

Oberflächentechnik trägt zur Ressourceneffizienz in der Produktion bei

# Hart im Nehmen

Funktionale Oberflächen können entscheidend zur Effizienzsteigerung von Produkten beitragen. Die Bundesregierung fördert daher seit zwei Jahren im Rahmen der Innovationsplattform „Ressourceneffizienz in der Produktion“ sieben Verbundprojekte in diesem Bereich. Zeit für eine erste Zwischenbilanz.



Created with

 **nitro**<sup>PDF</sup> professional

download the free trial online at [nitropdf.com/professional](http://nitropdf.com/professional)



Im Projekt Odpat geht es um die Plasma-beschichtung hochbelasteter Aluminiumkomponenten wie Kolben von Verbrennungsmotoren...

... Dabei ist es gelungen, durch eine neue Prozesstechnologie auch Hinterschneidungen im Bauteil zuverlässig zu beschichten

Bilder: Fraunhofer IWM



fläche auf realen Bauelementen erzeugt – die erwartete Dicke der Nitrierschicht liegt bei 100 µm und die der amorphen, diamantähnlichen Kohlenstoffschicht (Diamond-Like-Carbon (DLC) -Schicht) wird zwischen 5 und 20 µm liegen.

Die bisherigen Hauptforschungsschwerpunkte lagen auf der Realisierung einer Aluminiumnitridschicht und der zuverlässigen und homogenen Abscheidung einer DLC-Schicht auf einem handelsüblichen Motorkolben. Die Nitridschicht wurde schon relativ früh im Projekt realisiert. Die Crux: Bei der direkten Abscheidung von DLC auf einer unbehandelten Aluminiumprobe kann es aufgrund der Aluminiumoxidhaut laut Meier zum direkten Delaminieren der DLC-Schicht kommen. „Um den Aluminiumgrundwerkstoff mittels Stickstoffdiffusion behandeln zu können, haben wir daher zuerst die natürliche Aluminiumoxidschicht mittels Plasmaätzen homogen entfernt. Durch die anschließende Stickstoffbehandlung des Bauteils konnten wir eine einige µm-dicke Aluminiumnitridschicht erzeugen“, erklärt der Forscher. Diese zeigte bei mechanischen Tests die gewünschte Stützfunktion. Nach anschließender Beschichtung mit einer DLC-Schicht wurden stark verbesserte Haftungswerte nachgewiesen.

Doch auch bei der DLC-Abscheidung gab es Herausforderungen für das Odpat-Team: Zwar ist es mittels HF-Plasma CVD möglich, dreidimensionale Bauteile zu beschichten. „Jedoch stellt die zuverlässige Beschichtung von Hinterschneidungen im Bauteil mit wenigen Millimetern Breite – wie bei Kolbenringnuten – ein Problem für Lohndienstleister und Hersteller von DLC-Beschichtungen dar. Dies liegt in der Plasmaphysik begründet“, erklärt Meier. Durch die Bewegung der Kolbenringe in den Kolbenringnuten sind

aber genau dies die tribologisch am stärksten beanspruchten Stellen am Kolben.

Gelöst haben die Projektpartner das Problem durch eine Veränderung des Arbeitsgases und einen Umbau beziehungsweise eine Weiterentwicklung der Anlagentechnik. Dabei wurde zunächst ein ganzer Kolben beschichtet. Durch dessen komplexe Geometrie erfolgte jedoch lokal ein unterschiedlicher Energieeintrag durch das Plasma, was zu leichten Verzügen der Geometrie führte, die außerhalb des Toleranzbereiches lagen. Um diesem Verzug des Kolbens entgegenzuwirken, wurde dessen Halterung in der Beschichtungskammer verändert. Durch diese werden unter anderem die nicht zu beschichtenden Stellen abgedeckt und das Plasma berührt beziehungsweise beeinflusst nur die tribologisch beanspruchten Bereiche des Kolbens. Dadurch konnte der Verzug drastisch reduziert und die DLC-Schichtdicke an den wichtigen Kolbennutunter- und -oberseiten homogen abgeschieden werden.

Erste Motorentests mit dieser DLC-Schicht sind für diesen Herbst beim Odpat-Projektpartner Kolbenschmidt Pierburg AG, Neckarsulm, geplant. Die Weiterentwicklung der HF-Plasma-CVD-Anlagentechnik soll im Frühjahr 2012 einsatzfähig sein.

Auf Industrielle Plasmatechnologie greift auch das Verbundprojekt Nanodyn – Effiziente Fertigung Plasmastrukturierter Oberflächen – zurück. Für dieses Projekt hat sich ein Konsortium aus zwei Forschungsinstituten und vier Firmen gebildet, das mit Hilfe neu entwickelter, nanoskalig strukturierter Schichten die tribologischen Eigenschaften ausgesuchter Anwendungsfelder aus der Luftfahrt (EADS Deutschland GmbH, München), der Beschichtung von Bandwaren (Rowo Coating GmbH, Herbolzheim) und von

Wälzlagern (CeroBar GmbH, Herzogenrath) gezielt modifiziert. Die Entwicklung der Schichttechnologie im Labormaßstab, unterstützt durch rechnerische Simulationsverfahren, wird durch die Universität Bremen und das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB), Stuttgart, durchgeführt. Durch die Einbindung des Anlagenherstellers Pink GmbH Plasma-finish, Wertheim, wird die Skalierung der Beschichtungs-technologie auf Bauteile und Produkte im Serienmaßstab sichergestellt.

Ein erstes Ergebnis hat Nanodyn für die Luftfahrt-Industrie vorgelegt: eine Anti-Eis-Ausrüstung für Kunststoffoberflächen. Hierfür wurden wasserabweisende mikro- und nano-

#### Galvanische Verfahren sorgen für die Nanostrukturierung von Oberflächen

nostrukturierte Schichten entwickelt, auf denen Wasser auch bei Temperaturen unter 0 °C flüssig bleibt und sich somit erst gar kein Eis bildet. Denn die Schichten bieten dem Wasser keine Kristallisationskeime auf der Oberfläche und es verbleibt in einem „stark unterkühlten“ Zustand.

Die strukturierten Schichten scheiden die Forscher des Fraunhofer IGB mittels Plasmatechnologien auf Kunststofffolien aus schlag- und stoßfestem Polyurethan (PU) ab. Die Folie wird hierzu in eine Vakuumkammer geführt, in der ein Plasma die Oberfläche modifiziert. „Durch Optimierung verschiedener Prozessparameter wie der Art und Menge des eingesetzten Plasmagases, der Temperatur, dem Druck und der Behandlungszeit können wir sehr dünne nanostrukturierte Schichten erzeugen“, sagt Dr. Michael Haupt, Projektleiter am Fraunhofer IGB. Diese geordneten Strukturen haben