

Lausitzer Schichten – hauchzart und bärenstark

Bericht über das 6. Zittauer Innovationsforum

Das 6. Zittauer Innovationsforum fand unter dem Motto *Lausitzer Schichten – hauchzart und bärenstark* vom 25. bis 26. April 2007 in Löbau in der Oberlausitz statt. Es wurde organisiert vom Netzwerk für innovative Oberflächentechnik und Anlagenbau *noa*. Auf dem *Balkon der Oberlausitz*, dem neu eröffneten Berghotel *Honigbrunnen* konnten sich die ca. 65 Teilnehmer über neueste Forschungstrends auf dem Gebiet der Oberflächentechnologien informieren, wobei der Schwerpunkt bei den im Wachstumskern *noa II* bearbeiteten Themen *Photokatalyse und trägerfixierte Katalysatoren, PVD und plasmabeschichtete Schüttgüter* sowie *Moderne Wissensvermittlung für Oberflächentechniker* lag. Gemeinsam mit Anwendern aus der Wirtschaft wurden moderne Branchenlösungen diskutiert mit dem Ziel, neue Inspirationen für die Weiterentwicklung der Beschichtungsindustrie, insbesondere in der Oberlausitz, zu finden.

Ergänzend zu den aktuellen Ergebnissen der Projekte *Traekat* (katalytisch wirkende Oberflächen), *Almaplas* (PVD-Massengutbeschichtung) und *Bedabild* (Aus- und Weiterbildung) wurde auch über damit thematisch verbundene Themen der Dünnschicht- und Plasmatechnik und des Anlagenbaus berichtet. Nachfolgend werden die einzelnen Vorträge kurz vorgestellt.

Technische Photokatalyse – Traum oder Realität?: Prof. Dr. Günther Kreisel (Friedrich-Schiller-Universität, Jena) ging im ersten Teil dieses Beitrags ausführlich auf die Grundlagen der Photokatalyse ein und informierte auch über ihre Grenzen und Chancen. Titandioxid (TiO_2) gilt hier als aussichtsreicher Kandidat. Er kommt in den vier Modifikationen Rutil, Anatas, Brookit sowie amorph vor, wobei die einzelnen Formen sehr unterschiedliche photokatalytische Aktivität aufweisen. Der Wirkungsgrad photokatalytischer Prozesse liegt zwar nur bei maximal 0,1 % (im Vergleich dazu die Photosynthese bei 1 bis 3 %), ist jedoch ausreichend für den Einsatz in der Katalyse. Zahlreiche Parameter beeinflussen die katalytische Aktivität, darunter die Bandlücke, die Schichtdicke oder die Lichtinten-

sität. Durch Dotieren mit zum Beispiel Cer oder Gadolinium können einzelne Parameter gezielt optimiert werden. Der Vortragende gab einen Überblick über Theorie und Praxis auf diesem Gebiet.

Zu den praktischen Anwendungen der Photokatalyse im Projekt *Traekat* informierte im zweiten Teil *Prof. Dr. Martin Hofrichter (Internationales Hochschulinstitut, Zittau)*, hier lag der Schwerpunkt bei der Photodesinfektion. Die unter UV-Licht an der TiO_2 -Oberfläche gebildeten sehr korrosiven Hydroxylradikale (OH) zerstören Mikroorganismen. Durch Umpumpen infizierter Lösungen durch einen Versuchsreaktor konnte die Keimzahl von Bakterien, Hefen und Pilzen deutlich verringert werden. Die Langzeitstabilität und Haltbarkeit der entwickelten Reaktoren ist gut, lediglich die Photodioden müssen von Zeit zu Zeit erneuert werden. Anwendungen der Photodesinfektion sieht man unter anderem bei Klimaanlageanlagen (zum Beispiel im Automobil) oder Kühlschränken.

