



IM FOKUS

Werkstofftechnologien

# Ingenieurwissenschaften

J A H R E S M A G A Z I N

DER LEITFADEN FÜR EIN MASSGESCHNEIDERTES STUDIUM  
UND DEN ERFOLGREICHEN BERUFSEINSTIEG

ISSN 1618-8357  
EUR 9,80

Herausgegeben vom Institut für Wissenschaftliche Veröffentlichungen



# »Haftung garantiert – inline Plasma-behandlung von Kunststoffen«

*Für eine sichere und langzeitstabile Haftung von Verklebungen und Lackierungen auf Kunststoffen ist eine gute Vorbehandlung zwingend erforderlich. Die atmosphärische Plasmatechnologie Openair ist ein umweltfreundliches, primerfreies Verfahren, das Aktivierungen inline auf höchstem Niveau ermöglicht und dazu noch besonders wirtschaftlich arbeitet.*



Oberflächen, welches – von einer intensiven, gepulsten Bogenentladung im Inneren von Plasmadüsen erzeugt – am Düsenaustritt konditioniert wird und seine Energie beim Kontakt mit der Oberfläche abgibt.

**Plasma, der „Vierte Aggregatzustand“** kennzeichnet eine Materie auf hohem instabilen Energieniveau. Der Energieeintrag erfolgt über die Aggregatzustände fest, flüssig und gasförmig stets als Wärmeeintrag. Die Plasmatechnik hört bei dem gasförmigen Zustand der Materie nicht auf: Wird mittels elektrischer Entladung zusätzlich Energie in die Materie eingekoppelt, so erhalten die Elektronen eine höhere kinetische Energie und verlassen die Schale. Es entstehen freie Elektronen, Ionen und Molekülfragmente. Dieser Zustand ist jedoch unter Normaldruck aufgrund seiner Instabilität kaum zu verwenden. Erst das von Plasmatreat entwickelte Atmosphärendruck-Plasmaverfahren *Openair* schuf neue Möglichkeiten: Durch die Entwicklung und den Einsatz von Plasmadüsen gelang es, den bis dahin industriell kaum genutzten Aggregatzustand erstmals in Produktionsprozessen auch „inline“ einzusetzen.

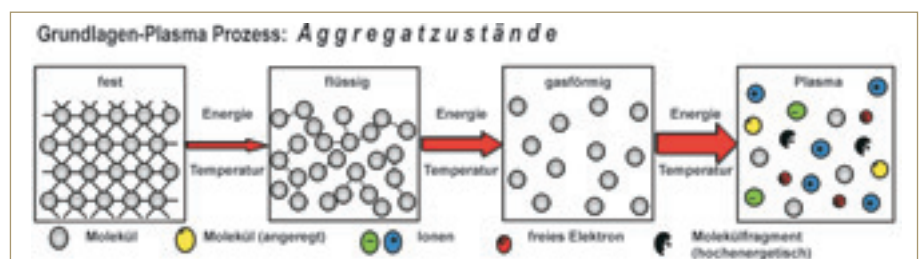
**D**ie Oberflächen unpolarer Kunststoffe sind schwer zu benetzen. Insbesondere moderne, wasserbasierende Klebstoffe und Farben müssen vor dem Verkleben durch eine Vorbehandlung aktiviert werden. Hierfür gibt es unterschiedliche Verfahren, wobei vor allem der Einsatz eines chemischen Haftvermittlers, dem sog. Primer, das wohl gebräuchlichste ist.

*Plasmatreat Düsensysteme können inline in eine neue oder bereits bestehende Fertigungslinie integriert werden. Photo: Plasmatreat*

sammenarbeit mit dem Fraunhofer IFAM und anderen Forschungsinstituten weiterentwickelt. Die heute bereits weltweit angewandte Schlüsseltechnologie kennzeichnet ein potentialfreies, atmosphärisches Plasma zur Behandlung von

Für eine umweltfreundliche und besonders effektive Vorbehandlung wird immer öfter die Atmosphärendruck-Plasmatechnik *Openair* eingesetzt. Die Erfindung wurde von dem Anlagenentwickler Plasmatreat GmbH, Steinhagen bereits vor rund 10 Jahren patentiert und in Zu-

*Graphik: IFAM*



Die wichtigsten Bestandteile einer Openair-Plasmaanlage sind die Plasma-düsen und Generatoren. Innerhalb der Plasmadüse wird mittels Hochspannungsentladung ein atmosphärisches Plasma erzeugt. Eine gezielte Luftströmung entlang der Entladungsstrecke separiert Teile des Plasmas und transportiert diese durch den Düsenkopf an die Oberfläche des zu behandelnden Materials. Der Düsenkopf hält potenzialführende Teile des Plasmastromes zurück. Zusätzlich bestimmt er die Geometrie des austretenden Strahls.

