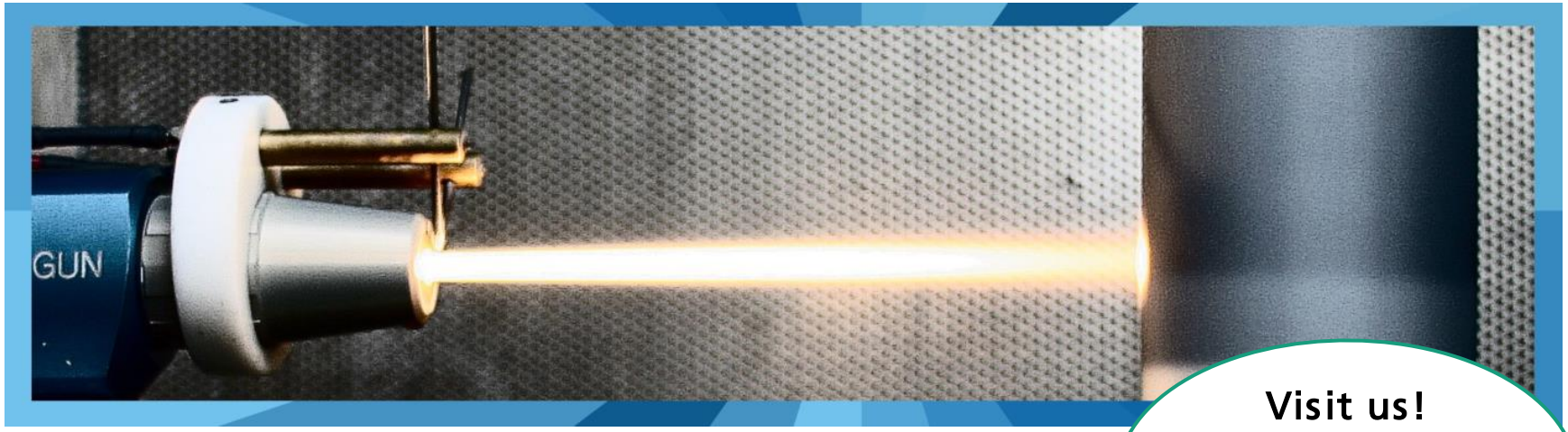
VERSCHLEIßSCHUTZSYSTEME FÜR DIE KERAMIKINDUSTRIE

Wear Protection Systems for the Ceramics Industry

M. Barbosa, F.-L. Toma, S. Scheitz, R. Trache, S. Langner, N. Kulissa, C. Leyens



Visit us!

