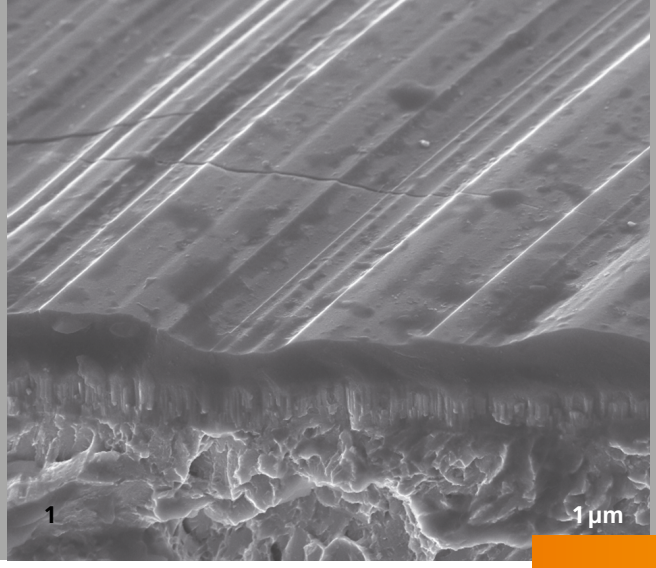
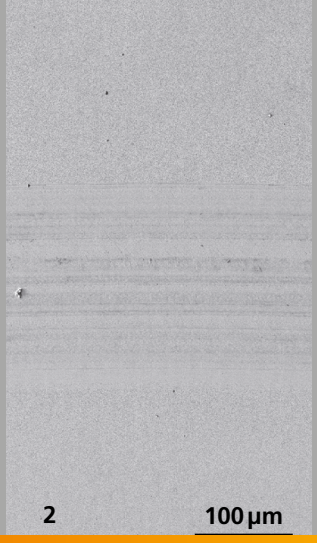
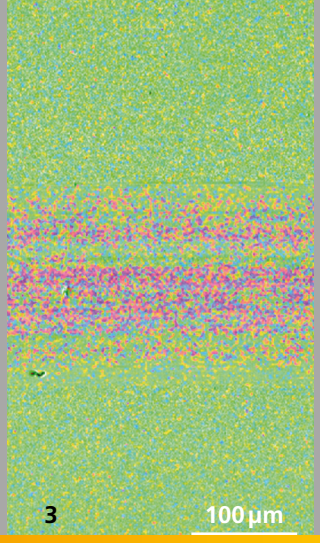






Auszug aus dem Jahresbericht 2012
Zur aktuellen Website: www.ist.fraunhofer.de

WECHSELWIRKUNG VON DLC-SCHICHTEN MIT MOTORÖLEN

Wasserstoffhaltige diamantähnliche Kohlenstoffschichten (DLC – Diamond-Like Carbon) werden in einer Vielzahl von Varianten zur Reibungs- und Verschleißreduktion eingesetzt. Dabei zeichnen sich kohlenstoffbasierte Beschichtungen durch ihre herausragende Eigenschaftskombination aus geringen Reibwerten, hoher Härte und Verschleißfestigkeit sowie chemischer Beständigkeit aus. Aufgrund dieser Eigenschaften werden DLC-Beschichtungen seit Jahren von der Automobilindustrie in der Großserie eingesetzt. Im Rahmen eines Entwicklungsprojektes mit der Firma Oerlikon Balzers wurden am Fraunhofer IST DLC-Schichten hinsichtlich ihrer Wechselwirkung mit bestimmten Öladditiven untersucht und CrC/a-C:H-Schichtsysteme mit einer verbesserten Leistungsfähigkeit entwickelt.

Der Trend zu immer höheren Leistungsdichten von Verbrennungsmotoren bei gleichzeitiger Forderung nach reduziertem Kraftstoffverbrauch und Emissionen bedingt immer höhere Flächenpressungen und damit vermehrtes Auftreten von Grenz- und Mischreibung bei geschmierten tribologischen Paarungen. Diese Entwicklung stellt gesteigerte Anforderungen an die Verschleißbeständigkeit der Schicht, aber auch an eine positive Wechselwirkung der Schicht mit Ölen und deren Additiven.

