

HIGHSPEED PLASMA LASER CLADDING (HPLC) POTENZIALE EINES NEUEN HIGHSPEED-BESCHICHTUNGSVERFAHRENS

In Kooperation mit:



Mit Unterstützung von:



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben Nr.: 18828 N/ DVS-Nr.: 06.095 der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS, Aachener Str. 172, 40223 Düsseldorf, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Änderungen bei Spezifikationen und anderen technischen Angaben bleiben vorbehalten. 12/2018. © Fraunhofer IPK

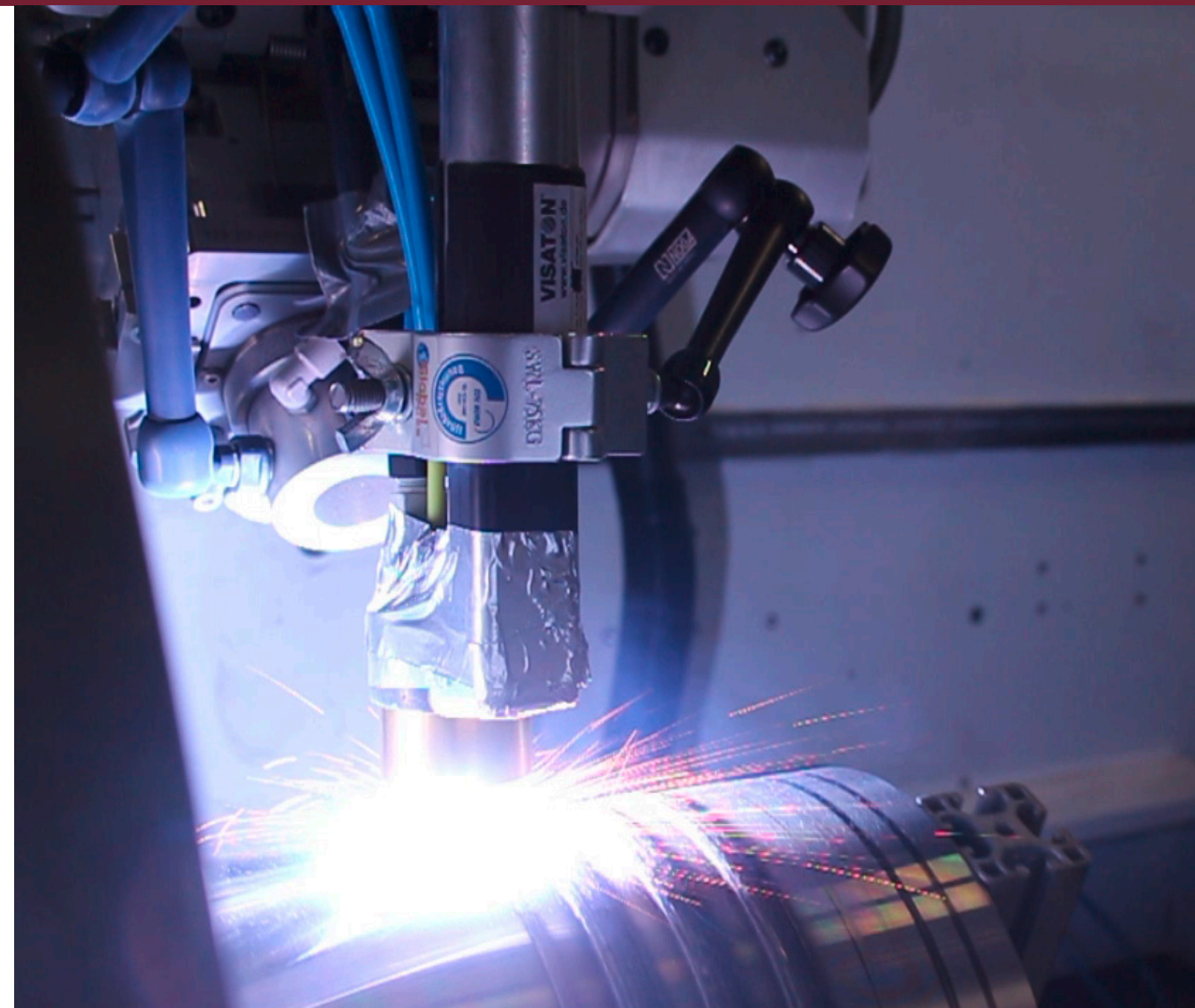
**Fraunhofer-Institut für
Produktionsanlagen und
Konstruktionstechnik IPK**

