



## **Erweiterung des Einsatzpotenzials PVD-beschichteter Vergütungsstähle für Anwendungen in korrosiven Umgebungen**

Dr. Holger Hoche, Dr. Casper Pusch, Prof. Matthias Oechsner

*Zentrum für Konstruktionswerkstoffe: Staatliche Materialprüfungsanstalt Darmstadt und Fachgebiet und Institut für Werkstoffkunde, Technische Universität Darmstadt*

[hoche@mpa-ifw.tu-darmstadt.de](mailto:hoche@mpa-ifw.tu-darmstadt.de)

Heute kommt die PVD-Technologie zur Oberflächenfunktionalisierung un- bzw. niedriglegierter Vergütungsstähle nur zum Einsatz, wenn Korrosion in der Anwendung von untergeordneter Bedeutung ist. Sobald eine korrosive Beanspruchung vorliegt, müssen entweder teure höherlegierte (edlere) Substratwerkstoffe verwendet werden, oder auf andere Beschichtungstechnologien, z. B. galvanische Schichten oder Lackierungen, zurückgegriffen werden, die aufgrund des Chemikalieneinsatzes hohen Umweltschutzauflagen unterliegen und im Vergleich zu PVD-Schichten geringere Härten und damit reduzierte Verschleißbeständigkeiten aufweisen.

Es besteht ein daher hohes wirtschaftliches Interesse an der Entwicklung von PVD-Hartstoffschichten, die neben ihren überlegenen tribologischen Eigenschaften auch einen Korrosionsschutz für un- und niedriglegierte Vergütungsstähle bewirken. Bisher sind aber keine industriellen PVD-Schichten verfügbar, die diese Anforderungen erfüllen.

Durch die Legierung TiN-basierter Schichten mit Magnesium und Seltenen Erden wurde ein monolithisches PVD-Schichtsystem entwickelt, das den korrosionsanfälligen niedriglegierten Stahl über 800h im Salzsprühtest vor Korrosion schützen kann. Selbst bei geschliffenen Oberflächen ist mit 5 µm dicken TiMgGdN-Schichten noch ein Korrosionsschutz über 144 h erzielbar. Mit einer Härte von rund 20 GPa ist ebenfalls der Verschleißwiderstand sichergestellt. Die Erhöhung des Korrosionswiderstands ist insbesondere auf die Beilegierung von Mg zu TiN zurückzuführen, indem das freie Korrosionspotenzial der Schicht reduziert somit die Triebkraft gegenüber galvanischer Korrosion zwischen Schicht und Substrat verringert wird. Die Beilegierung von Seltenen Erden bewirkt weiterhin eine Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit um einen Faktor 3 bis 4 gegenüber reinem TiMgN. Mechanismen sind eine Änderung der Oberflächenenergie, wodurch sich eine deutliche Hydrophobierung bei der Kontaktwinkelmessung zeigt. Damit perlen korrosive Flüssigkeiten leicht ab, so dass der Elektrolyttransport zu Fehlstellen behindert und somit das für die Korrosion ursächliche Gefährdungspotenzial signifikant reduziert wird. Weiterhin bewirken Seltene Erden die Bildung stabiler und dichter Deckschichten bzw. Korrosionsprodukte, die das Korrosionsverhalten der Schicht verbessern und die Korrosionskinetik an Fehlstellen wirksam hemmen.

So zeichnen sich die Schichten durch eine hohe Fehlertoleranz aus, da es trotz des Vorhandenseins von Pinholes und Droplets an Schichtverletzungen nicht zur Unterkorrosion und dem Abplatzen der Schicht vom Substrat kommt, sondern entstehende Korrosionsprodukte die Fehlstelle „versiegeln“.