Statusbericht zum IGF-Vorhaben „Entwicklung und Herstellung nachbearbeitungsarmer Schichtsysteme zum kostengünstigen Korrosions- und Verschleißschutz mit Fe-Basis-Feinstpulvern“

IGF-Vorhaben Nr. 15.501 N / DVS-Nr. 2.001
Laufzeit: 01.02.2008 – 31.01.2011
Berichtsdatum: 26.09.2008

1 Durchgeführte Arbeiten in dem Berichtszeitraum (01.02.08 – 26.09.2008):

- Analyse des eingesetzten Fe-Basis-Pulvers hinsichtlich Partikelmorphologie und Partikelgrößenverteilung
- Klassifizierung des Pulvers mittels eines Windsichters
- Spritzversuche mit einem Kerosin-Sauerstoff-HVOF-System sowie mit einem 3-Kathoden-APS-System
- Metallografie
- Messkampagne zur Vermessung des HVOF-Spritzstrahls/zur Partikelgeschwindigkeitsmessung (Zusammenarbeit mit dem IGF-Projekt 2.002 / DVS-Nr. 15.502 N und dem DFG-Projekt NI 1135/1-1 aus dem Forschungscluster)

2 Status/Ergebnisse

Das Ziel dieses ersten Projektabschnitts war es, die Verarbeitbarkeit von Fe-Basis-Feinstpulvern (5 – 15 µm) mittels konventioneller thermischer Spritzsysteme aufzuzeigen.

2.1 Eingesetzte Werkstoffe

Für die ersten Screeningversuche ist ein Eisenbasispulver der Firma Carpenter (Düsseldorf, Deutschland) mit einer Fraktionierung von < 22 µm und folgender Zusammensetzung verwendet worden:

- Cr: 16,0 – 18,0 Gew.-%
- C: 1,00 – 1,15 Gew.-%
- Si: < 1,0 Gew.-%
- Mn: < 1,0 Gew.-%
- Fe: Rest.

Mittels einer Sichtanlage (Windsichter 50 ATP, Hosokawa Alpine AG, Augsburg, Deutschland) ist das Pulver auf die gewünschte Größe -15+5µm fraktioniert worden. Die Partikelgrößenverteilung sowie die Partikelmorphologie sind mit dem optischen Partikelanalysegerät Morphologi G2 (Malvern Instruments Ltd., UK) analysiert worden. Zusätzlich ist das Pulver mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops (CamScan Series 2, Obducat CamScan Ltd., Waterbeach, UK) untersucht worden (vgl. Abbildung 1).

2.2 Spritzversuche

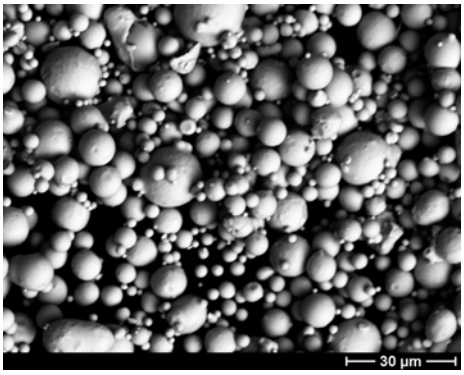
Mit dem gesichteten Fe-Basis-Feinstpulver sind Beschichtungen auf ebene Stahlsubstrate appliziert worden. Die Spritzsysteme, die dazu verwendet worden sind, sind zum einen das Kerosin-Sauerstoff-HVOF-System K2 (GTV Verschleiß-Schutz GmbH, Luckenbach, Deutschland), zum anderen das 3-Kathoden-APS-System Triplex Pro 200 (Sulzer Metco, Hattersheim, Deutschland). Die Parameter können Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Verwendete Parameter für die ersten Untersuchungen

Parameter	Kerosin-O_2-HVOF-System	Parameter	3-Kathoden-APS-System
Verbrennungsverhältnis λ:	1,75 - 2,05	Trägergas (Ar):	2,8 - 3,5 SLPM
Spritzabstand:	280 - 320 mm	Stromstärke:	400 - 450 A
Oberflächengeschwindigkeit:	500 mm/s	Oberflächengeschwindigkeit:	600 mm/s
Düse:	100/12 mm	Düse:	5 mm
		Plasmagas (Ar):	120 SLPM
		Spritzabstand:	180 mm

2.3 Mikroskopische Untersuchungen

Die Beschichtungen sind metallografisch im Hinblick auf ihre Mikrostruktur untersucht worden. Abbildung 1 zeigt einen Querschliff einer HVOF-gespritzten Fe-Basis-Feinstpulverschicht. APS-gespritzte Schichten zeigen ähnliche Strukturen. Alle Schichten weisen noch Oxide auf, deren Anteil in weiteren Versuchen reduziert werden muss (siehe auch 3. Weitere geplante Arbeiten).