Ein weiterer Beitrag zum Projekt *Traekat* befasste sich mit der *Anwendung trägerfixierter Katalysatoren zur Lösung industrieller Abluftprobleme (Dr. Peter Scholz, Friedrich-Schiller-Universität, Jena)*. Ziel war hier nicht die Gasreinigung in großem Maßstab, sondern die Behandlung kleinerer Gas-mengen. Die Wirksamkeit des Verfahrens und der dafür eigens entwickelten Katalysatoren in der Praxis konnte durch den Transfer von Forschungsergebnissen in mittelständische Unternehmen an folgenden Beispielen erfolgreich nachgewiesen werden:

- Minderung der Styrolemissionen bei der Herstellung von glasfaserverstärkten Kunststoffen;
- Reinigung der Abluft von VOC;
- Abreinigung von Schmierölresten in Druckluft.

Die Reinigung von Druckluft hat den Vorteil, dass bei manchen Anwendungen teure, schmierölfreie Kompressoren durch billigere, geschmierte ersetzt werden können, wobei die Druckluft vor der Verwendung noch nachgereinigt wird.

Eine wichtige Teilaufgabe dieses Projekts bestand in der Katalysatorentwicklung, wobei zum Teil auf

die positiven Ergebnisse des Vorläuferprojekts *Selox* zurückgegriffen werden konnte. Heute stehen Katalysatoren aus verschiedenen Trägermaterialien (Nickelschäume, Metallfaserplatten) mit unterschiedlichen Beschichtungen (Perowskit, Edelmetalle, Aluminiumoxid als Zwischenträger) für Anwendungen wie Methanoxidation, Totaloxidation von VOC, Ozonzersetzung oder Entfernung von Schmieröl aus Druckluft zur Verfügung. Der Vorteil geschäumter Katalysatoren im Vergleich zu geschütteten liegt in höherer Lebensdauer, minimalem Abrieb und niedrigerem Strömungswiderstand. Für einige Anwendungen wird die Markteinführung in nächster Zeit erwartet.

In den beiden folgenden Beiträgen wurde ein Überblick über Anwendungen der Oberflächentechnik im Automobilbau und über innovative Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Kunststoffen gegeben. Der Beitrag *Application of thin films* von Prof. Dr. Petr Lauda (Technische Universität Liberec, Tschechische Republik) demonstrierte an zahlreichen Beispielen die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Verfahren der Oberflächentechnik im Automobilbau. Mehr als 3000 Teile sind in jedem Fahrzeug beschichtet. Ob Dekor, Korrosionsschutz, Verschleißschutz, tribologische Funktion oder Elektronikbeschichtung, stets ist die Oberflächentechnik unverzichtbar, wobei das Lackieren sowie elektrochemische (galvanische) Verfahren und Nitrierprozesse nach wie vor dominieren. Kolbenringe, Ventile, Verbindungselemente, Komponenten von Bremssystemen und Schockabsorbern, Embleme, Türgriffe, Kühlergrills oder Radverkleidungen werden durch Beschichtungen oder Oberflächenbehandlung für ihren Einsatz fit gemacht. Vermehrt werden auch Kunststoffe eingesetzt; sie sind leichter, korrodieren praktisch nicht und können in fast beliebigen Geometrien geformt werden. Auch sie benötigen, aus Dekorgründen oder zur Verbesserung der Lack- und Klebstoffhaftung, meist eine Oberflächenbehandlung oder Beschichtung.

Innovative Oberflächentechnologien für Kunststoffe hieß dann auch der folgende Beitrag, gehalten von Prof. Dr. Gerhard Blasek (ehem. DTVA e. V., Dresden). Bei der Oberflächenbehandlung von Kunststoffen stehen Dekor (Farbe, Glanz beziehungsweise Mattigkeit, Musterung, auch Haptik), Schutz und funk-

tionelle Verbesserungen (Härte, Verschleiß, chemische Resistenz, Barrierewirkung, optische, elektrische, bioaktive und andere Eigenschaften) sowie die Haftvermittlung beim Beschichten und Kleben im Vordergrund. Das Lackieren, Bedrucken und Beflocken, das galvanotechnische und vakuumtechnische Beschichten und das Modifizieren durch Plasmabehandlung sind bereits seit vielen Jahren Standardverfahren. Wasser-, UV- und Pulverlacktechnologien zählen auch für Kunststoffe zu den Zukunftstechnologien.