Halle B1

Stand 217/318

© Fraunhofer IWS

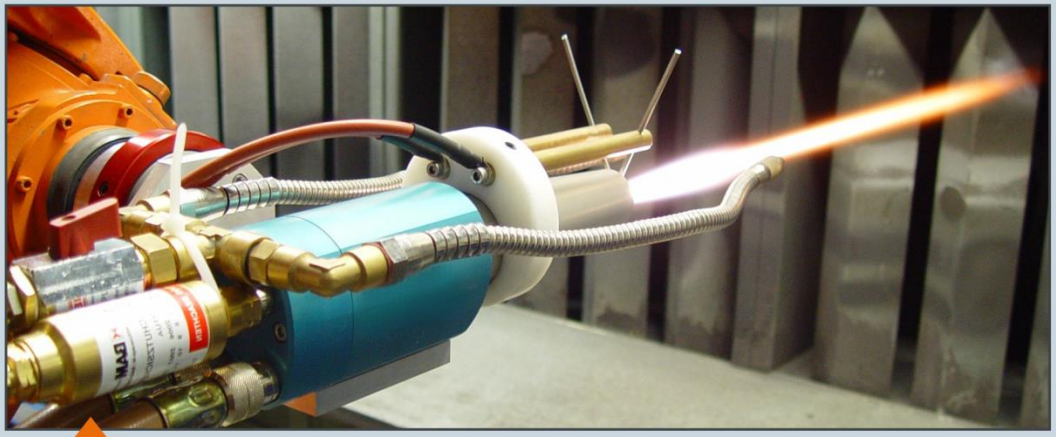
Fraunhofer IWS Dresden

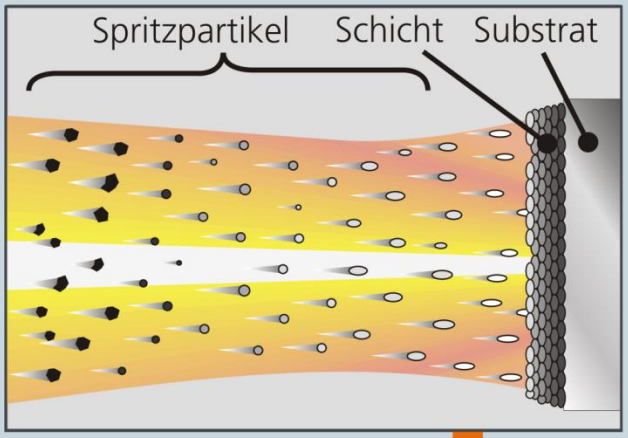
Inhalt

- Thermisches Spritzen
  - Prinzip und Verfahren
  - Anwendungsbereiche
- Spritzschichten für Verschleißschutzanwendungen
  - Hartmetalle
  - Systeme Al_2O_3-TiO_2-Cr_2O_3
- Keramische Heizschichtelemente

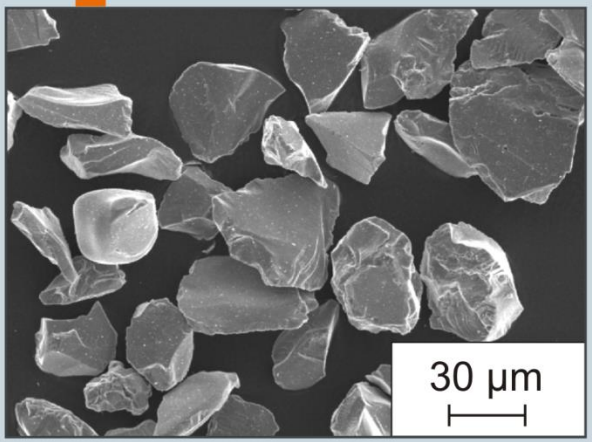
© Fraunhofer IWS

Thermisches Spritzen - Prinzip



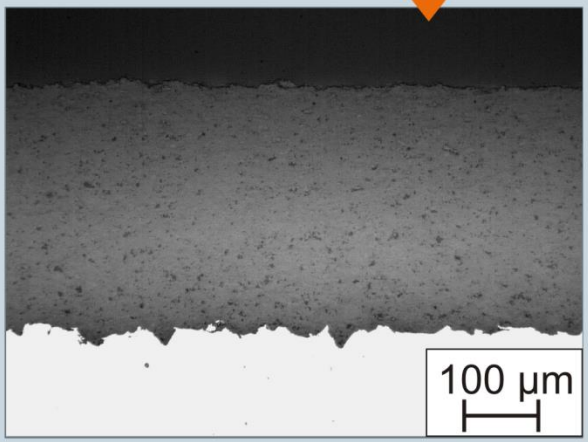


Werkstoff + Verfahren = Beschichtungslösung



Schicht:

