

JOT Journal für Oberflächentechnik

Funktionelle Oberflächen

Definierte Eigenschaften
per Plasmabehandlung

Beizen und Passivieren

Präzisionsreinigung für E-Auto-
Komponenten automatisiert

Oberflächenfinish

Hochglanz effizient, schnell
und reproduzierbar realisiert

Schwerpunkt: Automotive
**Spezielle Fördertechnik
in KTL-Projekt**



Verschleißschutz für Bremscheiben mittels Laserauftragschweißen

Im Rahmen der neuen Euro-7-Norm werden zunehmend die Reduzierung des Bremsabriebs von Fahrzeugen und die dadurch entstehenden Feinstaubemissionen in den Fokus gerückt. Die Verschleißschutzbeschichtung von herkömmlichen Graugussbremscheiben mittels Laserauftragschweißen ist in diesem Zusammenhang eine effektive Lösung. Mithilfe von Großserienbeschichtungsanlagen können funktionelle und wirtschaftliche Bremscheibenbeschichtungen für den internationalen Automobilmarkt dargestellt werden.

Carlos Martin

Die Feinstaubbelastung gilt aktuell als eines der größten Gesundheitsrisiken der Umwelt. Der Verkehrssektor ist dabei ein wesentlicher Emittent, wobei Reifen- und Bremssysteme jeweils etwa 40 % der Feinstaubemissionen darstellen und damit den Hauptanteil innerhalb von Fahrzeugsystemen ausmachen. Die neue

Euro-7-Norm reguliert deswegen zukünftig insbesondere die Feinstaubemissionen von Bremssystemen.

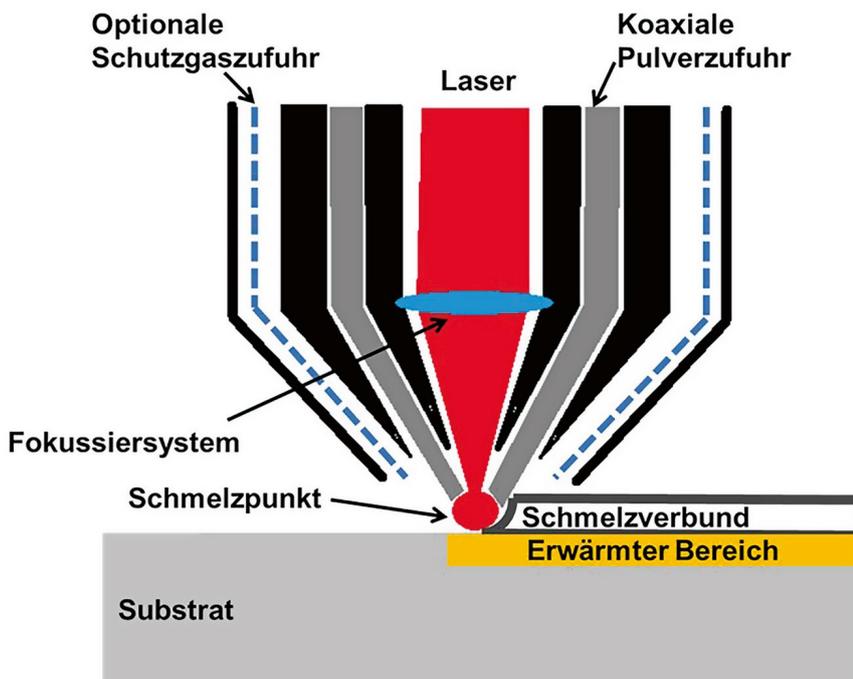
Stand der Technik

Den aktuellen Stand der Technik stellen Graugussbremscheiben und Bremstrom-

meln dar, die in Wechselwirkung mit einem Bremsbelag für die Bremswirkung notwendige Reibeigenschaften erzeugen. Durch eine Hartstoffbeschichtung des Reibrings der Bremscheiben wird eine sehr verschleißfeste intermetallische Beschichtung erzeugt, die in Kombination mit angepassten Bremsbelägen den Bremsabrieb um bis zu 90 % verringern kann, wodurch die neuen Feinstaubgrenzwerte eingehalten werden können. Neben der erhöhten Verschleißbeständigkeit zeichnen sich die Beschichtungen vor allem durch eine erhöhte Korrosionsbeständigkeit aus. Das ist insbesondere auch für die E-Mobilität relevant, da hier durch den zunehmenden Einsatz von Rekuperationssystemen herkömmliche Bremscheiben durch die seltenere Beanspruchung stärker zu Rostbildung neigen. Für Endverbraucherinnen und Endverbraucher bietet die Beschichtung den Vorteil, dass die Bremssysteme weniger häufig ausgetauscht werden müssen, wobei stets eine ansprechende, nichtrostende Optik der Reibringflächen vorliegt und auch die Felgen weniger durch Bremsabrieb verschmutzt werden.

Prozessentwicklung im Technikum

Der Schlüssel für eine wirtschaftliche und reproduzierbare Einführung von verschleißbeständigen Bremscheiben ist



Schematische Darstellung eines koaxialen Laser-Cladding-Prozesses.



