



Bild: plasma technology

Blick in die Vakuumkammer während einer Plasmavorbehandlung

# Auf Worte folgen Taten

## Praxisnahe Anwendung der Plasmatechnologie

Von der Aktivierung von Kunststoffoberflächen über die Neutralisierung von Ladungsnestern bis zur Feinstreinigung von Werkstücken aus Metall bietet die Plasmatechnologie vielfältige Anwendungsmöglichkeiten.

Sollen Werkstücke einem Klebe-, Druck-, Lackier- oder Vergussprozess zur Verfügung gestellt werden, müssen diese sorgfältig vorbehandelt, das heißt gereinigt und/oder aktiviert, werden. Um hochreine und funktionalisierte Oberflächen zu generieren, werden in den verschiedensten Industriezweigen Plasmaprozesse im Niederdruck oder bei Atmosphärendruck durchgeführt.

Die Materialauswahl und der Produktionsverlauf haben großen Einfluss auf das Ergebnis des späteren Beschichtungsprozesses. Handelt es sich bei dem ausgewählten Polymer um ein Polyolefin, so ist eine Aktivierung der Oberfläche durch ein Plasma unumgänglich. Diese Werkstoffe besitzen keine polaren Seitengruppen in der Polymerkette, mit denen die funktionellen Gruppen der Beschichtung wechselwirken und sich verbinden könnten. Diese Wechselbeziehung ist jedoch notwendig, um das Benetzen der Oberfläche zu ermöglichen und die geforderte Haftfestigkeit zu erreichen.

Die in den meisten Polymeren enthaltenen Trennmittel wirken sich negativ auf die Benetzung aus. Denn die Aufgabe dieser Additive besteht darin, das Bauteil beim Entformungs-

vorgang von der Werkzeugoberfläche zu trennen. Leider tritt der gleiche Effekt beim Auftrag eines Beschichtungsstoffes ein. Mit der Plasmatechnik lassen sich diese kurzkettigen Substanzen von der Oberfläche abreinigen, indem sie in die Gasphase überführt werden.

### Für Kunststoff und Metall

Diese Feinstreinigung kann auch sehr gut auf metallischen Untergründen erfolgen. So besitzen gezogene Profile beispielsweise eine definierte Ölschicht, um die Verarbeitung zu ermöglichen und sie vor Korrosion zu schützen. Zur Entfernung des Ölfilms werden die bearbeiteten Zuschnitte in der Regel einem nasschemischen Reinigungsschritt unterzogen. Sollen die Teile nicht beschichtet oder verklebt werden, so ist dieser Waschprozess ausreichend. Erfolgt allerdings eine Dekoration, verhindert der verbliebene dünne Ölfilm eine gute Verankerung des Auftrags. Dieser organische Layer kann durch die Einwirkung einer Plasmaatmosphäre entfernt werden, woraufhin die Oberfläche benetzbar wird.

Die für die beweglichen Komponenten eines Spritzgießwerkzeuges benötigten

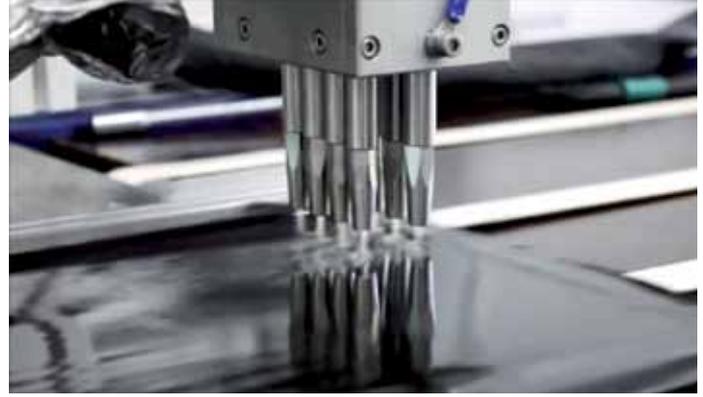
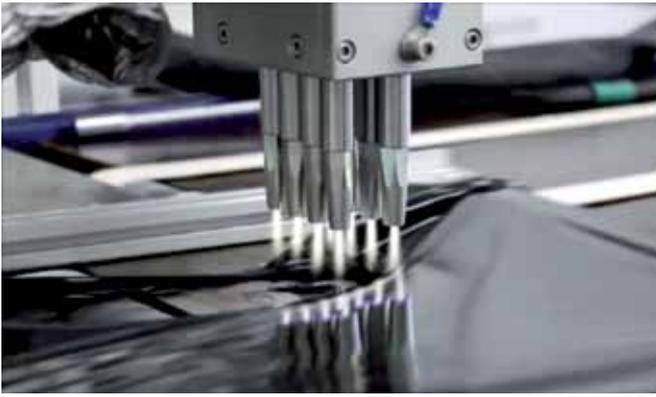
Schmiermittel sollten hochviskos sein, um ein Vordringen in die Kavität zu vermeiden. Einmal in die Bauteiloberfläche eingelagert, können die Fette nicht mehr abgereinigt werden und das Werkstück ist in diesen Bereichen unbeschichtbar. Auf interne Trenn- und Schmiermittel kann verzichtet werden, wenn durch eine im Niederdruckplasma erzeugte Werkzeugbeschichtung sowohl eine gute Entformung als auch eine gute Gängigkeit von Schiebern und Auswerfern erzielt wird. Schließlich muss auch bei der Teileentnahme aus dem Spritzgießwerkzeug auf den Erhalt der Beschichtbarkeit geachtet werden. Diese sollte deshalb mit silikonfreien Saugern oder durch einen Werker, der saubere Handschuhe trägt, erfolgen.