Die galvanische Metallisierung von zahlreichen Kunststoffen ist seit langem Stand der Technik. Vakuumverfahren sind im Kommen und in vielen Fällen eine wertvolle Ergänzung der *klassischen* Oberflächentechnik. Sie werden zunehmend auch in Kombination mit anderen Verfahren eingesetzt, beispielsweise um durch die Kombination Lackieren und vakuumtechnisches Beschichten extrem glatte Oberflächen auf gespritzten Kunststoffteilen realisieren zu können. Die Kombination von glättenden galvanotechnischen Metallschichten mit dekorativen Hartstoffschichten wie CrN, TiN oder ZrN ist eine weitere Option. Auf transparenten Kunststoffen wie PC oder PMMA aufgetragene Plasmapolymerschichten verbessern deren chemische und mechanische Beständigkeit und unterstützen durch den Ersatz von Mineralglas den Leichtbau. Low-E-, Entspiegelungs- und AR-Schichten, erzeugt durch vakuumtechnische Verfahren, zählen heute zu beherrschter Hochtechnologie. Auch in der Medizintechnik, Pharmazie und in der Lebensmittelindustrie haben Plasmaverfahren ihren festen Platz gefunden, mit steigender Tendenz. Ergänzend zu den Vakuum- und Niederdruckverfahren gewinnen zunehmend auch Atmosphärenplasmen an Bedeutung. Für die Mikrostrukturierung von Kunststoffoberflächen bieten sich Mikroplasmen an (zum Beispiel plasma printing).

PVD-Verfahren sind heute, von Ausnahmen (*IVD*, Ion Vapor Deposition, ein Ionenplattierprozess) abgesehen, zur Beschichtung von Massengut noch nicht einsatzfähig. Sie könnten jedoch einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit leisten. Über Arbeiten in dieser Richtung und damit über Ergebnisse des zweiten Teilprojekts des Wachstumskerns *noa II* informierte Dr. Fred Fietzke (Fraun-



hofer-Institut Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP, Dresden) in seinem Vortrag *PVD-Verfahren für den Korrosionsschutz von Massengut – Stand und Perspektiven*. Zu beschichtende Bauteile waren Stanznieten, deren Marktvolumen auf einige Milliarden Euro pro Jahr geschätzt wird. In einer als Prototyp entwickelten Beschichtungsanlage (*ALMA 1000*) wurden durch plasmaaktiviertes Bedampfen Aluminium und Aluminiumlegierungen auf den als Schüttgut vorliegenden Stanznieten aufgetragen. Die Entscheidung fiel auf dieses Verfahren, weil seine Abscheidungsrate um den Faktor 20 bis 100 größer ist als beim Sputtern und weil preiswerteres Material in Form von Pulver, Granulat oder Draht eingesetzt werden kann. (Beim Sputtern werden Platten benötigt.) Kernstück der Anlage ist eine horizontal angeordnete rotierende Trommel, in der die Teile durch die Fliehkraft an der Innenwand fixiert werden. Die Durchmischung erfolgt durch Drehzahlvariation; Abstreifer werden wegen der Gefahr einer mechanischen Beschädigung der Teile nicht verwendet.

Zum gegenwärtigen Stand der Entwicklung ist das Substrathandling beherrschbar. Die weiteren Arbeiten konzentrieren sich auf die Optimierung von Schichtqualität und Schichtdickenverteilung. Für korrosionsgeschützte Stanznieten würde sich unter anderem im Automobilbau wegen des zunehmenden Einsatzes von Mischbauweisen ein großes Anwendungsfeld ergeben.

Über *Hochproduktive PVD-Beschichtungen* referierte anschließend Rolf Winkler (*Creavac – Creative Vakuumbeschichtung GmbH*, Dresden). Das Unternehmen führt zu ca. 2/3 Lohnbeschichtungen durch, 1/3 der Aktivitäten ist dem Anlagenbau gewidmet. Der Schwerpunkt der Beschichtungsaktivitäten liegt bei der Metallisierung von Kunststoffen für vielfältige Anwendungen im dekorativen/optischen (Sanitärtechnik, kosmetische Artikel, Reflektoren, Möbelbeschläge, Beleuchtungskörper) und funktionalen (EMV-Abschirmschichten, Gehäuse, Kabel, Steckverbinder, Antennenbeschichtungen, Heizleiter, ESD-Schutzbeschichtungen) Bereich. Die vorzugsweise eingesetzten metallischen Werkstoffe sind Al, Cu, NiCr, Sn, Au und Ag.

