

Interview mit Christian Buske, CEO der Plasmatrete Gruppe und Dr. Jörg Ihde vom Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM)

Funktionale Plasmabeschichtung unter Normaldruck - Ursprung und Zukunft einer Schlüsseltechnologie

Was früher nur im Vakuum möglich war, erfolgt heute in-line unter Normaldruck: Besonders zum Korrosionsschutz und zur Haftvermittlung einer Oberfläche, aber auch als Antihalt- oder Barrierschicht – die atmosphärische Plasmabeschichtungstechnologie PlasmaPlus erlaubt eine Fülle unterschiedlich funktionaler Schichten zum ortsselektiven Beschichten von Materialoberflächen.

Bei der Nanobeschichtung im Atmosphärendruck (AD)-Plasma werden speziell auf den Anwendungsbereich zugeschnittene Substanzen bis in die Nanostrukturen der Materialoberfläche abgeschieden. Durch die hochenergetische Anregung im Plasma wird diese Verbindung fragmentiert und scheidet sich auf einer Oberfläche als glasartige Schicht ab. Eine hocheffektive Funktionsbeschichtung entsteht und die Materialien erhalten völlig neue Oberflächeneigenschaften. Der große Vorteil gegenüber anderen Beschichtungsverfahren liegt bei der PlasmaPlus-Düsenteknologie neben dem In-Line-Einsatz vor allem in ihrer Fähigkeit der ortsselektiven Anwendung. Doch wie kam es zu diesem Verfahren, was sind seine Stärken und wo will es hin? Dipl.-Ing. Christian Buske, CEO der Plasmatrete Gruppe und Dr. Jörg Ihde vom Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) in Bremen stellten sich den Fragen der Fachjournalistin Inès A. Melamies.

APR: Herr Buske, wann und wie kam es zu der Zusammenarbeit mit dem Forschungsinstitut Fraunhofer IFAM?

Christian Buske: Unsere Zusammenarbeit begann Mitte der 90er Jahre. Schon zum damaligen Zeitpunkt war das Fraunhofer IFAM das führende Institut für Klebtechnik in Deutschland und wir brauchten kurz nach der Erfindung der Openair-Plasma-Düsenteknologie einen starken Partner, um mit der Weiterentwicklung an die Industrie heran zu treten.

APR: Und worum ging es bei dieser Weiterentwicklung, Herr Dr. Ihde?

Jörg Ihde: Es ging darum, die Möglichkeiten der AD-Plasmadüsen deutlich von der Reinigung und Aktivierung hin zur Abscheidung funktionaler Schichten zu erweitern. Diese Schichten konnten in Niederdruck-Plasmen, also unter Einsatz einer Vakuum-Kammer, schon seit Jahrzehnten erfolgreich industriell genutzt werden. Bei AD-Plasmen waren dagegen lediglich erste universitäre Ansätze bekannt, die jedoch zum Beispiel aufgrund des Einsatzes von teuren Edelgasen nicht praktikabel waren.

APR: Was ist das Ziel der Beschichtungstechnik?



Haftvermittelnd und korrosionsschützend: Funktionale Beschichtung aus der Plasmadüse auf Aluminium

Jörg Ihde: Ziel dieser Beschichtungstechnik ist es, Bauteilen oder Werkstoffen neue Wertigkeit zu geben. Es sollen durch die Schichten funktionelle Oberflächen durch umweltfreundliche, ressourceneffiziente Prozesse schnell und wirtschaftlich erzeugt werden. Die Atmosphärendruck-Plasmabeschichtung bietet sich dabei in der Industrie besonders dann an, wenn es um lokale und bedarfsgerechte dünne Schichten geht. Hier können dann nasschemische große Bäder, die zusammen mit den anschließenden Trocknungsprozessen einen hohen Energie- und Platzbedarf haben, entfallen. So können viele umweltbedenkliche Prozessschritte, wie zum Beispiel der Einsatz lösungsmittelhaltiger Haftvermittler und Primer vollständig und qualitätsgesichert ersetzt werden.

APR: Worin liegt für den Entwickler die Herausforderung bei diesem Verfahren?

Jörg Ihde: Sie liegt in den komplexen Vorgängen die in einem Atmosphärendruck-Plasma ablaufen. Das Verständnis dieser plasmachemischen Prozesse ist der Schlüssel zur Entwicklung geeigneter Düsen und Prozesse, um so hochqualitative und für die Kundenbedürfnisse und -anforderungen angepasste Schichten zu entwickeln. Dabei gilt es, die Prozesse wirtschaftlich zu gestalten, das heißt mit möglichst kostengünstigen und umweltverträglichen Beschichtungssubstanzen sehr hohe Schichtabscheideraten und Prozessgeschwindigkeiten zu erzielen.

