

Gleit- und Verschleißschutzschichten mit einstellbaren Schichteigenschaften

M. Erler, J. Drechsel, R. Ebert, H. Exner

Motivation

Gleit- und Verschleißschutzschichten haben eine große Bedeutung u.a. für die Haltbarkeit von Getriebekomponenten in der Automobilindustrie sowie bei Industrieschneidmessern in der Mäh- und Zerkleinerungstechnik. Metallische Beschichtungen weisen je nach Fertigungstechnologie und Schichtbestandteilen sehr unterschiedliche Eigenschaften auf, so dass diese als Gleit- oder auch als Verschleißschutzschichten erzeugt werden können. Ziel der Arbeiten im Rahmen eines FuE-Projektes war die Entwicklung von Technologien und Komponenten für das Laser-Pulver-Auftragschweißen von metallischen Gleitschichten für Getriebekomponenten und von Verschleißschutzschichten für Schneidmesserwerkzeuge in einem Schichtdickenbereich von 0,5 bis 1 mm.

Verwendete Anlagentechnik

Als Laserquelle stand ein Hochleistungsdiodenlaser mit einer Laserstrahlleistung von 2,3 kW zur Verfügung. Mit unterschiedlichen Bearbeitungsoptiken konnten Laser-spotdurchmesser auf dem Werkstück von 1,5 bis 5 mm erzeugt werden. Die Bewegung zwischen Beschichtung und Werkstück erfolgte mittels einer 3-Achs Portalanlage. Für die Zufuhr des Pulver-Gas-Gemisches wurde ein Pulverförderer, der mit zwei separaten Pulverbehältern ausgestattet war, eingesetzt. Damit konnten während der Bearbeitung zwei verschiedene Pulversorten gemischt werden oder aber, durch Zusammenschalten bei-

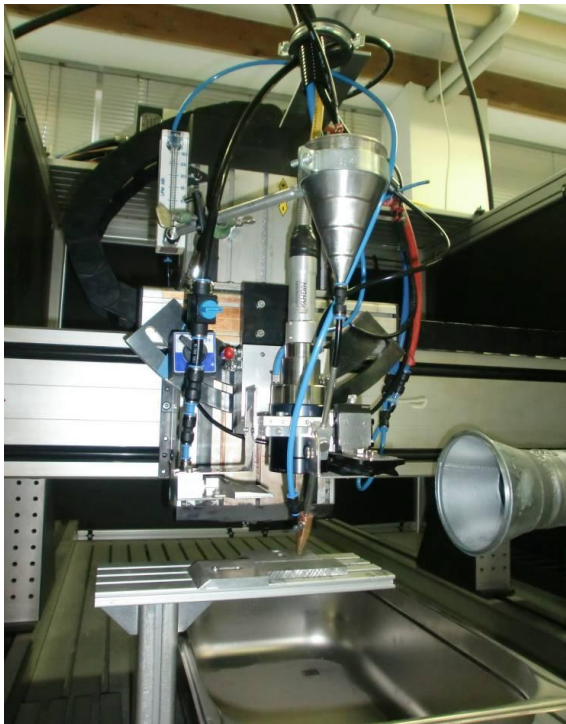


Abb. 1: Versuchsaufbau zum Laser-Pulver-Auftragschweißen

der Pulverförderer, Pulverdurchsatzmengen von bis zu 80 g/min erzielt werden. Für eine Verbesserung der Fokussierbarkeit des Pulverstrahles wurde eine spezielle Düse entwickelt, mit der das Pulver-Gas-Gemisch zusätzlich mit einem Schutzgas ummantelt werden kann (Abb. 2). Dieses schützt den Pulverstrahl vor Oxidation und ermöglicht durch den entstehenden äußeren Druck zusätzlich den Pulverstrahldivergenzwinkel zu reduzieren. Um die Formbarkeit des Pulverstrahles weiter zu verbessern, wurde außerdem eine Trägergasdruckreduzierung entwickelt (Abb. 3). Dies ermöglichte den Pulverstrahldivergenzwinkel stark zu reduzieren und optimal an den Laserspotdurchmesser anzupassen.