© Sturm Maschinen- & Anlagenbau

22-kW-ADCS-Serienbeschichtungsanlage im Technikum.

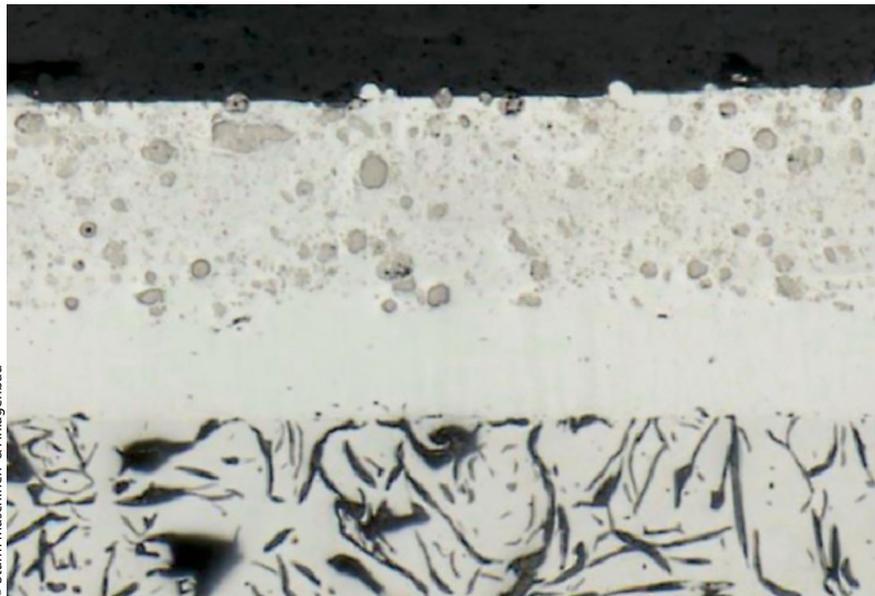
die Industrialisierung. Das hat die Sturm-Gruppe 2018 als neues Produktfeld für sich erkannt und beschlossen, ihr Produktportfolio in diese Richtung zu erweitern. Seitdem wurden im Sturm-Technikum mehrere Entwicklungsschritte durchlaufen, wobei die Prozessvalidierung eine wichtige Rolle spielte. Die Verantwortlichen entschieden sich für den Prozess des Hochgeschwindigkeits-Laserauftragschweißens (Highspeed Laser Cladding). Das Beschichtungsmaterial bildet dabei in Form von Pulver mit dem Substrat einen Schmelzverbund. Es handelt sich um einen sehr genauen Schweißprozess, bei dem der Wärmeeintrag deutlich kleiner ist als bei herkömmlichen Auftragschweißprozessen. Durch die Erzeugung von intermetallischen Verbindungen liegen dabei deutlich erhöhte Haftfestigkeiten und verringerte Poren- und Oxidbildung im Vergleich zu thermischen Spritzprozessen vor. In Kombination mit sehr hohen Pulverfördereraten können so technisch hochwertige Beschichtungen auf wirtschaftliche Weise appliziert werden.

Per Hochgeschwindigkeits-Laserauftragschweißen wird auf den Graugussreibring-

flächen zunächst eine Korrosionsschutzschicht aus reinem Edelstahl aufgetragen. Diese Zwischenschicht ist sehr duktil und unterbindet Risse während des Straßeneinsatzes. Auf dieser ersten Lage wird mit dem gleichen Verfahren anschließend die Toplage aufgetragen, in der Karbide in Edelstahl eingebettet sind. Die dadurch erzeugte hohe Härte in Kombination mit der erhöhten Duktilität bewirkt die hohe Verschleißbeständigkeit. Eine besondere Vorbehandlung wie ein Aufräuen oder Planschleifen der Oberfläche ist nicht notwendig. Herkömmlich vorgedrehte Bremscheiben können sofort beschichtet werden. Neben dem Laser-Cladding-Hauptprozess stellt das nachfolgende Schleifen der Reibringe einen weiteren wesentlichen Prozessschritt dar, um die notwendigen Geometrien und Toleranzen und eine glatte funktionale Oberfläche zu erzeugen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die visuelle Messtechnik, die Sturm entwickelt und innerhalb der Beschichtungsanlage sowie in Form von Stand-alone-Messmaschinen integriert. Da das Laserauftragschweißen ein thermischer Prozess ist, durchläuft das Werkstück mehrere Geometrieänderun-

Reduzierung von Bremsabrieb nach Euro-7-Norm

Der durchschnittliche aktuelle Bremsabrieb bei Pkws beträgt circa 35 mg/km. Der Euro-7-Grenzwert für Bremsabrieb bei Pkws beträgt 7 mg/km. [1] Die neuen Vorschriften würden nach dem Vorschlag der Kommission ab 2025 für Pkw und Transporter und ab 2027 für Busse und Lkw gelten.