APR: Für welche Anwender, Herr Buske, ist das Verfahren besser geeignet als eine Nie-

derdruckbeschichtung? Was kann die Düse, was das Plasma im Vakuum nicht kann?

Christian Buske: Die Plasmadüsenteknologie wurde von uns speziell für den In-Line-Einsatz im automatisierten und kontinuierlichen Produktionsprozess entwickelt. Sie ist uneingeschränkt robotertauglich und kann leicht in neue oder bestehende Fertigungslinien integriert werden. Gegenüber dem Niederdruckverfahren sind die Investitionskosten deutlich geringer. Sehr vorteilhaft ist ihr Einsatz zweifellos für Hersteller großer Stückzahlen und mit dem Wunsch nach einer hohen Prozessgeschwindigkeit, denn für beides ist eine Vakuumkammer nicht geeignet. Im Niederdruck beschichtete Bauteile werden durch die erforderliche Kammerstück- und größenmäßig immer begrenzt. Produktionsprozesse müssen für die Vorbehandlung zudem meist unterbrochen werden, da die Bestückung der Vakuumkammer im Allgemeinen manuell erfolgt.

APR: Und worin sehen Sie den größten Vorteil?

Christian Buske: Der ganz besondere Vorteil des Verfahrens liegt zweifellos darin, dass die Schichtabscheidung aufgrund der Düsenteknologie ortsselektiv, d.h. im Millimeterbereich und an genau definierter Stelle, erfolgen kann und das bei sehr hoher Geschwindigkeit. Ein Beispiel: Eine 100Nm dünne Schichtdecke wird hier in Millisekunden abgeschieden. Im Vakuum dauert es etwa ein bis zwei Minuten und eine Ortsselektion ist nicht möglich.

APR: Was macht den Prozess so schnell, Herr Dr. Ihde?

Jörg Ihde: Die Abscheideraten mit den von uns verwendeten Plasmadüsen sind mit den entwickelten Prozessen zum Teil 10 bis 100mal höher als bei anderen AD-Plasmaquellen. Dadurch lassen sich Abscheidungsprozesse auch bei Geschwindigkeiten von 100m/min und mehr realisieren, was zu extrem hohen Taktraten führt. Darüber hinaus liegt der besondere Vorteil darin, dass die Prozesse so entwickelt sind, dass Sie in den meisten Fällen mit kostengünstiger Druckluft arbeiten, während andere Quellen oft Stickstoff oder sogar Edelgase benötigen.

APR: Kommen wir zu den Schichten selbst. Welche Qualitäten und Eigenschaften sie?

Jörg Ihde: Neben Haftvermittler- und Korrosionsschutzschichten können auch schon permanente Trennschichten mit einfach siliziumorganischen Verbindungen abgeschieden werden. Das Besondere dabei ist, dass mit einem einzigen kostengünstigen Präkursor durch Weiterentwicklung der Düsen-systeme und der Plasmachemie eine enorme Vielfältigkeit der funktionellen Beschichtungen bei extrem hohen Abscheideraten - bis 1 Mikrometer pro Sekunde - erreicht werden kann. Neben siliziumorganischen Schichten können aber auch rein-organische Beschichtungen entwickelt werden, die Dank der Vielfalt organischer Präkursoren mit neuen Funktionen ausgestattet sein können.

APR: Kann die Zusammensetzung des Präkursors gemäß den unterschiedlichen Ansprüchen der Anwender individuell gesteuert und verändert werden?

Jörg Ihde: Die Auswahl des Präkursors ist nur ein Weg, die Schichtfunktionalität zu beeinflussen. Die Schichtchemie kann darüber hinaus durch die Plasmaparameter und die Düsengeometrie gezielt variiert und kontrolliert werden. Das ist, was den AD-Plasmaprozess so attraktiv macht, da wir über eine angepasste Leistungsdichte und Plasmachemie entscheiden können, ob wir eine hydrophobe oder hydrophile Schicht abscheiden.

APR: Welche funktionellen Schichten sind heute bereits mit diesem Verfahren möglich?

Christian Buske: Mithilfe dieser Technik kann insbesondere auf Aluminiumlegierungen ein deutlich höherer Korrosionsschutz erreicht werden. Es können kratzefeste Schichten generiert oder sogar Trennschichten erzeugt werden. Auch auf Kunststoffen, Glas und Keramik erfolgt der Einsatz für unterschiedliche Funktionen. In allen Fällen ersetzt diese Beschichtungstechnologie umweltgefährdende chemische Primer.

