

Durchaus „nicht oberflächlich“

Aus der Vielzahl von Vorbehandlungsmethoden bei industriellen Prozessen gewinnt der Einsatz von Plasma bei Normaldruck im Automobilbau eine kontinuierlich wachsende Bedeutung. Dass sich das Plasma-Verfahren gleichermaßen zur Feinreinigung von Oberflächen wie zur Verbesserung der Adhäsion eignet, zeigen die folgenden beispielhaften Anwendungen.

CHRISTIAN BUSKE,
JOACHIM SCHÜSSLER

Entscheidend für das Erzielen einer langzeitstabilen und belastbaren Verklebung von Kunststoffen sind in den meisten Einsatzfällen zunächst die richtigen Voraussetzungen auf den Materialoberflächen. Um diese zu schaffen, empfiehlt sich das so genannte Openair-Plasma-Vorbehandlungsverfahren, das im Automobilbau bereits bei rund 30 verschiedenen Anwendungen zum Einsatz kommt: Von der Vorbehandlung von Frontscheiben vor der Verklebung über den Einsatz bei Motorsteuergehäusen, von der strukturellen Verklebung von LKW- Kühlaufbauten bis hin zur Verklebung von Karosserieteilen wird diese Plasmatechnik eingesetzt, um eine einfache, sichere und lösungsmittel-freie Vorbehandlung zu gewährleisten.

Plasma, der „Vierte Aggregatzustand“

... kennzeichnet eine Materie auf hohem instabilen Energieniveau. Der Energieein-

trag 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 (Bild 1). Dieser Zustand ist jedoch unter Normaldruck aufgrund seiner Instabilität kaum zu verwenden. Erst das patentierte Atmosphärendruckplasma-Verfahren „Openair“ schuf neue Möglichkeiten: Durch den Einsatz von Plasma-düsen gelang es, den bis dahin industriell kaum genutzten Aggregatzustand erstmals in Produktionsprozessen auch „In-Line“ einzusetzen.

Elektrisch neutraler Plasmastrahl

Die Düsen werden einzig mit Luft, ggf. auch mit einem gewünschten Prozessgas, sowie mit Hochspannung betrieben. Das austretende Plasma steht je nach Düsen-

geometrie in einem Arbeitsbereich bis 25 mm Wirkbreite oder 40 mm Behandlungsabstand wirksam zur Verfügung (Bild 2).

Als besonderes Merkmal ist der austretende Plasmastrahl elektrisch neutral, wodurch sich die Anwendbarkeit stark erweitert und vereinfacht. Die Temperatur des austretenden Plasmas beträgt, abhängig von der eingekoppelten Leistung und der Bauform der Plasmaquelle, zwischen 300 und 1500 °C. Dies ermöglicht sehr hohe Bearbeitungsgeschwindigkeiten mit optimalen Effekten. Die typischen Erwärmungen der Kunststoffoberflächen während der Behandlung betragen hier $\Delta T < 20$ °C.

Strukturelle Verklebung von Kühlaufbauten

Ein besonderer Einsatzbereich des potenzialfreien Atmosphärendruck-Plasmas findet sich bei dem Trailerunternehmen Schmitz Cargobull: Hier wurde bereits Anfang der 90er Jahre, in Verbindung mit der Entwicklung einer neuen Fahrzeuggeneration, das Kleben als alleiniges Füge-

Grundlagen - Plasma Prozess: Aggregatzustände

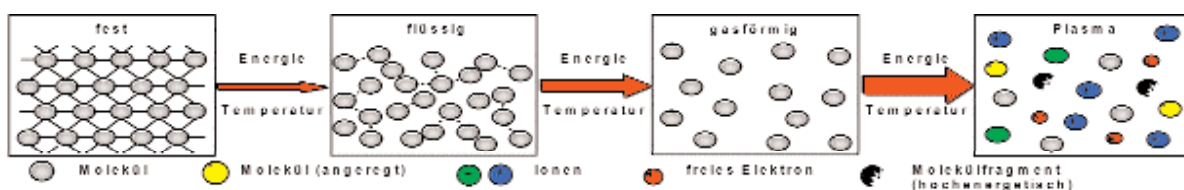


Bild: IFAM

Bild 1: 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.