© Sturm Maschinen- & Anlagenbau

Beispielhafter metallurgischer Schliff: Karbidverstärkte Verschleißschutzschicht auf Korrosionsschutzschicht aus Edelstahl.

gen, die eine gewisse Varianz mit sich bringen. Aus diesem Grund ist es unerlässlich, dass die Geometrien vor und nach dem Beschichten sowie nach dem Schleifen erfasst werden und demnach gegebenenfalls Parameteranpassungen vorgenommen werden müssen. Im Anschluss an das Schleifen besteht noch die Möglichkeit, die restlichen unbeschichteten Graugussflächen mit gängigen Korrosionsschutzlacken zu beschichten.

Die fertige Serienanlage

Nach der Prozessvalidierung wurden mehrere Konzept- und Konstruktionsphasen durchlaufen, was schließlich zum Bau der ersten ADCS-Anlage (Advanced Disc Coating System) für das Sturm-Technikum führte. Diese Anlage stellt dabei keinen Prototypen dar, sondern eine vollautomatische Serienanlage, sodass ein nahezu unmittelbarer Serieneinsatz und die Entwicklung von Serienbeschichtungsprozessparametern ermöglicht werden. Die Maschine weist einen hauptzeitparallelen Be- und Entladebereich auf. Die Beschichtungskammer bildet den Kern der Anlage. Hierbei wird ein 22-kW-Laser-Cladding-System der Partnerfirma GTV Verschleißschutz GmbH eingesetzt, ein besonders leistungsstarkes System. Dadurch können sehr schnelle Beschichtungszeiten realisiert werden. Ein vollautomatisches Greif- und Achssystem setzt den Beschichtungsprozess um, ohne

dass ein Ablegen des Werkstücks oder sonstige Pausenzeiten notwendig sind. Damit lässt sich ein seriennaher Ablauf mit entsprechendem thermischem Verhalten darstellen. Neben dem Beschichtungskern zeichnet sich die ADCS-Anlage auch durch den DI (Disc Inspector) aus, ein visuelles Messsystem zum Vermessen der Werkstückoberflächen. Dieses System kann off-process oder in-process – parallel zum Beschichtungsprozess – betrieben werden und erfasst die Lagendicken und das Oberflächenprofil sowie die thermischen Auswirkungen in Form von Verzügen und Planschlägen. Dadurch wird die Entwicklung von Serienparametern merklich beschleunigt. Die Beschichtungsqualität wird außerdem durch ein Metallographielabor innerhalb des Technikums überwacht und dokumentiert. Beispielhafte Schichtdicken der Zwischenschichten sind 80 bis 200 µm, wobei zum Beispiel 316L, 318L oder 430L Edelstähle aufgetragen werden. Die Schichtdicken der Karbidlagen können zwischen 180 und 400 µm variieren. Hierbei werden beispielsweise Titancarbid, Wolframcarbid, Niobcarbid, Siliziumcarbid oder Chromcarbid in jeweilige Edelstähle eingebettet. Zum jetzigen Zeitpunkt wurden über 18.000 Prototypen-Bremsscheibenbeschichtungen für Automobilisten und Tier-1-Zulieferer entwickelt und aufgebracht, die aktuell für verschiedene Fahrzeugprogramme auf Prüfständen und in Testfahrzeugen geprüft werden.

Turn-Key-Darstellung von kompletten Beschichtungslinien

Die Entwicklungen im Sturm-Technikum fließen in die Großserienanlagen für die internationale Automobilbranche ein. Neben dem Vertrieb von einzelnen Beschichtungs- und Messmaschinen können auch komplette Beschichtungslinien als Turn-Key-Lösung dargestellt werden. Dabei wird eine Automation für das Ent- und Verpacken, die Fördertechnik, die Teileerkennung und die Werkstückkühlung aufgestellt, sodass damit die Darstellung von Beschichtungsanlagen und Schleifmaschinen sowie optional Korrosionsschutzanlagen durch Sturm als Prozess-Generalunternehmen ermöglicht werden.

Kommunikation und automatische Regelung der Hauptanlagen spielen eine besondere Rolle. Die Stand-alone-Messmaschinen schaffen eine 100-%-Oberflächenkontrolle innerhalb weniger Sekunden. Durch einen intelligenten Datentransfer können die Beschichtungsanlagen und die Schleifanlagen miteinander kommunizieren und bei Veränderungen nachregeln. Das Ziel hierbei ist stets eine möglichst dünne Beschichtung mit geringen Unebenheiten darzustellen, um so Beschichtungspulver einzusparen und den Schleifprozess mit geringem Aufwand durchzuführen. Dadurch wird innerhalb der Großserienlinie eine wirtschaftliche Beschichtung ermöglicht. //

Literaturhinweis

[1] European Commission. (2022). Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_6495, aufgerufen am 26.07.2023

Autor

Carlos Martin
Produktmanager ADCS
Sturm Maschinen- & Anlagenbau GmbH
Salching
c.martin@sturm-gruppe.com
<https://sturm-gruppe.com>