Zum Anlagenbau von *Creavac* zählen Bedampfanlagen mit unterschiedlichem Kammerdurch-

messer (zum Beispiel *Creamet 1201 EMV*, *Creamet 1900*) aber auch spezielle Kurztaktanlagen. Bei diesen wird, vereinfacht gesagt, ein Hochleistungspumpstand an eine vergleichsweise kleine Kammer angeflanscht, wodurch sehr kurze Chargenzeiten erreichbar sind. Im Vergleich zu Großkammeranlagen bietet *Creavac* mit der Anlagenreihe *Creamet rapid* (425 und 500) eine kostengünstige Variante an. Dies wurde durch den Einsatz innovativer thermischer Verdampfersysteme (zum Beispiel Flashverdampfer für Aluminium, kontinuierliche Verdampfer für andere Metalle wie Gold, Kupfer, Silber, Zinn) sowie die Entwicklung von Nachfütterungseinrichtungen für verschiedene Applikationen ermöglicht. Weitere Vorteile sind neben der kostengünstigeren Fertigung ein geringerer Flächen- und Energiebedarf, durch Verkettung der Prozesse Spritzgießen und PVD Metallisierung eine Senkung des logistischen Aufwands und eine deutliche Qualitätsverbesserung, ein geringerer Aufwand an Vorrichtungen infolge schnellerem Durchlaufs und höhere Flexibilität bei kleineren Losgrößen. Zudem kann eine Kurztaktanlage eine bis mehrere Spritzgießmaschinen bedienen. Dies wurde am Flow Chart eines vollautomatischen Systems zur dekorativen Metallisierung demonstriert.

Zum Thema *Neuester Stand des Magnetron-Sputterns – HIPIMS* trug *Markus Schenkel* in Vertretung von *Prof. Dr. Wolf-Dieter Münz* (*SVS Vacuum Coating Systems*, Karlstadt) vor. *HIPIMS* (High Power Impuls Magnetron Sputtering) ist eine relativ junge Technologie, ein dropletfreies PVD-Verfahren mit hoher Ionisation. Im Gegensatz zum *UBM* (Unbalanced Magnetron) hat das Magnetfeld bei *HIPIMS* einen großen Einfluss auf die Beschichtungsrate, diese ist niedriger als beim *UBM*. Dem stehen jedoch deutliche Vorteile wie ein hoher Anteil an Metallionen im Plasma, Mehrfachionisation, Vermeidung von Droplets und dadurch Bildung sehr dichter und homogener Schichten gegenüber. Dies wurde am Beispiel der Schichteigenschaften von CrN und Cr₂N, abgeschieden mit *HIPIMS* respektive *UBM*, gezeigt. *HIPIMS*-Schichten unterscheiden sich von mittels *UBM* erzeugten deutlich durch die höhere Härte des Cr₂N und die höhere Verschleißbeständigkeit des CrN. In den meisten anderen Schichteigenschaften (speziell der Härte) sind

HIPIMS-Schichten den *UBM*- und Arc- Schichten überlegen. Erste Ergebnisse einer Kombination von *HIPIMS* und *UBM* zeigen eine erhöhte Beschichtungsrate bei gleichzeitig verbesserten Schichteigenschaften.

