

Neue Ansätze bei Plasmatechnik und Oberflächen: Multifunktionale Schichten in nur einem Arbeitsschritt

Seit mehr als 40 Jahren beschäftigt sich das Fraunhofer IFAM mit der Klebtechnik – und damit auch mit den Oberflächen von Materialien, die geklebt oder beschichtet werden. Denn den Oberflächen und ihren Eigenschaften kommt eine tragende Rolle zu: Viele Werkstoffe bekommen erst durch gezielte Vorbehandlung und Modifikation die Zusatzfunktionen, die den Gebrauchswert der Bauteile ausmachen. Die Anfang der 1990er-Jahre eingerichtete IFAM-Abteilung Plasmatechnik und Oberflächen (PLATO) hat auf diesem Sektor eine Vielzahl wichtiger Entwicklungen angestoßen und bis zur Marktreife begleitet, die sich heute in praktisch allen Industriebereichen wiederfinden – von der Elektrotechnik bis zum Fahrzeugbau, von der Medizintechnik bis zur Verpackungsindustrie.

Mit verschiedensten Verfahren werden Materialien gereinigt und aktiviert, damit Lacke, Farben und Klebstoffe besser darauf haften. Sie werden anschließend beschichtet, um neue Funktionen zu bekommen: kratzfest, schmutz- und wasserabweisend, beständig gegen Korrosion oder auch dehäisiv wirkend, also nicht haftend. Die Abteilung PLATO pflegt ihre zahlreichen bestehenden Kooperationen mit Industriepartnern, sucht aber stets auch nach neuen Feldern und Anwendungsbereichen, um weitere Kundenkreise und Märkte zu erschließen. Durch zukunftsweisende Entwicklungen und positive Ergebnisse aus Forschungsprojekten ergeben sich immer wieder neue Ansätze, um Materialien oder Produkte mit einer geeigneten Oberflächenvorbehandlung zu funktionalisieren. Ein besonderes Augenmerk liegt zurzeit auf der Entwicklung von Verfahren, mit denen multifunktionale Schichten in einem Durchgang erzeugt werden können. Das Zusammenfassen bisher getrennt ablaufender Funktionalisierungsschritte soll Produktionsprozesse verkürzen und Schichtkombinationen ermöglichen, die bislang einen erheblich höheren Aufwand erfordern.

Die Oberflächentechnik ist eine Querschnittstechnologie

Neuentwicklungen in einem Bereich haben immer auch Auswirkungen auf andere Branchen. Funktionelle Oberflächen sind überall gefragt – im Luft- und Raumfahrtbereich, in der Automobilindustrie, in der Elektronikbranche und der



Abb. 1: Antimikrobielle Beschichtung von Kathetern durch Plasmatechnik.

Fertigungstechnik, im Maschinenbau oder der Konsumgüterindustrie. Bewährt und anerkannt ist die Niederdruck-Plasmatechnik des Fraunhofer IFAM. Hier wurde beispielsweise die Perma-CLEAN^{PLAS}®-Beschichtung entwickelt – eine ultradünne plasmapolymere Antihafbeschichtung. Sie hat die Eigenschaft, dass auf ihrer Oberfläche Lacksysteme nur extrem schwach haften. In der Lackiertechnikindustrie werden Gitterroste mit dieser Beschichtung versehen, die auch der Reinigung mit extremem Wasserhochdruck standhält. Die Gitterroste lassen sich dank Perma-CLEAN^{PLAS}® erheblich leichter von Lackrückständen reinigen.

In eine ähnliche Richtung gehen verschiedene dehäusive Schichten, etwa die patentierte schmutzabweisende Oberfläche DryClean^{PLAS}® oder die Trennschichten BestSkin^{PLAS}® und ACMOS Co-verel®. Die Beschichtungen werden durch eine plasmagestützte Abscheidung erzielt, auf der Fette, Schmutzpartikel und selbst Klebstoffe kaum haften. Damit versehene Komponenten – etwa bei formgebenden Prozessen – ermöglichen es, dass beispielsweise Kunststoffbauteile leichter aus der Form gelöst werden können. So lassen sich die herkömmlich eingesetzten Trennmittel bei der Kunststoffverarbeitung vermeiden und damit saubere Kunststoffbauteile fertigen. Weitere erfolgreiche Ergebnisse der IFAM-Abteilung PLATO reichen von der Haftvermittlung über verlässlichen Korrosionsschutz bis hin zu antibakteriellen Beschichtungen für biologisch-medizinische Systeme (Abb. 1).