APR: Die erste großindustrielle Anwendung zum Kor-



Dr. rer. nat. Jörg Ihde
Gruppenleiter Atmosphären-
druck-Plasmatechnik,
Fraunhofer-Institut für Ferti-
gungstechnik und Angewandte
Materialforschung IFAM - Kleb-
technik und Oberflächen



Dipl.-Ing. Christian Buske
Geschäftsführender Gesellschaf-
ter Plasmatrete GmbH und
CEO Plasmatrete Gruppe

rosionsschutz von Motorpumpegehäusen aus Aluminium-Druckguss erfolgte bereits im Jahr 2007 bei TRW Automotive. Wie ist die Entwicklung seitdem fortgeschritten?

Jörg Ihde: Wir haben inzwischen die Effizienz der Schichtabscheidung nochmal deutlich steigern können, in dem wir durch verbesserte Düsen die Abscheideraten erhöhen konnten. Darüber hinaus konnten Prozesse zum Alterungsschutz für Elektronikkomponenten entwickelt werden, die vergleichbare Schutzwirkungen wie lösemittelhaltige Schutzlacke aufwiesen, aber aufgrund der geringen Schichtdicke eine viel effizientere Entwärmung und damit neue kompakte Bauweisen ermöglichen. Weiterhin konnten wir die Abscheidung von sogenannten Komposit-Schichten realisieren, in denen wir z.B. Nano-Korrosionsinhibitoren eingebunden haben, so dass die Schichten auch nach einer Verletzung, zum Beispiel durch einen Kratzer, immer noch einen Schutz vor Korrosion bieten können.

Darüber hinaus konnte die Qualität der Schichten so weiterentwickelt werden, dass nun auch Schutzschichten im Solar-energiebereich zu Steigerung der Lebenszeit und Effizienz mit AD-Plasmaprozessen abgeschieden werden.

Christian Buske: Der Beschichtung mit Atmosphärendruck-Plasma kommt bei TRW eine Schlüsselrolle zu, denn Schon mikroskopisch kleine Leckagen infolge von Korrosion können zum Kurzschluss führen und zum Ausfall der Lenkunterstützung. SWATT-Tests ergaben, dass die Verklebungsnähte der plasmabeschichteten Gehäuse zehnmal langsamer korrosiv unterwandert werden, als es bei einem unbehandelten Bauteil der Fall ist.

APR: Welches Einsatzpotential sieht jeder von Ihnen für diese Plasmapolymersationstechnologie in der Zukunft?

Christian Buske: Produkte mit gezielt funktionalisierten

Oberflächen herzustellen zu können, bedeutet eine vollkommen neue Dimension der Innovationsfähigkeit, deren Umfang wir heute nur ansatzweise erahnen können. Gerade ist es möglich geworden, mit PlasmaPlus einen haftungsstabilen, mediendichten Verbund von Metall/Kunststoff-Teilen im Hybridspritzguss zu schaffen. Für die Zukunft sehe ich vielversprechende Gebiete bei den neuen Energien, der Medizintechnik, der Elektronik und dem KFZ-Leichtbau.

Gerade im KFZ-Bau sehe ich den Trend hin zu Karosserie-Bauteilen aus Leichtmetallen und Leichtverbundwerkstoffen als große Chance, da die PlasmaPlus-Beschichtung außer, dass sie Funktionen wie einen hohen Korrosionsschutz bietet, vor allem auch das sichere und langzeitstabile Verkleben ohne den Einsatz umweltbelastender chemischer Stoffe erlaubt.

Jörg Ihde: Dem kann ich mich nur anschließen. Auch wir denken, dass diese Technik erst am Anfang der industriellen Nutzung steht. Beim Automobilbau sehe ich neue Anwendungen besonders in der Elektromobilität, aber auch, ebenso wie Herr Buske, im effizienten Leichtbau mit Aluminium und CFK, wo es gilt, langzeitstabile Adhäsion und die Vermeidung der Kontaktkorrosion zu verbinden. Medizinische und biokompatible Schichten werden gerade von uns gemeinsam mit Plasmatrete entwickelt und stehen kurz vor der Industriereife. Auch die Modifikation von Partikeln ermöglicht es uns, durch die AD-Plasmabeschichtung völlig neue Produkte zu erzeugen. Dort, wo es um Ressourceneffizienz, Energieeinsparung oder Kostensenkung in Verbindung mit Umwelt- und Arbeitsplatzfreundlichkeit geht, wird die AD-Plasma-Beschichtungstechnik noch zahlreiche Anwendungen in der Zukunft finden, die für uns heute noch gar nicht absehbar sind.

APR: Herr Buske, Herr Dr. Ihde, herzlichen Dank für das Gespräch