DLC-Schichten in tribologischen Hochlastbereichen unter additivierter Ölschmierung

DLC-Schichten sind prinzipiell geeignet, um sowohl in ungeschmierten, als auch in geschmierten Anwendungen eine Verbesserung des tribologischen Verhaltens zu ermöglichen. Sie sind jedoch nicht für eine optimale Wechselwirkung mit Additiven ausgelegt. Testergebnisse von ölgeschmierten hochbelasteten Tribosystemen haben gezeigt, dass metallhaltige Kohlenstoffschichten (Me-DLC) Wechselwirkungen mit Additiven aufweisen, die reines DLC nicht zeigt. Sie zeigen chemische Reaktionen mit komplexbildenden Additiven, wie z. B. MoDTC (Molybdän-Dithio-Carbamate) und ermöglichen die Bildung von reibungsmindernden Mo-Sulfiden und Mo-Oxiden.

DLC und CrC/a-C:H-Schichten

Obwohl reine DLC-Schichten (≥ 25 GPa) deutlich härter sind als Me-DLC mit 10 – 15 GPa, zeigen DLC-Schichten im hochbelasteten Mischreibungsbereich in Anwesenheit von MoDTC einen kontinuierlichen Verschleiß (Bild 1). Marktübliche Me-DLC-Schichten bieten nicht die notwendige Leistungsfähigkeit unter diesen Extrembedingungen. Eine Herausforderung bei der Schicht- und Prozessentwicklung war es, die positiven Wechselwirkungen mit Additiven zu gewährleisten und gleichzeitig die Verschleißfestigkeit deutlich zu erhöhen. Als leistungsfähige Lösung des komplexen Anforderungsprofils aus niedrigem Reibwert und hoher Verschleißfestigkeit unter MoDTC-haltigen Ölen wurde eine spezielle CrC/a-C:H-Funktionsschicht entwickelt und charakterisiert (Bild 2 und 3). Wesentliche Hilfsmittel bei der Entwicklung waren dabei Schichtcharakterisierungsverfahren und Labortests wie der »Pin-on Disc-Test« unter definierten ölgeschmierten

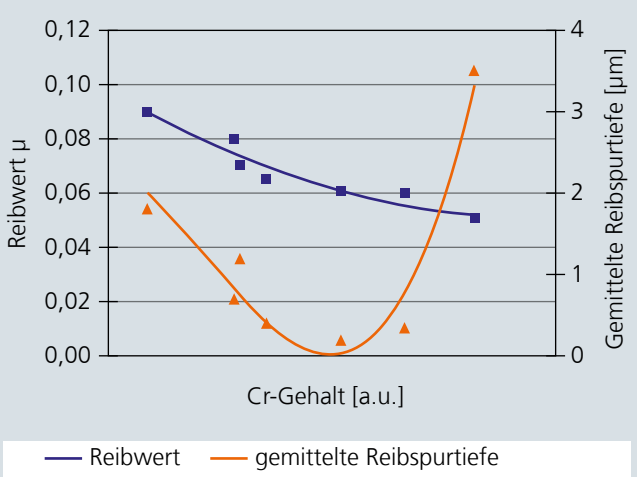
© 2013 Fraunhofer IST | https://www.ist.fraunhofer.de

tribologischen Bedingungen und die nachfolgende analytische Aus- und Bewertung.

Anwendungstests und Fazit

Die entwickelten CrC/a-C:H-Beschichtungen konnten die in den Labortests gewonnenen Ergebnisse in applikationsnahen Motorprüfstandtests bestätigen. Zusätzlich zeigte sich ein weiterer Beitrag zur Reibungsminderung in den betrachteten Tribo-Systemen. Es wurden Beschichtungsprozesse für verschiedene Beschichtungsanlagen entwickelt. Die CrC/a-C:H-Beschichtungen sind eine leistungsfähige, verbesserte Alternative zu industriell etablierten DLC-Schichten in hochbelasteten tribologischen Systemen unter additivierter Ölschmierung.

Reibwerte und Reibspurtiefe von CrC/a-C:H-Schichten im Pin-on-disc-Test unter Ölschmierung mit MoDTC-Additiv.



1 *REM-Bruchkante einer DLC-Schicht mit Verschleiß.*

2 *REM-Aufnahme der Reibspur einer CrC/a-C:H-Schicht.*

3 *EDX-Aufnahme der Reibspur (C grün, Mo rot).*

KONTAKT

Dr.-Ing. Martin Keunecke
Telefon +49 531 2155-652
martin.keunecke@ist.fraunhofer.de

© 2013 Fraunhofer IST | https://www.ist.fraunhofer.de