

Bei diesem Flügelrad und Blisk für Triebwerke kommt die Erosionsschutzbeschichtung Balinit Turbine Pro, ebenfalls eine PVD-Beschichtung, zum Einsatz.  
Bilder: Oerlikon Balzers

## PVD-Beschichtung statt Hartverchromung

# Umweltfreundliche Alternative

**Oberflächentechnik |** Die Luft- und Raumfahrt sucht dringend nach einem Ersatz für die Hartverchromung von Bauteilen. PVD-Beschichtungen sind hier eine REACH-konforme Option.

Die Hartverchromung wird für die Beschichtung von Bauteilen mittlerweile als sehr kritisch gesehen. Das liegt an den Gesundheitsrisiken für Mitarbeiter sowie an den Umweltgefahren durch die Freisetzung von sechswertigem Chrom, kurz Cr(VI), einem Karzinogen, das während der Verchromung entsteht und die schädlichste Oxidati-

onsstufe von Chrom darstellt. Daher unterliegt Chrom in wichtigen Märkten weltweit sehr strengen Auflagen. In der EU fällt Cr(VI) unter die Verordnung REACH. Auch in den USA wird Chrom von der Bundesbehörde OSHA, die für Sicherheit und Gesundheitsschutz zuständig ist, streng reglementiert.

Der Ersatz von Hartchrom bleibt jedoch eine große Herausforderung für die Luft- und Raumfahrtindustrie, da Hartverchromungen weit verbreitet und auf unzähligen Bauteilen zu finden sind. Lange Zeit geschätzt für seine Härte, die Fähigkeit, den Gleitverschleiß zu minimieren, den Korrosionsschutz zu verbessern und Metallteile langlebiger zu machen, findet man Hartchrom in vielen Anwendungen wie Strukturbauteilen, Fahrwerken, Motorlagern und Flugzeugrahmen. In vielen Fällen wird Hartchrom aufgrund seines niedrigen Reibungskoeffizienten an beweglichen Teilen eingesetzt, wo es zu einem direkten Kontakt

zwischen unterschiedlichen Metallflächen kommt.

Daher müssen Luft- und Raumfahrtunternehmen die Verwendung von Hartchrom kritisch überdenken sowie die technische Auswirkung einer Substitution fundamental analysieren. Das ist kein leichtes Unterfangen, da jedes Teil, das derzeit hartverchromt wird, auf seine Funktionalität, seine Verbindung zu anderen Teilen, Verschleißmechanismen, Schmierungsbedarf und Umweltbedingungen überprüft werden muss. Eine solche Neubewertung der technischen Eigenschaften ist unumgänglich, da sich Hartchrom nicht eins zu eins ersetzen lässt.

Was Härtegrad, Korrosionsschutz, die problematische Anwendung in Aussparun-

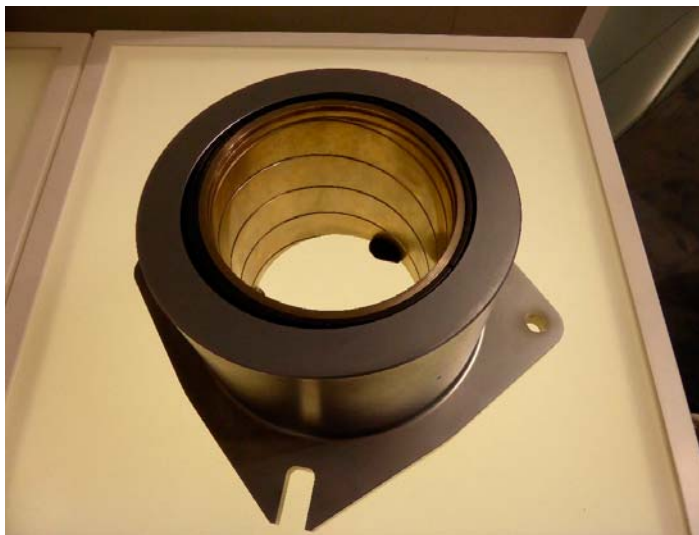
Hartchrom in mancher Hinsicht sogar überlegen.

PVD wird von zahlreichen Vakuumbeschichtungsverfahren genutzt, die zur Herstellung dünner Schichten eingesetzt werden können. Das PVD-Verfahren wird typischerweise zum Beschichten von Bauteilen bei relativ niedrigen Temperaturen von 160 bis 500 °C eingesetzt. Da sie unter der Anlass-temperatur von Stählen liegen, sind diese Temperaturen ideal, um eine Veränderung der grundlegenden Werkstoffeigenschaften zu vermeiden.