PVD-Finish-Schichten für die Medizintechnik war der Titel des nächsten Beitrags, gehalten von *Dr.-Ing. Christiane Wetzel* (Fraunhofer-Institut Elektronenstrahl- und Plasmatechnik *FEP*, Dresden). An den Beispielen Oberflächen mit antibakterieller Wirkung und Funktionalisierung flexibler Implantate wurden die vielfältigen Möglichkeiten von *PVD*-Schichten demonstriert. Beschichtungsmaterial im ersten Fall war Silber, das in auch nur wenige Nanometer dicken Schichten eine toxische Wirkung auf Mikroorganismen zeigt (durch Bildung von Ag^+ -Ionen) und deren Wachstum stark einschränkt. Flexible Implantate, wie zum Beispiel künstliche Herzklappen aus Polyurethan (*PUR*), müssen im Blutkontakt biokompatibel sein. Der Körper darf das Implantat nicht als *Verletzung* erkennen und keine Neubildung von Gewebe einleiten. Zur Verbesserung der Biokompatibilität und der Langzeitstabilität der Implantate sind Beschichtungen mit Zirkonium, Titan oder Kohlenstoff geeignet. Tests zeigten, dass dadurch Haftung, Benetzung beziehungsweise Zelladhäsion beeinflusst werden können. Zum praktischen Einsatz sind noch weitere Untersuchungen notwendig. Ein für die Medizintechnik interessantes Verfahren ist auch die Ionenstrahltechnik, mit der eine Strukturierung des *PUR* oder die Vernetzung flexibler Polymere möglich sein wird.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten von *PVD*-Schichten wurden im Beitrag *PVD-Metallisierung flexibler textiler Trägermaterialien* aufgezeigt. *Dr.-Ing. Yvette Dietzel* vom Sächsischen Textilforschungsinstitut e.V. (*STFI*), Chemnitz, demonstrierte dies an den Ergebnissen verschiedener Forschungsvorhaben. Ausführlich vorgestellt wurden titanbeschichtete Vliesstoff-Metall-Verbunde *Hycofil*[®], die unter anderem zur Herstellung formbeständiger plissierfähiger Filtermedien dienen. Die Titanbeschichtung (ca. 100 nm) wurde auf den Vliesen/Vliesstoffen aus Hochleistungsfasern (*Nomex*[®], *P84*[®]) mittels *PVD* (Vakuumbogen) aufgebracht (*Hycofil*[®]-Verfahren). Durch Vorbehandlung der Fasern im optimierten

Ar/O_2 -Plasma konnte eine sehr gute Haftung der Titanschicht erreicht werden. Die weitere Anpassung der Anlagentechnik soll die Beschichtung größerer Mengen ermöglichen. Beispiele für Anwendungen sind Funktionsbekleidung (Kälte-, Hitzeschutz), *EMV*-Schutzschichten, gedruckte Elektronik auf flexiblen Substraten, textiles Bauen (photovoltaisch aktive Substanzen zur Nutzung der Solarenergie im Außenbereich von Gebäuden, *IR*-reflektierende Schichten zur Wärmedämmung), in Textilien integrierte Elektronik oder Sensorik, Filter mit antimikrobieller Wirkung oder die Katalyse.

Über die *Dekorative Oberflächenveredelung mit PVD-Technologien* berichtete anschließend *Dr.-Ing. Frank Hollstein* (Institut für Oberflächentechnik, *IOT*, der Hochschule Zittau/Görlitz). Nach einer kurzen Vorstellung der Arbeitsgebiete des *IOT* (Oberflächenveredelung von Leichtmetallen, katalytisch wirksame Beschichtungen und biokompatible Beschichtungen für die Medizintechnik) und seiner apparativen Einrichtungen kam der Vortragende auf die Möglichkeiten der Farbgebung mittels *PVD*-Schichten zu sprechen. Das Eigenfarbenangebot von *PVD*-Hartstoffschichten wie *TiN*, *TiCN*, *AlTiN*, *CrN*, *ZrCN* und *NbN* ist primär beschränkt auf die Farbnuancen metallisch-silber, gold-gelb, gold, bräunlich, dunkel-braun und schwarz. Durch anodische Oxidation von mittels *PVD* aufgebrachten dünnen Schichten aus Aluminium, Titan, Zirkonium, Niob und Tantal sind jedoch viele weitere Farbeffekte realisierbar. Dies wurde am Beispiel der Oberflächenveredelung der Magnesiumlegierung *AZ31HP* gezeigt. Durch ein mittels Sputtern aufgebrachtes Mehrlagenschichtsystem *Nb-TiAl-Nb* mit anschließender anodischer Oxidation (Interferenzfärbung durch Nb_2O_5) konnten sowohl Korrosionsschutz als auch Einfärbung erreicht werden. Die Methoden der klassischen chemischen Metallfärbung stellen somit eine weitere, bisher kaum betrachtete Möglichkeit dar.