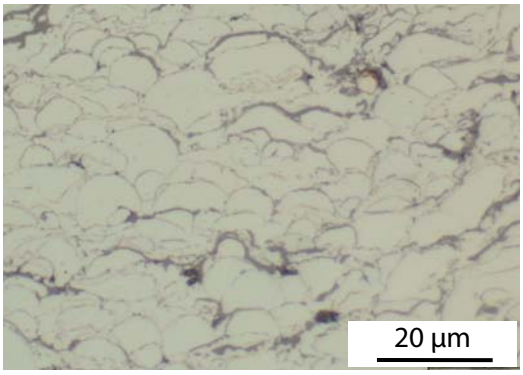


Abbildung 1: REM-Aufnahme des Fe-Basis-Feinstpulvers (links), Querschliff einer mit diesem Pulver HVOF-gespritzten Schicht (rechts)

2.4 Vermessung des Spritzstrahls/Messung der Partikelgeschwindigkeiten am Kerosin-Sauerstoff-HVOF-System

Im Rahmen der projektübergreifenden Zusammenarbeit im AiF/DFG-Forschungscluster „Thermisches Spritzen“ sind am Institut für Oberflächentechnik (IOT) der RWTH Aachen durch das Forschungsclusterprojekt „Prozessdiagnostik“ der UniBw München (IGF-Nr. 2.002 / DVS-Nr. 15.502 N) zusammen mit dem DFG-Projekt „HVOF-Simulation“ des IOT (DFG-Nr. NI 1135/1-1) Tomographie- sowie LDA (Laser Doppler Anemometrie)-Messungen am Kerosin-Sauerstoff-HVOF-System durchgeführt worden. In den vermessenen Spritzabständen (250 – 350 mm) sind Partikelgeschwindigkeiten von bis zu 550 m/s ermittelt worden. Diese werden noch mit den Schichteigenschaften korreliert. Abbildung 2 zeigt den Versuchsaufbau sowie ein Geschwindigkeitsprofil beim Spritzabstand von 250 mm vom Düsenaustritt.

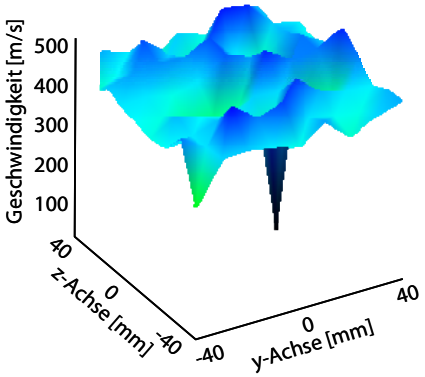


Abbildung 2: Versuchsaufbau für die LDA-Messungen (links), Ermittelte Geschwindigkeiten bei einem Spritzabstand von 250 mm (rechts)

3 Weitere geplante Arbeiten

Für den folgenden Bearbeitungszeitraum sind weitere Spritzuntersuchungen mit dem Kerosin-Sauerstoff-HVOF-System und dem 3-Kathoden-APS-System geplant. Des Weiteren wird ein Wasserstoff-Sauerstoff-HVOF-System in die Untersuchungen mit einbezogen. Zur Charakterisierung der Fe-Basis-Schichten (Schichtadhäsion und Schichtkohäsion) werden Haftzugfestigkeits- sowie Haftscherfestigkeitsmessungen durchgeführt. Um den Einfluss des Spritzprozesses auf die Oxidation der Partikel zu ermitteln, wird der Sauerstoffgehalt sowohl des Pulvers als auch der Schicht gemessen. An der Reduzierung des Oxidationsgrads soll zunächst durch eine Anpassung der Spritzparameter gearbeitet werden. Weitere Maßnahmen können unter anderem der Einsatz einer Shroud-Technologie sein.