Auf der Werkstückoberfläche befindlicher Staub, Abrieb von Transportzwischenlagen, Blütenstaub und ähnliches wird meist durch die elektrostatische Aufladung der Kunststoffbauteile „festgehalten“. Plasmaprozesse neutralisieren diese Ladungsnester und die gelösten partikulären Verunreinigungen werden durch den Luftstrom vom Bauteil entfernt.

### Der vierte Aggregatzustand

Worauf beruht die Vielseitigkeit eines Plasmas? Dieser sogenannte vierte Aggregatzustand entsteht, wenn Energie bei Atmosphärendruck oder im Vakuum in eine Gasatmosphäre, meist Luft, eingekoppelt wird. Ist die Energiezufuhr intensiv genug, werden die Partikel des Gases vom Energieeintrag nicht nur angeregt, es werden vielmehr auch Elektronen aus den äußeren Energieschalen ihrer Atomhülle herausgeschlagen und es kommt zu Molekülspaltungen – der vierte Aggregatzustand ist erreicht. Ein Plasma besteht aus neutralen Atomen und Molekülen, aktivierten Spezies, Elektronen, Radikalen und Ionen. Diese hochenergetischen Teilchen sind beispielsweise in der Lage, auf Oberflächen befindliche organische Filme aufzuspalten und in die Gasphase zu überführen. Weiterhin ist ihre Energie ausreichend, um aus den Polymerketten der angesprochenen Polyolefine Wasserstoffatome herauszuschlagen. Die nun freien Stellen werden beispielsweise von sauerstoffhaltigen Gruppen besetzt, die für den Klebstoff oder den Lack als Bindungspartner zur Verfügung stehen.

Der Plasmazustand kann durch eine Hochspannungsentladung innerhalb eines Düsenkopfes bei Atmosphärendruck (AD) oder durch Energieeinkopplung in einer Vakuumkammer erzeugt werden. Die AD-Plas-



Mehrköpfiges Düsenmodul bei der Aktivierung einer Folie. Bei voller Leistung erwärmt sich die Folie und wird unbrauchbar.

Mit dem regelbaren Plasma – hier mit 10 Prozent Leistung – können auch wärmesensible Folien vorbehandelt werden, ohne Schaden zu nehmen.

maköpfe sind in der Regel in den Fertigungs-  
linien oder Rundtaktischen integriert. Werden  
mehrere Düsenköpfe kombiniert, können auch  
komplexere Geometrien oder größere Flächen  
in einem Durchgang erfasst werden. Die AD-  
Plasma-Einheiten lassen sich je nach Anwen-  
dung individuell anordnen: Diese sind entwe-  
der fest montiert, wobei der relevante Ober-  
flächenbereich durch die Plasmazone geführt  
wird, oder befinden sich auf Linearachsen, die  
die Köpfe über die Oberflächen führen. Eine  
weitere Möglichkeit besteht in der Installation  
auf einem Roboter, der mit der Düse die zu  
aktivierenden Bereiche gezielt abfährt.

### Theorie und Praxis

Sowohl für langsam laufende Prozesse von  
wenigen m/s bis hin zu schnellen mit mehreren  
hundert m/s werden die AD-Plasmasysteme  
der Tigres GmbH eingesetzt. Dieses Unterneh-  
men hat kürzlich das regelbare Plasma entwi-  
ckelt, das es ermöglicht, wärmeempfindliche  
Polymere vorzubehandeln. Die zugeführte  
elektrische Leistung zur Erzeugung des Plas-  
mas lässt sich bei diesen Systemen individuell  
wählen und somit exakt an die zu behandelnde  
Oberfläche anpassen. Dadurch lassen sich nun  
sogar Folien mit diesem Verfahren aktivieren.  
Auch bei Spritzgussbauteilen bietet sich der  
Einsatz dieser Technologie aufgrund des ge-  
ringeren Energieverbrauchs an.

Die Vorbehandlungsprozesse bei Nieder-  
druck (ND) finden in einer geschlossenen  
Kammer statt. Je nach Anwendung kann diese  
ein Volumen von wenigen Kubikzentimetern  
oder mehreren Kubikmetern besitzen. Durch  
die optimale Auslegung der Pumpengröße  
lassen sich Kurztaktprozesse von rund 20 Se-  
kunden realisieren, so dass auch diese Tech-  
nologie aus dem Hause plasma technology in  
Fertigungsabläufe integriert werden kann. So  
werden unter anderem Automobilanbauteile  
vollautomatisch aktiviert und anschließend  
lackiert oder auch Gehäuse vor dem Vergießen

der Elektronik mit einer in einen Rundtaktisch  
integrierten Anlage vorbehandelt. Das ND-  
Plasma füllt die ganze Kammer aus, so dass  
auch komplexe Bauteilgeometrien erfasst wer-  
den. Weiterhin werden Kleinteile als Schüttgut  
in einer Drehtrommel gereinigt oder aktiviert.  
Der Unterdruck ermöglicht das Arbeiten mit  
weiteren Prozessgasen, so dass auch Struktu-  
rierungen von Polymeroberflächen, plasmapo-  
lymere Beschichtungen oder die Abscheidung  
eines PlasmaPrimers erfolgen können.

Die Möglichkeiten dieser Technologien  
sind vielfältig und können am „Praxistag  
Plasma“, der am 16. April 2015 in Herrenberg  
stattfindet, ausgelotet und praxisnah getestet  
werden.

Simone M. Fischer

**i** plasma technology GmbH  
www.plasmatechnology.de  
Tigres GmbH  
www.tigres-plasma.de