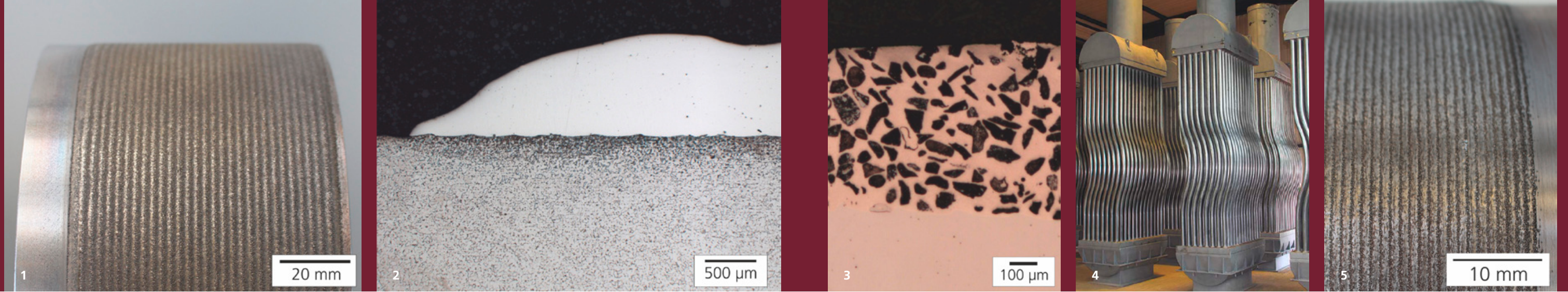
Pascalstraße 8–9
10587 Berlin

Ansprechpartner

Christian Brunner-Schwer
Tel.: +49 30 39006-339
christian.brunner-schwer@ipk.fraunhofer.de

www.ipk.fraunhofer.de





HIGHSPEED PLASMA LASER CLADDING (HPLC)

POTENZIALE EINES NEUEN HIGHSPEED BESCHICHTUNGS-VERFAHRENS

Hervorragende Produktivität, hohe Qualität und geringe Investitionskosten bilden drei Kriterien, die für Beschichtungsprozesse im Bereich des Korrosions- und Verschleißschutzes entscheidend sind. Das Fraunhofer IPK hat mit dem Highspeed Plasma Laser Cladding (HPLC) einen Ansatz des hybriden Auftragschweißens entwickelt, der erstmals alle drei Kriterien miteinander vereint.

Motivation

Moderne Bauteile sind ständig zunehmender korrosiver, abrasiver oder thermischer Beanspruchung ausgesetzt. In einer Vielzahl von Industriezweigen trägt die Aufpanzerung, der Korrosionsschutz oder die Aufarbeitung von Bauteilen dazu bei, die Lebensdauer der Bauteile zu verlängern. Dabei handelt es sich häufig um großflächige Beschichtungen, die hohe Anforderungen an den Beschichtungsprozess stellen. Beschichtungsprozesse müssen in der Lage sein, hochwertige poren- und rissfreie Beschichtungen mit metallurgischer Bindung und einer geringen Aufmischung aus einem großen Spektrum an Werkstoffen zu generieren und gleichzeitig wirtschaftlich rentabel zu arbeiten.

Herkömmliche Beschichtungsprozesse schaffen es nicht, diese vielfältigen Anforderungen gleichmäßig zu adressieren. Wissenschaftler des Fraunhofer IPK haben sich daher zum Ziel gesetzt, ein Beschichtungsverfahren zu entwickeln, das eine hohe Qualität mit einer hohen Wirtschaftlichkeit vereint bei gleichzeitig geringen Investitionskosten.

