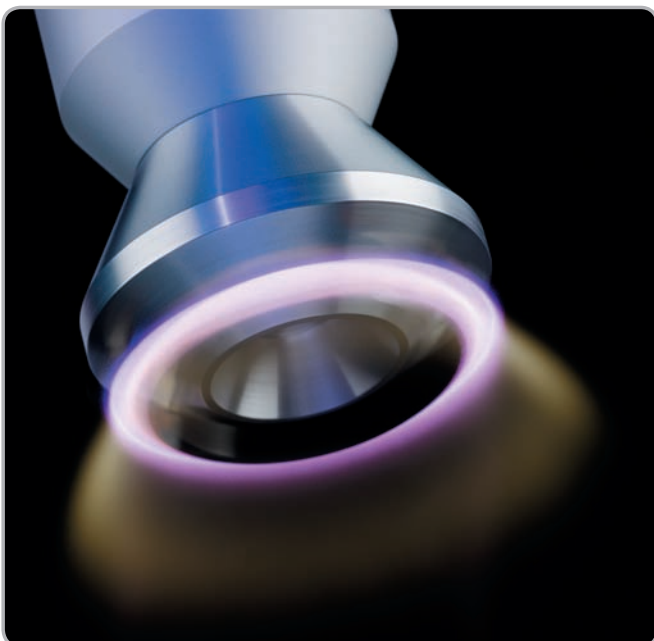
Als besonderes Merkmal ist der austretende Plasmastrahl elektrisch neutral, wodurch sich die Anwendbarkeit stark erweitert und vereinfacht. Seine Intensität ist so hoch, dass beim Einsatz

feststehender Einzeldüsen Bearbeitungsgeschwindigkeiten von mehreren 100 Metern pro Minute 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 Millimeter lang sein und eine Behandlungsbreite von 25 Millimetern erzielen. Die Plasmaquelle wird je nach erforderlicher Behandlungsleistung im Abstand von 10 bis 40 Millimetern mit einer Geschwindigkeit von 6 bis 600 Metern pro Minute relativ zur Oberfläche des Behandlungsmaterials bewegt.

Durch den Einsatz von rotativen Plasmadüsen kann sogar eine Wirkbreite bis 130 Millimetern pro Düse bei Behandlungsgeschwindigkeiten bis 40 Metern pro Minute erreicht werden. Zur Vorbehandlung größerer Flächen stehen neben den Einzeldüsen auch ganze Rotationssysteme zur Verfügung. Sie beinhalten je nach Anwendung mehrere Plasmaerzeuger, die mit sehr hoher Drehzahl rotieren. Je nach Durchmesser und Anordnung der Plasmadüsen können in einem Durchlauf bis zu 3.000 Millimeter breite Flächen behandelt werden.

Die Kunststoffoberflächen in Verbundwerkstoffen sind häufig chemisch inert, da ihre langen Polymerketten einen niedrigen Oberflächendruck 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.



*Rotationsdüse zur großflächigen Reinigung und Aktivierung*

„Die Erwärmung der Kunststoffoberflächen während der Behandlung beträgt in diesem Fall nur  $\Delta T < 30^\circ\text{C}$ . Die Oberfläche wird durch das Plasma nicht nur feinstgereinigt, sondern gleichzeitig stark aktiviert, was die Adhäsion von Lackierungen und Beschichtungen deutlich verbessert“, erklärt Plasmareat Geschäftsführer Christian Buske. Der Prozess kann besonders wirksam auf Oberflächen von Metallen, Kunststoffen, Keramik und Glas angewandt werden.

### Anwendungsmöglichkeiten in der Luft- und Raumfahrttechnik

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

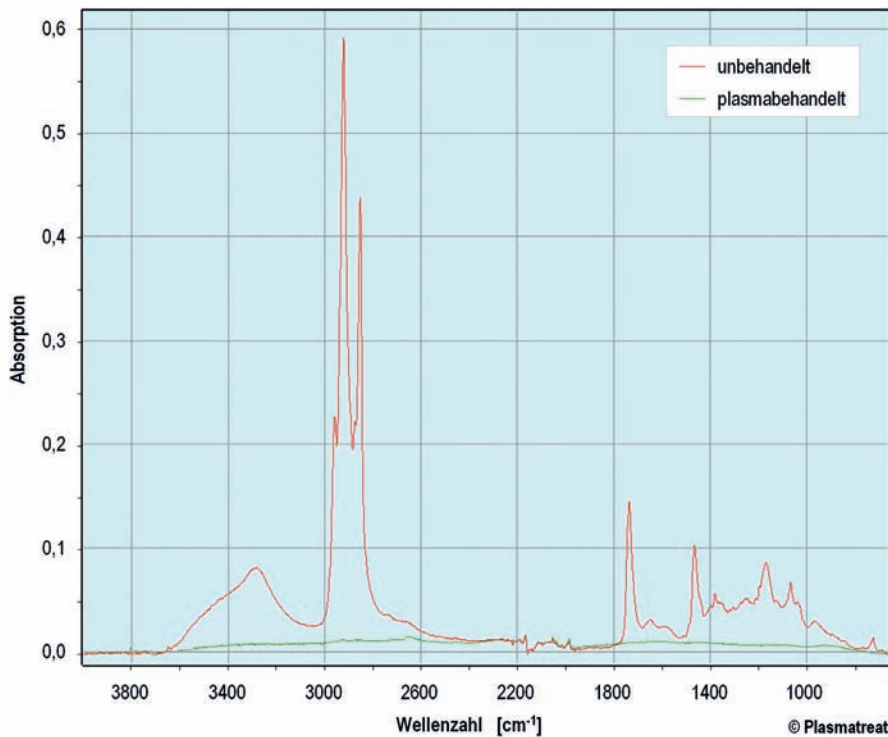
Die grundlegenden Parameter bei dem Verfahren sind der Abstand der Düse zur Oberfläche sowie die Geschwindigkeit der Bestrahlung. Damit kann das Plasmasystem robotergesteuert einen reproduzierbaren Reinigungs- und Aktivierungsprozess sicherstellen. Die Schwankungen und Kosten, die beispielsweise durch das Schleifen von Hand oder durch 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.

