

### Gruppe Thermisches Spritzen im Fraunhofer IWS

Zum thermischen Beschichten von Bauteilen aus Stahl, Leichtmetallen, Keramiken, Beton und anderen Werkstoffen mit Metallen, Hartmetallen und Keramiken stehen im IWS das atmosphärische Plasmaspritzen (APS) mit Ein- und Drei-Anodentechnik sowie das Flamm- und Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen (HVOF und HVAF) mit Pulvern und Suspensionen zur Verfügung.

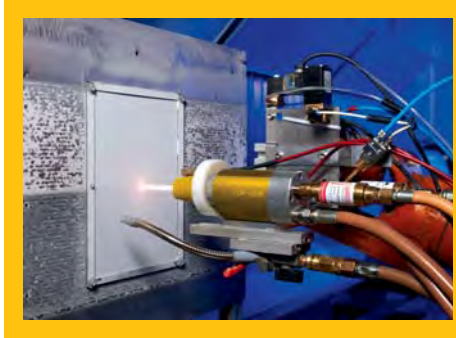


Abb. 5: Prozess des Thermischen Beschichtens

### Unser Leistungsangebot:

- Entwicklung von systemtechnischen Komponenten,
- Unterstützung des Anwenders bei der Technologieeinführung und Systemintegration,
- Konzeption beanspruchungsgerechter Schichtsysteme,
- Entwicklung von Beschichtungslösungen vom Werkstoff bis zum beschichteten Bauteil.

### Kontakt

*Prof. Dr.-Ing. Christoph Leyens*  
*Gruppe Thermisches Spritzen*  
*Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS Dresden*  
*Winterbergstraße 28*  
*01277 Dresden*

*Telefon +49 (0) 351 83391-3242*  
*christoph.leyens@iws.fraunhofer.de*  
*www.iws.fraunhofer.de*



**THERMISCH GESPRITZTE MULTILAGENSCHICHTEN FÜR KERAMISCHE HEIZELEMENTE**

# THERMISCH GESPRITZTE MULTILAGENSCHICHTEN FÜR KERAMISCHE SCHICHTHEIZELEMENTE

## Aufgabe

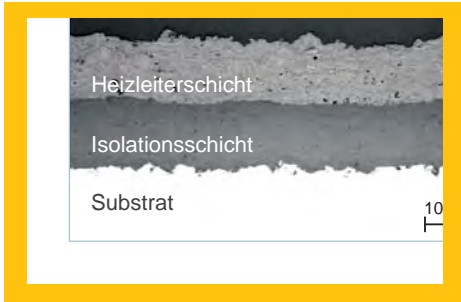


Abb. 1: Querschnitt einer thermisch gespritzten Multilagenheizschicht auf metallischem Bauteil (Substrat)

Durch eine Kombination von elektrisch leitfähigen und isolierenden Schichten können Schichtheizelemente auf ein zu beheizendes Bauteil aufgebracht werden. Vorteile der Multilagenschichten sind die geringe Höhe, die Möglichkeit großflächige Bauelemente zu beheizen und der unmittelbare Kontakt zum Substrat, der die Wärme direkt in das Bauteil leitet (Abb. 1). Um Wärme aus elektrischer Energie zu erzeugen, werden leitfähige Schichten mit definierten Widerstandswerten angestrebt. Eine Umsetzung mit metallischen Werkstoffen scheiterte in der Vergangenheit an deren Beständigkeit gegen thermische und oxidative Belastungen.

## Unsere Lösung

Zur elektrischen Isolierung zwischen Heizleiterschicht und Bauteil werden Spritzschichten aus Aluminiumoxid oder Spinell verwendet. Für thermisch gespritzte Heizleiterschichten eignen sich ausgewählte Oxidkeramiken, wie z.B. Titansuboxid ( $\text{TiO}_x$ ). Dank des höheren spezifischen elektrischen Widerstandes kann auf komplizierte Strukturierungen verzichtet werden, womit gleichzeitig eine homogene Erwärmung des Bauteils erreicht wird. Eine optimale Kontaktierung wird durch Löten auf thermisch gespritzten Kontaktschichten aus Kupfer erzielt (Abb. 2). Der elektrische Widerstand der Heizleiterschicht kann über die Schichtdicke, den Werkstoff oder die Zusammensetzung (wie z.B.  $\text{TiO}_x/10\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) gezielt an die Bauteilgröße angepasst werden.

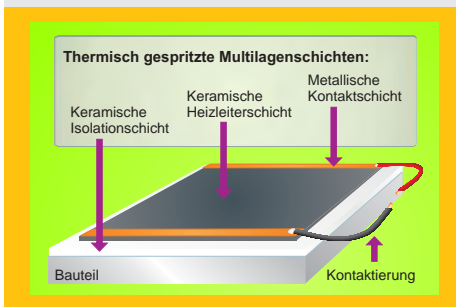


Abb. 2: Aufbau von Multilagenspritzschichten für elektrisch beheizbare Bauteile

## Ergebnisse

Langzeituntersuchungen an  $\text{TiO}_x$ -Heizleiterschichten zeigen, dass sich nach einer kurzen Einlaufzeit konstante Widerstandswerte einstellen (Abb. 3). Oberhalb von  $300^\circ\text{C}$  kommt es zu einer Oxidation des Titansuboxides. Dadurch nimmt der Widerstand allmählich zu, wodurch die Einsatztemperatur in sauerstoffhaltiger Atmosphäre begrenzt wird. Weitere Ergebnisse zeigen, dass Werkstoffe mit einer Perowskitstruktur (z.B.  $\text{LaCaMnO}_3$ ) für höhere Temperaturen eine geeignete Wahl sind.

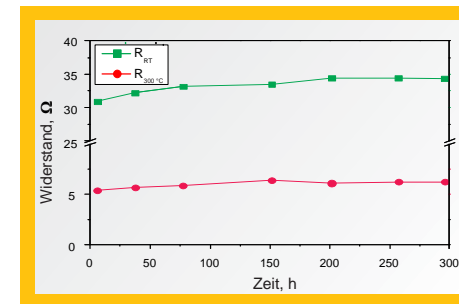


Abb. 3: Langzeitzyklertest einer  $\text{TiO}_x$ -Heizschicht bei Raumtemperatur (RT) und Einsatztemperatur ( $300^\circ\text{C}$ )

## Anwendungspotenzial

Mit thermischem Spritzen lassen sich Bauteile beliebiger Größe, Geometrie und unterschiedlichen Materials mit Schichtheizelementen funktionalisieren. Potenziale sind in Anwendungen zu finden, bei denen gezielt Wärme über die Oberfläche aufgenommen oder abgegeben werden soll. Dazu zählen:

- Werkzeuge für die Kunststoffindustrie,
- Walzen für Trocknungsprozesse in der Papierindustrie (Abb. 4),
- Rohre zum gleichzeitigen Fördern und Vorwärmen von Gasen, Flüssigkeiten oder Pulvern sowie
- Bauteile mit integriertem Schutz gegen Vereisung.

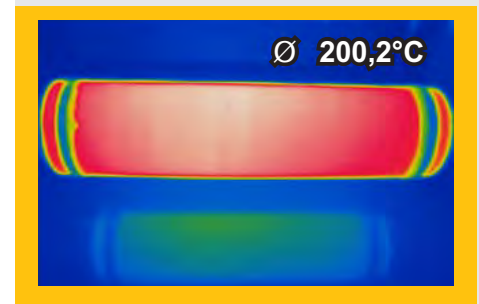


Abb. 4: Elektrisch beheizte Walze mit  $\text{TiO}_x$ -Heizschicht