Vorteile durch die Kombination von PVD- und CVD-Beschichtung

Die reichhaltigen Entwicklungen und Erfahrungen aus der bisherigen Tätigkeit von PLATO sind die Basis, um sich Herausforderungen auf neuen Gebieten zuzuwenden. Besonders interessant ist dabei das Generieren multifunktionaler Schichten in einem Arbeitsgang, wobei entstehende Synergien genutzt werden. Noch läuft in der Regel für jede spezifische Oberflächenfunktionalisierung ein eigener Prozess. Die Wissenschaftler der Abteilung arbeiten nun daran, ähnliche Prozesse so miteinander abzustimmen, dass sie künftig in einem einstufigen Verfahren ablaufen können. Ein Beispiel für das Prinzip ist die Kombination von PVD-Beschichtungen (Physical Vapour Deposition) und CVD-Beschichtungen (Chemical Vapour Deposition) bei transparenten Polycarbonat-Kunststoffen. Diese kommen bei Fahrzeugscheinwerfern, Helikopterkuppeln oder Helmvisieren zum Einsatz (Abb. 2). Beide Verfahren laufen unter Vakuum ab, wobei durch physikalisches Aufdampfen oder chemische Reaktionen Schichten auf ein Substrat aufgebracht werden. Die Polycarbonat-Kunststoffe erhalten durch die Behandlungen sowohl einen Kratzschutz als auch Schutz vor ultravioletter Strahlung. Bislang waren dafür zwei Arbeitsdurchgänge notwendig. Die PLATO-Wissenschaftler wollen diese nun in einer Anwendung zusammenfassen und die Beschichtungsqualität dabei sogar noch verbessern. Zusätzlich ist das Hinzufügen einer schmutz- und wasserabweisenden Schicht möglich, was die Reinigung der Bauteile erleichtert. Künftige Anwender erzielen also nicht nur Kostenvorteile aufgrund kürzerer Prozesszeiten, sondern profitieren auch von den multifunktionalen Beschichtungen in hoher Qualität.

Kombinationen von Prozessen auch bei Atmosphärendruck

Die Verknüpfung mehrerer Arbeitsgänge wird nicht nur für Vakuum-Anwendungen, sondern auch für Bedingungen unter Atmosphärendruck angestrebt. Ein Beispiel dafür ist die Kombination von Aerosolprozessen und Atmosphärendruck-Plasmen (AD-Plasmen). Mit AD-Plasmen kann schon heute durch die Plasmapolymersation ein



Abb. 2: Transparenter Kratzschutz von Kunststoffoberflächen.

sehr guter passiver Korrosionsschutz erreicht werden: Es entstehen Schichten mit einer Barrierewirkung gegenüber Wasser, Elektrolyten oder Sauerstoff (Abb. 3). Wird die Beschichtung mechanisch verletzt, kann das Substrat an den Stellen lokal begrenzt korrodieren.

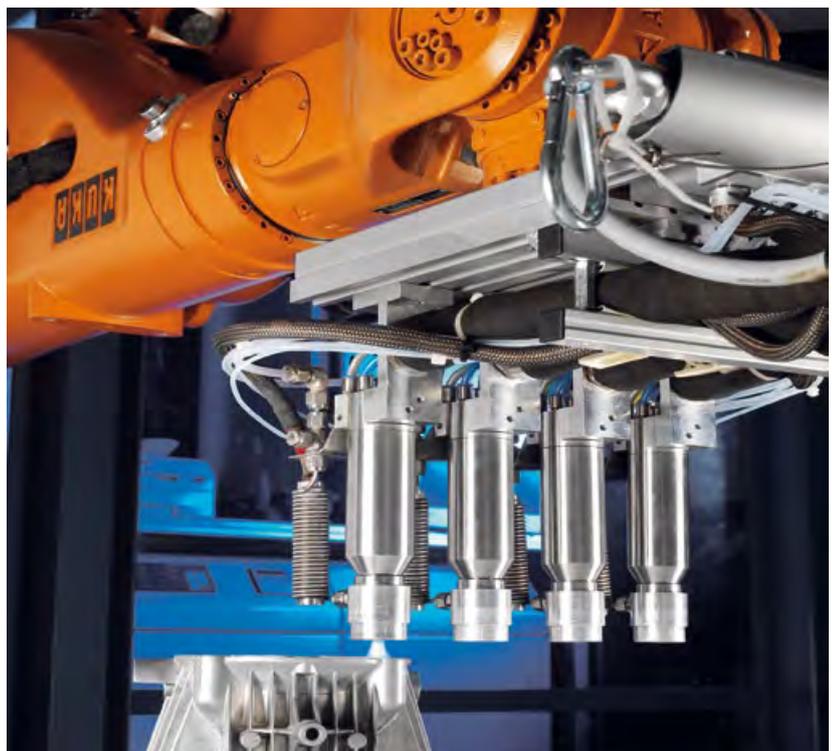


Abb. 3: Korrosionsschutz von Aluminium-Druckgussteilen durch Atmosphärendruck-Plasmatechnik (AD-Plasmatechnik).