Häufig werden Antikorrosionsprimer auf die Innenflächen von Flugzeigrümpfen, auf Flügelkonstruktionen mit Versteifungen und auf Befestigungsteile aufgebracht. Ebenso auf versenkt genietete Bleche. Diese Bereiche sind häufig schwer zu reinigen und vorzubehandeln. Im Rahmen der Feinstreinigung von Metalloberflächen entfernt Openair-Plasma alle Unreinheiten und organischen Verunreinigungen, wie Fette und Öle sowie an der Grenzfläche haftendes Wasser. Die Kanten der Nieten sind besonders anfällig für Beschädigungen und sie bilden den besten Angriffspunkt für Korrosion. Da das Plasma berührungslos diese sehr kleinen Bereiche erreicht, kann an diesen korrosionsanfälligen Flächen eine zuverlässige Beschichtungshaftung erzielt werden.

Da das System unter normalen Luftbedingungen betrieben wird, besteht keine Anforderung an große Vakuumkammern und Pumpsysteme, wie es für Prozesse im Niederdruckplasma erforderlich wäre.

## Metalloberflächen



Infrarotspektroskopische Messung: Bei der Feinreinigung von Metalloberflächen entfernt Openair®-Plasma alle Verunreinigungen und organischen Kontaminationen wie Fette und Öle sowie an der Grenzschicht anhaftendes Wasser.

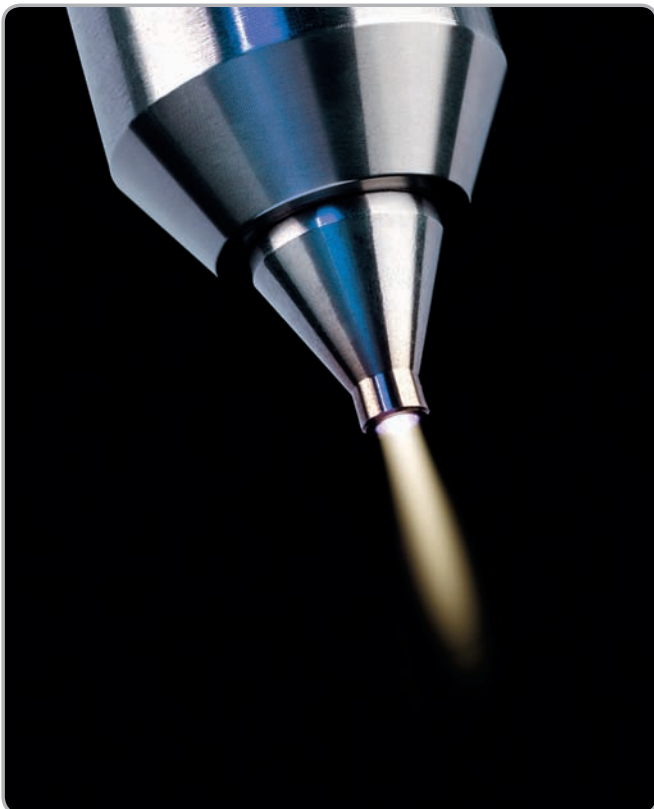
Aufgrund seiner Potentialfreiheit eignet sich diese Plasma-behandlung ideal für die Oberflächen gemischter Materialien. Sowohl Kohlenstoffkomposite wie auch Metalle können behandelt werden, ohne dass elektrische Lichtbögen auftreten, wie sie mit Koronabehandlungsverfahren verbunden sind.