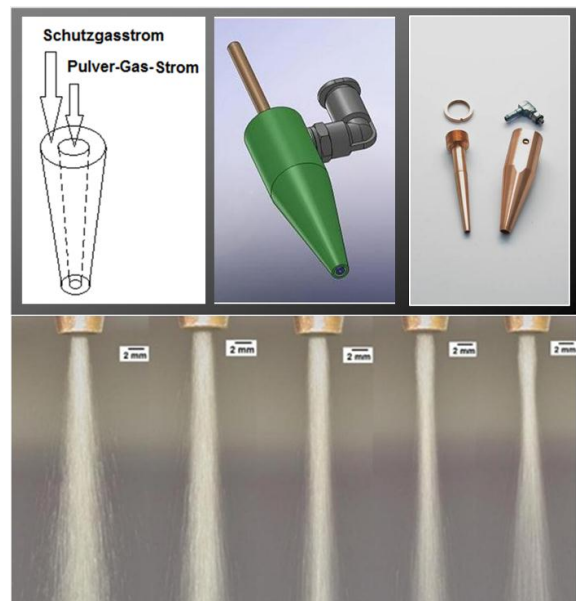


Abb. 2: Konstruktiver Aufbau der Düse (oben) und Wirkung (unten) des v.l.n.r. zunehmenden Schutzgasstromes

Mit der entwickelten Schutzgasdüse und der Trägergasdruckreduzierung konnte der Pulvernutzungsgrad auf bis zu 95% gesteigert werden.

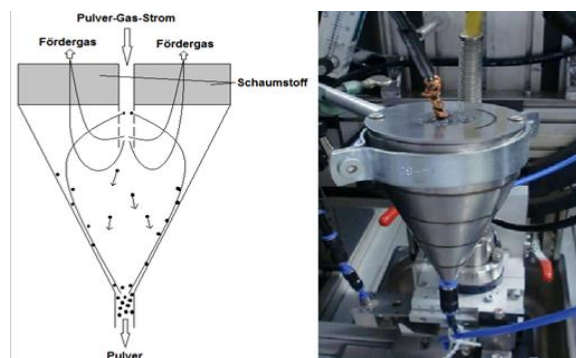


Abb. 3: Trägergasreduzierung: Prinzip (links), Realisierung (rechts)

Gleitschichten

Zur Herstellung von Gleitschichten dienten als Pulvermaterial Molybdän und eine Ni-Basislegierung. Das Molybdänpulver bietet hervorragende Gleit- sowie Notlauf Eigenschaften, lässt sich jedoch nicht gut verarbeiten. Die nur mit Molybdänpulver erzeugten Einzelspuren zeigten eine große Wurzeltiefe verbunden mit einer unerwünscht hohen Vermischung mit dem Grundmaterial. Daher wurde als Matrixmaterial eine Ni-Basislegierung genutzt und das Molybdänpulver darin eingelagert. So konnten die Wurzeltiefe und somit auch der Vermischungsgrad gering gehalten werden. Es ließen sich bis zu 90% Molybdän in der Ni-Basislegierung einlagern. Der Härtewert des eingelagerten Molybdänpulvers lag bei ca. 250 HV0,05, in der Matrix lag er bei ca. 600 - 700 HV0,5.

Weiterführende Versuche beschäftigten sich mit der Herstellung von Wechselschichtsystemen. Dabei wurden flächige Beschichtungen erzeugt, wobei von Spur zu Spur zwischen einer Ni-Basislegierung ohne und mit 90% Molybdänanteil gewechselt wurde. Die Abb. 4 zeigt zwei Beispiele, eine einlagige und eine vierlagige Wechselschicht. Die Prozessparameter wurden so gewählt, dass die Einzelspurchöhen ca. 400 µm betragen.