Im Fraunhofer IFAM arbeiten die Wissenschaftler nun an einer aktiven Korrosionsschutzschicht, in die chemische Hemmstoffe (Inhibitoren) eingelagert sind. Sie sollen bei einer Beschädigung der Schicht austreten und das an der beschädigten Stelle ungeschützte Material durch die Inhibitionswirkung wieder schützen.

Durch eine geeignete Einspeisung lassen sich im AD-Plasma sogar Partikel gezielt vorbehandeln. Diese können dabei trocken oder auch in Form eines Aerosols in die reaktive Zone der Entladung eingebracht werden. Das ist zum Beispiel bei der Funktionalisierung von Kohlenstoffnanoröhren (englisch: carbon nanotubes; CNT) interessant. In Kunststoffe oder Beschichtungsmaterialien eingebracht, können die neuartigen Füllstoffe etwa die Festigkeit oder Leitfähigkeit erhöhen. Aufgrund der Funktionalisierung ihrer Oberflächen und ihrer damit erhöhten chemischen Reaktivität lassen sich die Kohlenstoffnanoröhren gleichmäßiger und mit höheren Anteilen im Beschichtungsmaterial dispergieren, was die Wirkung erhöht.

Dazu werden neue Möglichkeiten der Partikelverdüsung und Partikelbehandlung in der reaktiven Entladungszone untersucht. Ziel ist es, durch die Anpassung der Anlagen- und Prozessbedingungen eine möglichst hohe Behandlungseffizienz zu erreichen, ohne die gewünschten Eigenschaften der CNT negativ zu beeinflussen.

VUV-Bestrahlung und Aerosolbehandlung in einem Durchgang

Ein anderer Ansatz geht dahin, Materialien durch eine Kombination aus Aerosolauftrag und Vakuum-Ultraviolett-Strahlung (VUV) mit Funktionsbeschichtungen zu versehen. Die Technik der VUV-Bestrahlung ist ein noch junges Feld in der Abteilung Plasmatechnik und Oberflächen. Durch die ausgezeichnete apparative Ausstattung mit einer hochmodernen VUV-Excimeranlage (Abb. 4 und 5) ist PLATO in der Lage, unterschiedliche Prozessabläufe unter verschiedenartigen Atmosphären zu realisieren.



Abb. 4: VUV-Excimeranlage des Fraunhofer IFAM zur Aktivierung und Beschichtung von Oberflächen.



Abb. 5: Innenansicht der VUV-Excimeranlage.

Interessant für den Medizinsektor ist das Bestreben des Fraunhofer IFAM, gezielte Zusammensetzungen von Oberflächenfunktionalitäten über Radikale zu generieren. Dabei handelt es sich um reaktionsfreudige Atome oder Moleküle, die durch VUV-Strahlung oder über ein Plasma angeregt wurden. Sie werden genutzt, um spezifische biokompatible Schichten zu erzeugen – wichtig beispielsweise für Implantate, um deren Abstoßung durch den Körper zu verhindern. Dieses biologische System ist auch auf den Gebieten der Haftvermittlung oder der Funktionalisierung von Textilien interessant.

Ähnlich funktioniert die selektive Oberflächenfunktionalisierung mittels Niederdruck-Plasma (ND-Plasma) und einer nasschemischen Nachbehandlung: Eine nach der Aktivierung mit ND-Plasma mit einer Vielzahl von Funktionalitäten versehene Oberfläche wird in dem Fall so vereinfacht bzw. reduziert, dass nur die für die geplante Anwendung gewünschten Funktionalitäten auf der Oberfläche verbleiben. Auch so können beispielsweise die spezifischen Anforderungen von biokompatiblen Material – etwa bei einer Herzklappe aus speziellem Kunststoff oder Titanimplantaten – erreicht werden.

Ansprechpartner

Dr. Ralph Wilken
 Telefon: +49 421 2246-448
 ralph.wilken@ifam.fraunhofer.de

Institut

Fraunhofer-Institut für
 Fertigungstechnik und
 Angewandte Materialforschung IFAM,
 Bereich Klebtechnik und Oberflächen,
 Bremen