### Entfernen von Formtrennmitteln

Moderne Langstreckenflugzeuge werden heute aus ganz neuartigen Materialien wie auch aus Kombinationen unterschiedlicher Materialien, den Kompositen, gebaut. Hierbei handelt es sich um Schichtmaterialien, die gewöhnlich aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff in Gießformen hergestellt und bei relativ hohen Temperaturen gehärtet werden. Aufgrund ihres geringen Gewichtes und ihrer besseren Resistenz

gegen Materialermüdung und Korrosion sind sie in der Luft- und Raumfahrtindustrie immer häufiger zu finden, angefangen mit Fiberglas-Kompositen in Sekundärstrukturen wie Verkleidungen und Abdeckungen, bis zu Kohlenstofffaserkompositen in Primärkonstruktionen wie Flügeln, Steuerflächen und Flugzeugrümpfen.

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, sind diese Methoden zeitaufwändig und teuer. Nur nach einer vollständigen Entfernung der Verunreinigungen kann garantiert werden, dass anschließende Lackierungen oder Verklebungen von höchster Qualität sind. Mit atmosphärischem Plasma können Formtrennmittel nach den entsprechenden Prozessen effektiv entfernt werden. Zusätzlich zur porentiefen Reinigung interagieren die reaktiven Elemente des Plasmas mit dem Verbundwerkstoff und aktivieren diesen, so dass er die echte chemische Bindung mit dem Lack oder Beschichtungssystem eingeht. Dieser Mechanismus ist, wie oben bereits erwähnt, der Hauptgrund für die verbesserte Haftung.



Statische Feindüse für kleine Flächen

## Innenflächen im Flugzeug

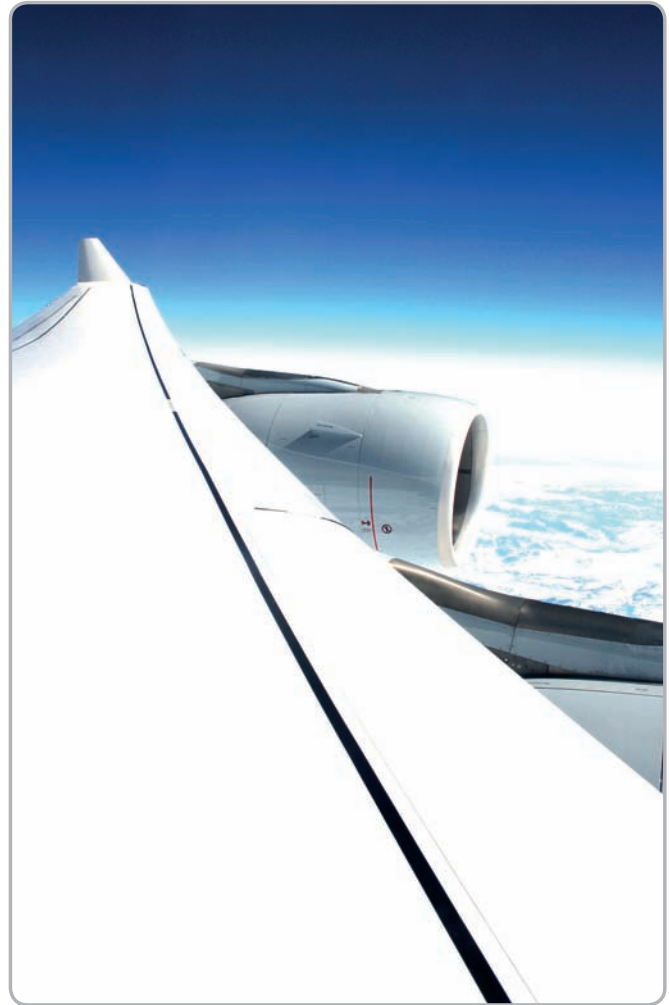
Aber nicht alle Flugzeugteile werden zur Fertigstellung mit Lackierungen oder Flüssigbeschichtungen versehen. Viele innen liegende Oberflächen bestehen aus einer leicht zu reinigenden Kunststoffolie, die auf die Innenseite der Komposite laminiert wurde. Trennwände, Gepäckstauflächen, Wände und auch Decken werden häufig mit Hilfe dieser Methode verkleidet. Hier kann die Openair Technik zur Haftungsverbesserung der Laminierungen eingesetzt werden.

## Zusammenfassung

Entscheidende Vorteile bei der Verwendung dieses Verfahrens sind seine Zuverlässigkeit und Qualität im Produktionsprozess. Damit können die hohen Anforderungen der Flugzeughersteller erfüllt werden. Darüber hinaus profitiert der Anwender von der einfachen Integration in bestehende Fertigungslinien sowie einer hohen wirtschaftliche Effizienz und Umweltfreundlichkeit gegenüber konventionellen Methoden.

*Weitere Informationen: Plasmatreat GmbH, Bisamweg 10, 33803 Steinhagen, Telefon 05204-9960-0, Fax: 05204-9960-33, mail@plasmatreat.de, www.plasmatreat.de*

*Autor: Wally Hansen, Market Manager Aerospace, Plasmatreat North America*



Fotos (4) / Grafik (1): Plasmatreat GmbH