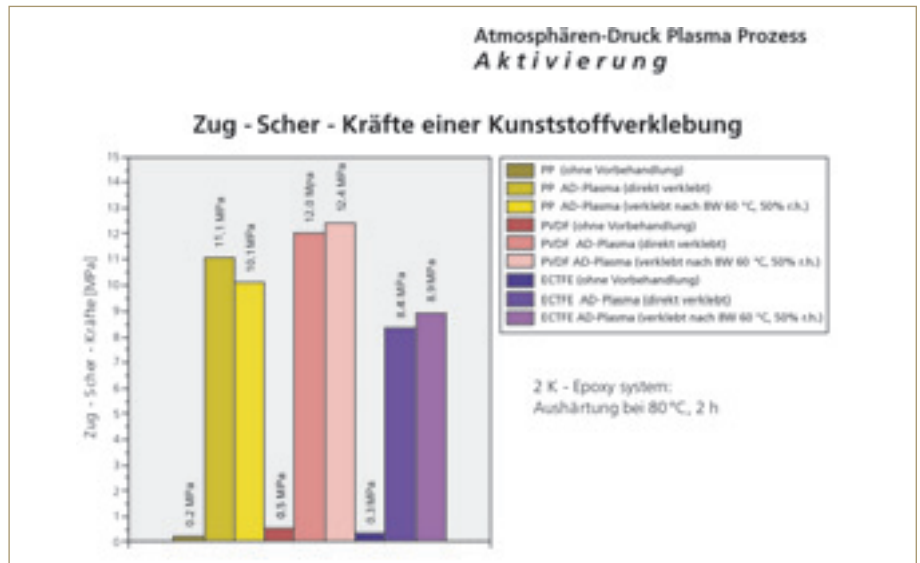
### Elektrisch neutraler Plasmastrahl

Das Openair-Verfahren ist absolut umweltfreundlich: Die Düsen werden einzig mit Luft, ggf. auch mit einem gewünschtem 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 beim Einsatz feststehender Einzeldüsen Bearbeitungsgeschwindigkeiten von mehreren 100 m/min erreicht werden können.

Zur Vorbehandlung größerer Flächen stehen neben den Einzeldüsen auch 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 2000 mm breite Flächen behandelt werden.

Die typischen Erwärmungen der Kunststoffoberflächen während der Behandlung betragen hier  $\Delta T < 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Das Plasmasystem 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, Keramik 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.

### Umweltfreundliche Haftungsverbesserung

Die präzise Vorbehandlung und mikrofeine Reinigung von Klebeflächen mittels Openair-Plasma erlaubt sowohl den Einsatz moderner lösemittelfreier UV-Klebstoffe als auch den wasserbasierter Systeme. So lassen sich beispielsweise Polycarbonat-Fenster mit lösemittelfreien UV-Klebstoffen in die Gehäusehälften von Handys einkleben. Der entscheidende Vorteil der Openair Plasma-technik besteht darin, dass bisher inkompatible Substrate zur Haftung gebracht werden können, so dass wässrige oder vielfach auch UV basierende Klebstoffe auf sehr klebstoffunfreundlichen Oberflächen, wie unpolarem Kunststoff, haften. Eine zusätzliche Vorbehandlung durch chemische Primer oder dem Bürsten und Abwaschen von Oberflächen kann komplett entfallen. Dadurch werden in der Produktion Emissionen von VOC (leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen) von vorneherein vermieden. Die Behandlung erfolgt überaus gleichmäßig und kann mittels einer Prozesskontrolle kontrolliert werden.