- Mechanische Verklammerung zum Substrat
- Typische Schichtdicken 100 - 500 µm

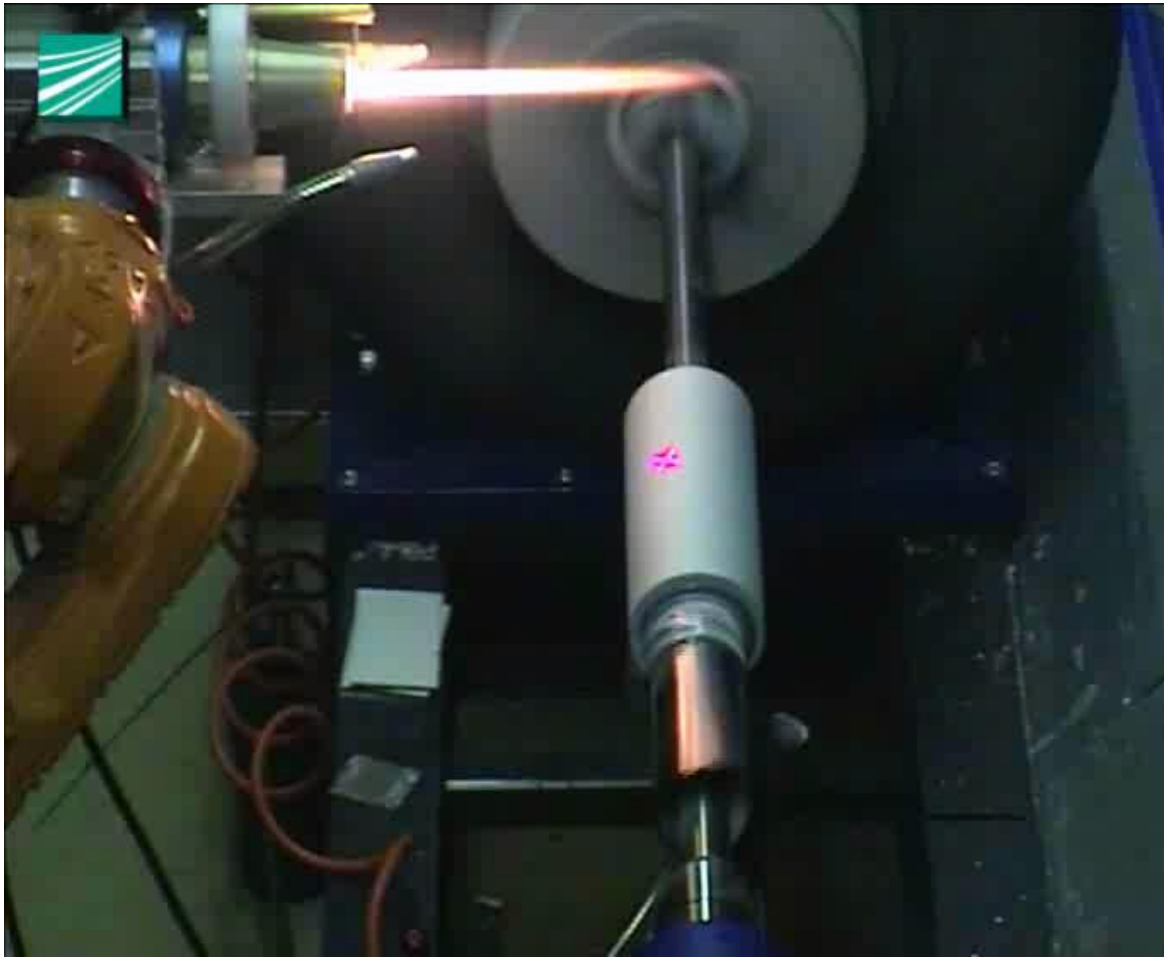


© Fraunhofer IWS

Fraunhofer IWS Dresden

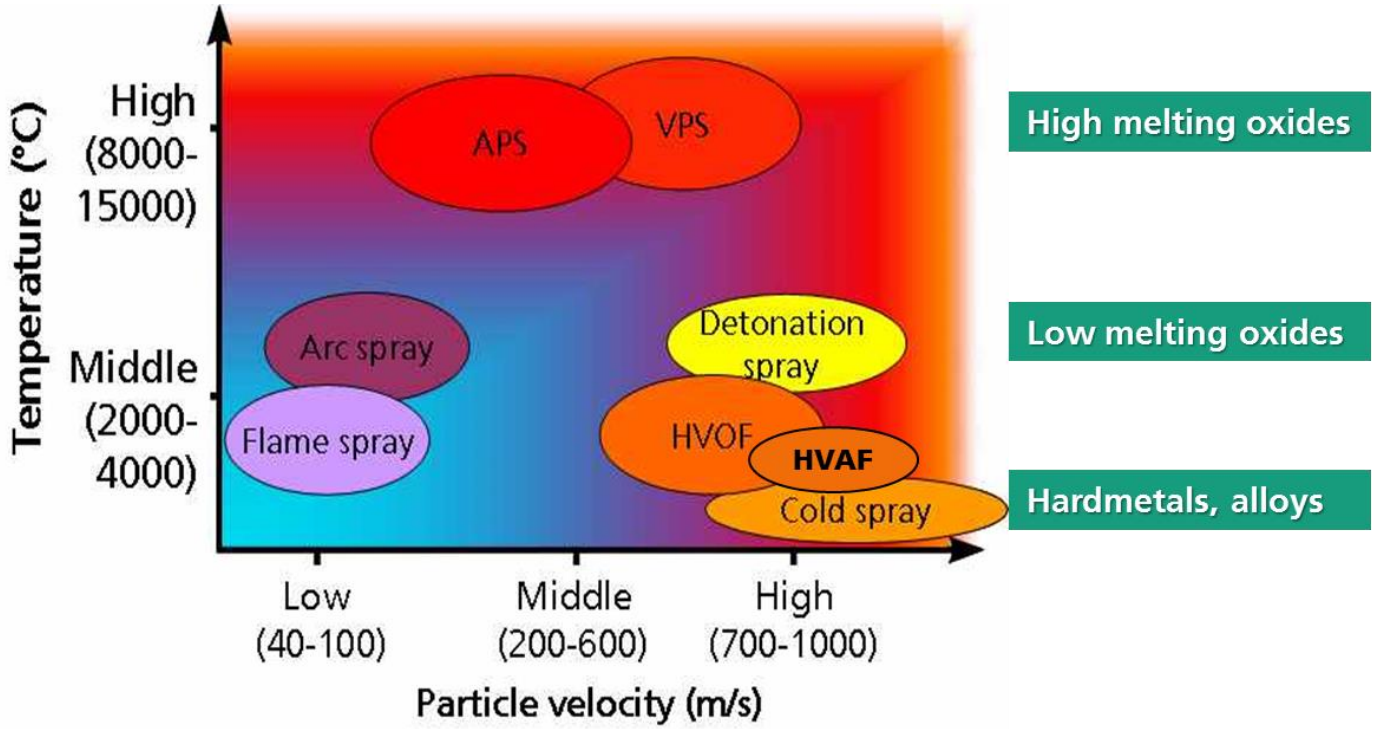
Thermisches Spritzen