Zu den PVD-Optionen gehören mehrere Beschichtungsverfahren auf Kohlenstoffbasis, die eine gute Kombination aus extremer Oberflächenhärte, niedrigem Reibungskoeff-

zungsmaßnahmen von Airbus für die Produktionszentren von Oerlikon Balzers in Großbritannien und Frankreich.

Balinit C ist eine Wolframcarbid/Kohlenstoff-Schicht (WC/C). Bei der Herstellung verwendet Oerlikon Balzers eine Mischung aus Metall und Diamant-ähnlichem Kohlenstoff. Die Schicht wird in einer Dicke von 1 bis 5 µm aufgebracht, was den Einsatz an Wälzlager- und Fahrwerksteilen ermöglicht. Am Ende steht ein glänzendes Oberflächenfinish. Durch die Gleichmäßigkeit dieser Schicht entfällt die Notwendigkeit der Nachbearbeitung, was Zeit und Geld spart. Das ist ein deutlicher Vorteil gegenüber der Hartverchromung, die auf Toleranzen zurückgeschliffen und poliert werden muss, um ein einheitliches Finish zu erzielen.



*Dieses Gelenklager für Fahrwerkssysteme wurde zwecks Verschleißschutz und Reibungsreduktion mit Balinit C beschichtet.*

### **Stärkere Haftung sowie hohe Tragfähigkeit und Abriebfestigkeit**

Untersuchungen zeigen: Balinit C bietet eine stärkere Haftung auf metallischen Untergründen als Hartchrom, eine hohe Tragfähigkeit und Abriebfestigkeit (Haftverschleiß) sowie einen niedrigen Reibungskoeffizienten. Es reduziert Lochfraß und Passungsrost an gleitenden oder beweglichen Teilen eines Flugzeugs, wie sie in Stellgliedern, Klappensystemen und Pumpen vorkommen. Dadurch ist die Beschichtung sehr gut geeignet für schmierungsarme und sogar schmierungsfreie Anwendungen.

Auch Lager gehören zu den Bauteilen, die unter starkem und ungleichmäßig verteiltem Verschleiß leiden. Die Beschichtung eignet sich besonders für Einsatz-, Kugel- und Wälzlagerstähle, da sie bei Temperaturen unter 200 °C aufgetragen werden kann. Sie kann nicht nur auf innere und äußere Laufringe und Zylinder, sondern auch auf die Kugeln in Kugellagern in einer sehr gleichmäßigen Schichtdicke von 0,5 bis 1,0 µm aufgebracht werden. Der leichten Rauheitszunahme steht die gute Polierbarkeit der Beschichtung gegenüber, die die Laufbahn von Innen- und Außenringen glättet und einen zusätzlichen Schutz vor Abrieb und Lochfraß bietet. ●

gen und Gewinden sowie die Gefahr von Lochfraß und Abplatzern unter hohen Belastungen betrifft, so stößt aber auch Hartchrom trotz seiner weiten Verbreitung gelegentlich an seine Grenzen. Hier können Alternativverfahren die Umsetzung neuer Lösungsstrategien ermöglichen und sogar einen Mehrwert gegenüber Hartchrom bieten.

Eine in der Luft- und Raumfahrtindustrie zunehmend eingesetzte Alternative sind PVD-Beschichtungen. PVD steht für Physical Vapour Deposition. Diese Beschichtungen sind eine leistungsfähige, ungefährliche und REACH-konforme Option für Hartchrom. Beschichtungen nach dem Prinzip der physikalischen Gasphasenabscheidung bieten viele ähnliche Eigenschaften und sind

fizienten und Korrosionsschutz bieten. Ein Beispiel ist Balinit C, eine Kohlenstoffschicht von Oerlikon Balzers. Sie hat die Aufmerksamkeit einiger großer Luft- und Raumfahrtshersteller auf sich gezogen. Vor knapp einem Jahr kündigte Airbus an, den Einsatz von Balinit C auf Kupferlegierungen auszudehnen – ein Substrat, das häufig für Lager und Buchsen in Flugzeugfahrwerken und deren Verbindung zum Flugzeugrahmen verwendet wird. Zuvor hatte Airbus der PVD-Beschichtung bereits eine Zulassung für Stahl-, Titan- und Inconel-Substrate erteilt.

Die technische Einstufung von Balinit C als ungefährliche und REACH-konforme Alternative zu Hartverchromungen bildete den Abschluss einer Reihe von Qualifizie-

### **Benjamin Jost**

Business Development Manager Precision Components, Oerlikon Balzerz, Bingen