### Plasma im Spritzgussprozess

Zieltechnologien für eine Openair-Plasmabehandlung sind das 2K-Spritzgussverfahren sowie auch vor- und nachgeschaltete Prozesse wie das Lackieren,

Die Graphik zeigt die Zug-Scher-Kräfte einer Kunststoffverklebung vor und nach der Behandlung mit Openair-Plasma.  
Graphik: Plasmatreat

Verkleben, Bedrucken und Beschichten von Oberflächen. Das innovative Verfahren ermöglicht kostengünstige Konstruktionskomponenten in Hart-Weich-Verbunden. Zur Schaffung fester Verbindungen zwischen normalerweise nicht kombinierbaren Kunststoffen kann mit einer Openair-Plasma Oberflächenvorbehandlung beispielsweise teures ABS/PC durch die kostengünstigere Konstruktionskomponente Polypropylen (PP) in Hart-Weich-Verbunden mit TPU (Thermoplastische Polyurethane) ersetzt werden. Ebenso besitzt das Verfahren ein enormes Potential zur Feinreinigung und Verbesserung der Adhäsion auch in der Mehrkomponententechnik bei Kunststoff-Kunststoff- bzw. Kunststoff-Metall-Verbunden. Dieses Verfahren wird sowohl bei Thermoplast- Thermoplast als auch Duromeranwendungen eingesetzt (Thermoplast – LSR, TP – Gummi). Durch die Vorbehandlung mittels atmosphärischem Plasma wird nicht nur die Verbindung von inkompatiblen Materialien ermöglicht, auch werden die Prozesssicherheit optimiert sowie hohe Ansprüche an die Qualitätsanforderung erfüllt. Das erzielbare Haftungs-niveau wird erhöht, der Einfluss von haftungsrelevanten Verarbeitungsparametern ist geringer und die Verbindung von Standardwerkstoffen wird verbessert.

## Plasma vor dem Lackieren

Schalter mit gelaserten Symbolen, hochglänzende Zierleisten und Abdeckungen, kratzfest lackierte Displayfenster und funkelnde Blenden, Lüftergitter oder Handschuhfachgriffe – auch die Kunststoffteile in den Innenräumen von Autos werden heute mit den aufwendigsten Lackierungen versehen. Die Openair-Technologie kann hier sowohl für die Verklebung als auch für die Lackierung dieser Baugruppen als Vorbehandlungsverfahren eingesetzt werden, wie es beispielsweise in Fahrzeugen wie BMW und Rolls Royce der Fall ist.

Ein anderes Beispiel: Die Lackierung von Handygehäusen verlangt heute höchste Ansprüche an die Oberfläche: Das Lackbild muss absolut fehlerfrei sein und darf auf keinen Fall von Verunreinigungen in seinem Gesamtbild beeinflusst werden. Schon ein vor dem Lackieren kaum sichtbares Staubkörnchen auf der Oberfläche des Gehäuses führt nach dem Lackieren zu einer unansehnlichen Unebenheit, die der Kunde im Allgemeinen nicht akzeptiert. Elektrostatistische Effekte sind hier als Hauptursache für die Anhaftung von Staub zu nennen. Namhafte Zulieferer der Handyindustrie in China, Südkorea und Finnland haben längst reagiert: Hier gelang es Plasmatreat, mit großem Erfolg Anlagen zur Reinigung von Handygehäusen zu installieren, die eine äußerst



*Nach dem Spritzgießen, aber vor dem Lackieren von Cockpitmodulgehäusen erfolgt zunächst die porentiefe Reinigung mit Plasma. Photo: Plasmatreat*



*Vorbehandlung eines Handygehäuses mit einer rotierenden Plasmadüse. Photo: Plasmatreat*

effiziente Reinigung im In-Line Verfahren ermöglichen. Unmittelbar vor der Lackierung reinigen mehrere rotierende Plasmaerzeuger mit hohem Wirkungsgrad die Kunststoffoberflächen. Der

Ausschuss konnte so bei den Anwendern von 12% auf unter 5% reduziert werden.

## Zusammenfassung

Das Plasmasystem Openair ist uneingeschränkt in-line fähig und robotertauglich. Zu den wichtigen Einsatzvorteilen zählen zudem die Zuverlässigkeit und Qualität dieses Verfahrens im Produktionsprozess. Somit kann den bekanntermaßen in dieser Hinsicht hohen Anforderungskriterien entsprochen werden. Ferner lassen einfache Integration in die Prozessabläufe ebenso erfüllen wie höhere Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu herkömmlichen Methoden – und dies bei hervorragender Umweltverträglichkeit. Mit Technologiezentren in Deutschland, den USA und in Japan sowie mit Vertriebsniederlassungen und -vertretungen in 18 Ländern ist Plasmatreat weltweit präsent.

## KONTAKT:

Plasmatreat GmbH  
 Bisamweg 10  
 D-33803 Steinhagen  
 Tel.: +49(0)5204 9960-0  
 Fax: +49(0)5204 9960-33  
 E-Mail: [mail@plasmatreat.de](mailto:mail@plasmatreat.de)  
 Internet: [www.plasmatreat.de](http://www.plasmatreat.de)