Das Unternehmen *AIS Automation Dresden GmbH* liefert Anlagensteuerungen für sehr unterschiedliche Typen von Vakuumanlagen, darunter Beschichtungsanlagen für Hartstoff-, optische und dekorative Schichten, Ionenstrahlätzenanlagen oder Mikrosystem-Clusteranlagen. Dies wurde von *Hans Taubert* in seinem Vortrag *Maßgeschneiderte Steuerungen*

für *Vakuumanlagen* gezeigt. Komponentenbasierte Steuerungen ermöglichen eine flexible Prozessgestaltung ohne Software-Änderungen. Durch Modularisierung und den Einsatz von Industrie-Hardware ist gute Wartbarkeit gegeben. Ablauf- und Rezepteditoren gewährleisten eine effektive Bedienung für Experten (Prozessingenieure) und Operatoren. Die Erstellung von Layerrezepten und die Kopplung mit Schichtberechnungsprogrammen sind weitere Optionen. Auch Retrofitlösungen (Nachrüstung von Altanlagen) sind möglich. Diese und weitere Vorteile und Optionen der Steuersysteme wurden im Rahmen des Vortrags vorgestellt und diskutiert.

Der nächste Beitrag von *Sabine Scholz* (Institut für Oberflächentechnik der Hochschule Zittau/Görlitz) *Blended-learning – moderne Wissensvermittlung für Oberflächentechniker* hatte die Weiterbildung im Bereich der Oberflächentechnik zum Thema. Durch bedarfsgerechte Bildungsmodule, praktisches Training im Labor und im Unternehmen sowie durch Wissensvertiefung mit computerunterstützten Lehrmodulen (e-learning) wird eine intensive Wissensvermittlung angestrebt. Schwerpunkte sind die Berufsorientierung (zum Beispiel Schülerpraktika), die Berufsausbildung (Lehrlinge, Studenten) sowie die berufliche Weiterbildung und Qualifizierung. Zu den angebotenen Lehrinhalten zählen unter anderem Plasmabeschichtungsverfahren, die Schichtanalytik, die Behandlung von Kunststoffoberflächen, die galvanische und die Pulverlackbeschichtung. Am Beispiel des virtuellen Versuchs einer Schichtdickenmessung mittels Kalottenschliff wurden die Möglichkeiten des e-learning demonstriert.

Zum Abschluss der Veranstaltung gab *Burkhard Scholz* (*Techno-Coat Oberflächentechnik GmbH, Zittau*) einen Überblick über die bisherige Entwicklung und die Zukunft des Netzwerks für innovative Oberflächentechnik und Anlagenbau (*noa*). Der Vortragende ging in seinem Beitrag *Noa – quo vadis? – Ein Resümee der vergangenen Jahre mit Blick auf zukünftige Arbeiten* auf wichtige Schritte der Gründung und Weiterentwicklung des Netzwerks ein. *Noa* sieht sich auf einem guten Weg und beabsichtigt, auch in Zukunft in folgenden strategischen Geschäftsfeldern aktiv zu sein:

- PVD-Beschichtung von Schüttgütern;
- Sonderanlagenbau/Fertigung von Komponenten;
- Herstellung von Katalysatoren/Beschichtung von Katalysatorelementen;
- bedarfsgerechte Mitarbeiterqualifizierung.

Die Kundenakquisition und die Umsetzung der in den beiden Wachstumskernen *noa I* und *noa II* erzielten Ergebnisse werden konsequent weitergeführt. Gemeinsame Marketingaktivitäten der *noa*-Mitglieder sowie die Ausdehnung der Netzwerkarbeit nach Polen und Tschechien (trinationales Netzwerk) werden dafür begleitende Maßnahmen sein. Bei den Aktivitäten Technologietransfer, Einwerbung von Fördermitteln und Weiterbildung wird eine weitere Vertiefung der Kooperation mit der Europäischen Fördergesellschaft Dünne Schichten e.V. (*EFDS*) und der Dresdner Transferstelle für Vakuumtechnik e.V. (*DTVa*) angestrebt.

-R. Suchentrunk-