Bild: Plasmatreat

Bild 2: Das austretende Plasma steht je nach Düsengeometrie in einem Arbeitsbereich bis 25 mm Wirkbreite oder 40 mm Behandlungsabstand wirksam zur Verfügung



Bild: Plasmatreat

Bild 4: Im Karosseriebau werden einzelne Baugruppen heute nicht mehr aus Stahl- oder Aluminiumblechen, sondern aus Hochleistungskunststoffen gefertigt. Die sichere Haftung eines 2-Komponenten-Polyurethan Klebstoffes auf SMC bzw. PPO (z.B. Noryl) wird durch die Vorbehandlung mit Plasma erzielt.



Bild: Schmitz-Cargobull

Bild 3: Bei dem Trailerunternehmen Schmitz Cargobull erfolgt seit zwei Jahren die komplette Oberflächenvorbehandlung mit Openair-Plasma

verfahren für die Kühlaufbauten eingeführt (Bild 3). Dazu wurden insbesondere die Erfahrungen und das Know-how bzgl. der

- klebgerechten konstruktiven Gestaltung,
- speziellen Oberflächenvorbehandlung und Reinigung,
- der automatischen Klebstoffapplikation
- sowie der Prozessüberwachung

umgesetzt. Mit dieser Fahrzeuggeneration war der Schritt zum ganzheitlichen strukturellen Kleben vollzogen. Seit zwei Jahren erfolgt hier die komplette Oberflächenvorbehandlung mit Openair-Plasma: Modernste Rotationsplasma-Systeme sind in den Prozessablauf integriert und ermöglichen eine höchst effektive und überaus wirtschaftliche Klebflächenvorbehandlung.

Vorbehandlung von Kunststoff-Karosseriebaugruppen

Im Karosseriebau werden aus Gründen der Gewichtseinsparung einzelne Baugruppen heute nicht mehr aus Stahl- oder Aluminiumblechen, sondern aus Hochleistungskunststoffen gefertigt (Bild 4).

Dabei werden innerhalb des Montageprozesses einer Baugruppe, wie z.B. der eines Innenkotflügels, im Rahmen eines automatischen Fügeprozesses einzelne Teile miteinander verklebt. Ob sich ein Kunststoff gut verkleben lässt, hängt bekanntermaßen im Wesentlichen von seiner Oberflächenspannung ab, die größer sein sollte als die des Klebstoffes. Häufig ist dies jedoch nicht der Fall, so dass eine geeignete Oberflächenvorbehandlung erforderlich wird. Die sichere Haftung eines 2-Komponenten-Polyurethan Klebstoffes auf SMC bzw. PPO (z.B. Noryl) wird durch die Vorbehandlung mit Plasma erreicht, das die Oberfläche bis zur Nachweisbarkeitsgrenze reinigt und zusätzlich aktiviert.

Herkömmliche Vorbereitungsverfahren auf SMC – wie das An-

		Abstand [mm]								
		18	16	14	12	10	8	6	4	2
Geschw. [m/min]	60	68	70	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL
	55	70	70	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL
	50	70	72	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL
	45	70	72	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL
	40	72	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL	Z
	35	72	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL	Z
	30	72	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL	Z
	25	72	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL	Z
	20	72	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL	Z

72 TL - 72mN/m, thermisch beeinträchtigt
Z - thermisch beschädigt

Tabelle 1: Oberflächenenergie von SMC nach der Openair-Plasmaabehandlung



Bild: Krauss-Maffei

Bild 5: In der 2-Komponenten Spritzgussmaschine wird der Grundträger für den Automobil-Innenraum spritzgegossen und nach einer Openair-Plasmabehandlung sofort mit einer Weichkomponente überspritzt



Bild: Plasmabehandlung mit Genehmigung von VW

Bild 6: Im Volkswagenwerk sind mittlerweile fast alle Linien der Türenfertigung mit dem Openair-Plasmavorbehandlungssystem ausgestattet.

schleifen oder Reinigen mit Aceton – werden durch die Plasmabehandlung nicht nur ersetzt, die Verklebungsergebnisse werden auch übertroffen. Die Hochleistungsthermo- und Duroplastbauteile erfüllen nach der Montage alle Anforderungen im Hinblick auf Leichtbau, passive Sicherheit, mechanische Eigenschaften und eine „Class A-Oberfläche“.

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.

In-Line Plasmatechnik im 2-Komponenten Spritzguss

Die Erstellung von funktionellen, optisch ansprechenden und haptisch einwandfreien Kunststoffbauelementen für den Automobil-Innenraum erfordert aufwändige Montageprozesse.