Laser-Pulver-Auftragschweißen:

- Geringere thermische Belastung
- Geringere Auftragsraten
- Hohe Investitionskosten

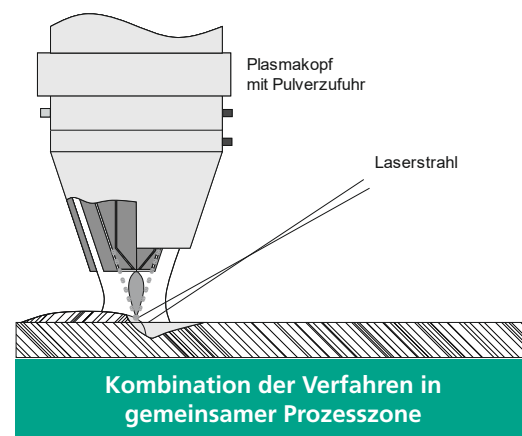
Laser-Pulver-Auftragschweißen:

- Geringere thermische Belastung
- Geringere Auftragsraten
- Hohe Investitionskosten

Lösungsansatz

Der HPLC-Ansatz sieht vor, vergleichbar mit dem hybriden Verbindungsschweißen einen Plasmalichtbogen und eine Laserstrahlung in einer gemeinsamen Prozesszone zu kombinieren. Das Hybrid-Auftragschweißen bietet dabei folgende Vorteile:

- Sehr hohe Prozessgeschwindigkeiten realisierbar bei einer vollständigen metallurgischen Anbindung
- Vollständig automatisierbar
- Hohe Pulverwirkungsgrade realisierbar
- Hohe Prozesstoleranz gegenüber Schwankungen
- Auch Draht als Zusatzwerkstoff eine Verfahrensmöglichkeit
- Kostengünstige Prozessenergie durch Plasmalichtbogen



Ergebnisse

- Prozessgeschwindigkeiten von ≥ 10 m/min mit Laserleistungen ≤ 2 kW möglich
- Laserstrahlung führt den Plasmalichtbogen und sorgt für vollständige Benetzung über gesamte Spurbreite
- Kostengünstige Plasmaenergie stellt etwa 2/3 der Gesamtprozessleistung zu Verfügung und sorgt für die Umschmelzung des Zusatzwerkstoffs
- Defektfreie Beschichtungen realisiert bei vollständiger metallurgischer Anbindung
- Sehr geringe thermische Belastung des Werkstücks, mit einer Wärmeeinflusszone von unter $300 \mu\text{m}$
- Modellierbares Schmelzbad durch zwei Energiequellen

Prozessrelevante Kenngrößen

- Vorschubgeschwindigkeit: 10 m/min
- Schichtstärken: 0,2–1,5 mm
- Volumen-Auftragrate: 200–800 cm^3/h
- Flächenrate: bis zu 1,6 m^2/h
- Aufmischungsgrad: $< 4 \%$
- Pulverwirkungsgrad: $> 90 \%$
- Gesamtprozessleistung: 7–11 kW

Korrosionsschutzschichten

- Effiziente Alternative zur Hartverchromung
- Nickelbasis-Legierung des Typs Inconel 625 validiert
- Sehr geringe Aufmischungsgrade
- Sehr dünne Schichten realisierbar
- Vollständige metallurgische Anbindung an das Grundmaterial

Verschleißschutz

- Karbidverstärkte Verschleißschutzschichten mit einem Karbidanteil von 60 % erfolgreich aufgetragen
- Karbide in der Beschichtung homogen bis in die Spurränder verteilt
- Vollständige metallurgische Anbindung an das Grundmaterial
- Karbide gut in der Matrix eingebettet und erhalten

Anwendungsfelder

Anwendungsfelder für diese Beschichtungstechnologie finden sich in diversen Industriebereichen immer dort, wo großflächige Beschichtungen benötigt werden. Dazu gehören beispielsweise die Strom- und Gasindustrie, der Bergbau oder die Landwirtschaft. Die wesentlichen Vorteile des HPLC-Ansatzes liegen in den vergleichsweise geringen Investitions- und Betriebskosten, der hohen Produktivität und dem geringen Wärmeeintrag in das Bauteil. Dies ermöglicht den Einsatz des HPLC-Verfahrens auch im Bereich temperaturempfindlicher Werkstoffe.

TITELBILD: Beschichtungsprozess Highspeed Plasma Laser Cladding (HPLC).
 1 HPLC-geschweißte Verschleißschutz-Beschichtung
 2 Schliffbild einer HPLC-geschweißten Beschichtung aus Inconel 625
 3 Schliffbild einer HPLC-geschweißten Beschichtung aus einer Ni-Basislegierung und 60 % WSC-Zusatz
 4 Anwendungsmöglichkeit: Wärmetauscher (Quelle: Kraps GmbH)
 5 HPLC-geschweißte Korrosionsschutz-Beschichtung aus Inconel 625