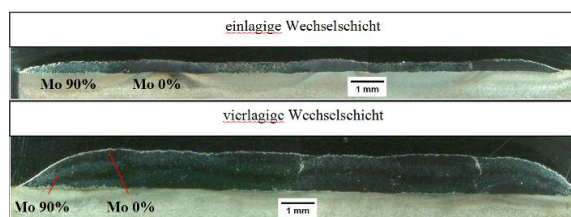


Abb. 4: Querschliffe eines einlagigen (oben) und vierlagigen (unten) Wechselschichtsystems aus Ni-Basislegierung mit 90% und ohne Molybdänanteil

Verschleißschutzschichten

Bei der Erzeugung von Verschleißschutzschichten wurde eine Ni-Basislegierung als Matrixmaterial gewählt. In dieser wurden WC12Co als Hartstoffpartikel eingelagert. Dabei ließ sich ein Anteil an Hartstoffpartikel von bis zu 80% in die Matrix einlagern. Die erreichten Härtewerte der Matrix lagen bei ca. 1000 HV0,5, die der Hartstoffpartikel betragen bis zu 1500 HV0,5.

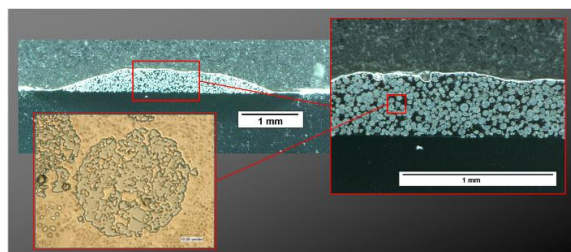


Abb. 5: Querschliffe einer Verschleißschutzschicht mit 70% WC12Co-Anteil in einer Ni-Matrix

Ziel bei den Verschleißschutzschichten war es, den Anteil an Hartstoffpartikeln in einem mehrlagigen Schichtsystem von Schicht zu Schicht zu erhöhen oder zu reduzieren, um dadurch den Verschleiß der Schicht gezielt steu-

ern zu können. Die Abb. 6 zeigt zwei Schichtsysteme bestehend aus 4 Schichten, einmal mit zunehmendem und einmal mit abnehmendem Hartstoffpartikelanteil.

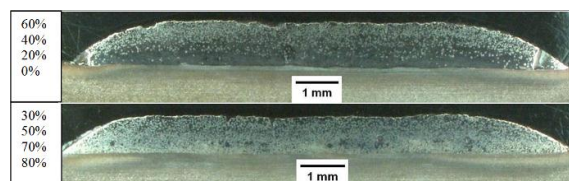


Abb. 6: Querschliffe vierschichtiger Gradientenschichtsysteme, oben mit zu- und unten mit abnehmendem Hartstoffpartikelanteil

Strukturierte Beschichtungen

Es sollten auch strukturierte Beschichtungen erzeugt werden. Dies wurde dadurch erreicht, indem auf einer Fläche nur partielle Auftragschweißpunkte generiert wurden. Sie wurden so angeordnet, dass dazwischen Freiräume entstanden. Die so erzeugte Strukturierung könnte z.B. bei Gleitschichten als Ölrückhaltekapazität dienen. Die Erprobung steht demnächst an.

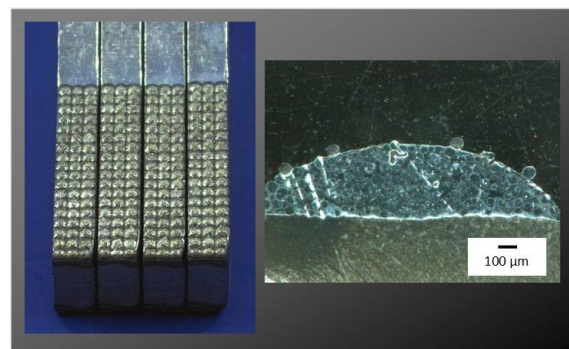


Abb. 7: Punktrasterfläche (links), Querschliffbild eines einzelnen Schweißpunktes (rechts)

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt dem Sächsischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst für die Projektförderung (Aktenzeichen: 4-7531.60-02-5140-09/3) und den kooperierenden Firmen für die sehr gute Zusammenarbeit.

Freistaat Sachsen
Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst

Kontakt

Dipl.-Ing. J. Drechsel
Lasereinstitut der Hochschule Mittweida
Hochschule Mittweida
Technikumplatz 17
09648 Mittweida, Deutschland
Tel.: 03727 581572 / E-Mail: jdrechse@htwm.de

www.laserinstitut.org