Der aus einer Hartkomponente (wie PP, PA oder ABS) gefertigte Grundträger wird mit einem weichen Stoff (wie Leder, Kunstleder, PU- oder TPO Slash-Haut) überzogen. Die Haptik wird dabei einerseits durch den Werkstoff, andererseits durch eine „Hinterschäumung“ mit einer Weichkomponente erreicht.

Der extrem langwierige Fertigungsprozess ist mit einem sehr hohen Montageaufwand verbunden, was ihn unwirtschaftlich und wenig prozesssicher macht.

Eine weitaus kostengünstigere und auch sichere Methode besteht darin, einen Bauteil direkt auslieferungsfähig in einer 2-Komponenten Spritzgussmaschine zu erzeugen (Bild 5). In der Maschine wird sowohl der Grundträger spritzgegossen und nach einer Openair-Plasmabehandlung sofort mit einer Weichkomponente überspritzt. Hierdurch entfällt das manuelle Handling der Einzelteile, das Bauteil fällt nach jedem Zyklus „fertig“ aus der Maschine.

Die Anforderungen an Funktion, optische Eigenschaften und Haptik werden stets durch die Wahl der zweiten „weichen“ Komponente bestimmt. Dabei können sowohl PU-Materialien, wie z.B. „SkinForm“ des Spritzgussmaschinenherstellers Krauss-Maffei, als auch TPU-Werkstoffe zum Einsatz kommen. Eine prozesssichere Voraussetzung zur Erreichung der Kompatibilität von Hard- und Weichkomponente ist der Einsatz des Plasmaverfahrens als Werkzeug für die Adhäsion.

		Abstand [mm]				
		12	10	8	6	4
Geschw. [m/min]	30	62	68	70	72	72
	25	64	68	72	72	72
	20	66	70	72	72	72 TL
	15	68	70	72	72 TL	72 TL
	10	66	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL
	5	70	72 TL	72 TL	72 TL	Z

72 TL - Aktivierung auf 72mN/m, thermisch beeinträchtigt
Z - thermisch beschädigt

Tabelle 2: Oberflächenenergie [mN/m] von TPE nach Openair-Plasmabehandlung

Verklebung von Türdichtungen im Fertigungsprozess

Als abschließendes Einsatzbeispiel aus dem Automotive-Bereich sei das Verkleben von Türdichtungen erwähnt. Mittels einer zusätzlichen Türdichtung im oberen Bereich der Vordertüren wird bei verschiedenen VW- Modellen eine zusätzliche Abdichtung geschaffen und der Fahrkomfort durch die Dämmung der Fahrgeräusche erhöht.

Für das Grundmaterial der Dichtung wählte VW ein thermoplastisches Elastomer (TPE), welches als unpolares Material eine sehr geringe Oberflächenenergie aufweist.

Zur Vorbehandlung sollte vor dem Auftragen des MS-Polymer Klebstoffes unbedingt ein lösungsmittelfreies System zum Einsatz kommen. Nach dem Vergleich verschiedener Corona- und Plasmaanlagen – wobei besonderer Wert auf ein großes Prozessfenster gelegt wurde – entschied sich VW für rotierende Openair-Plasmadüsen. Tabelle 2 verdeutlicht die Wirkung der Openair-Plasmavorbehandlung. Zwischenzeitlich wurden fast alle Linien der Türenfertigung bei Volkswagen mit diesem System ausgestattet (Bild 6).

Schlussbemerkung

Die beschriebenen Einsatzfälle sollen verdeutlichen, dass der Einsatzvielfalt der Vorbehandlungsmethode mit Openair-Plasma kaum Grenzen gesetzt sind. Zu den wichtigen Einsatzvorteilen zählen die Zuverlässigkeit und Qualität dieses Verfahrens im Produktionsprozess. Somit kann den bekanntermaßen in dieser Hinsicht hohen Anforderungskriterien der Automobilhersteller entsprochen werden. Ferner lassen sich Wünsche wie einfache Integration in die Prozessabläufe und KTL-Verträglichkeit der behandelten Flächen ebenso erfüllen wie höhere Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu herkömmlichen Methoden – und dies bei absoluter Umweltverträglichkeit. ■

Autoren

Christian Buske (Tel. 0 52 04/99 60-0)
ist Geschäftsführer, Joachim Schüßler
Vertriebsleiter Süd (Tel. 0 72 31/2 80 99-40)
der Plasmatreat GmbH in Steinhagen.
www.plasmatreat.de