Der Spritzprozess



© Fraunhofer IWS

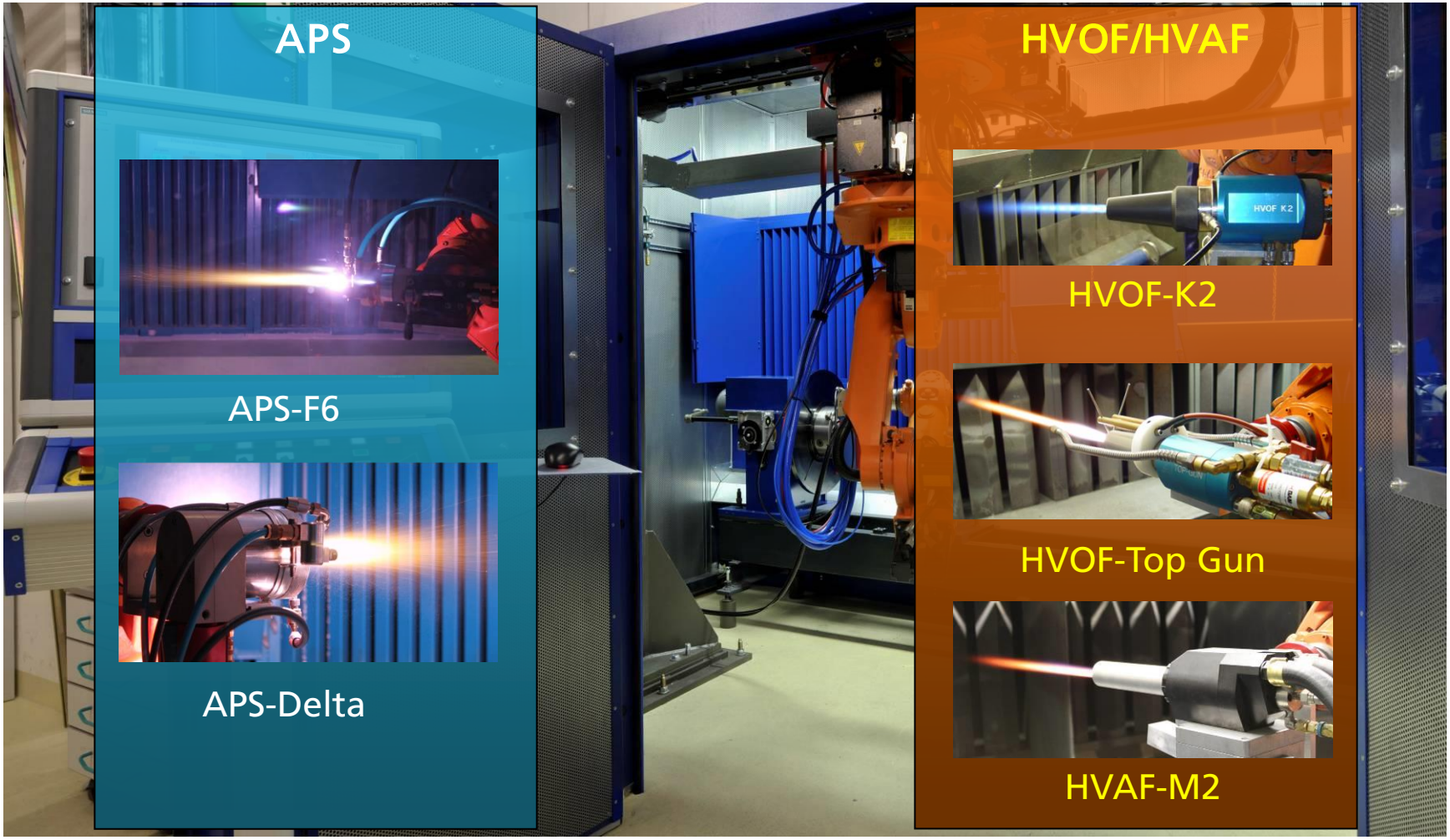
Thermisches Spritzen



APS: Atmosphärisches Plasmaspritzen
VPS: Vakuumplasmaspritzen
HVOF, HVAF: Hochgeschwindigkeitsflammspritzen

© Fraunhofer IWS

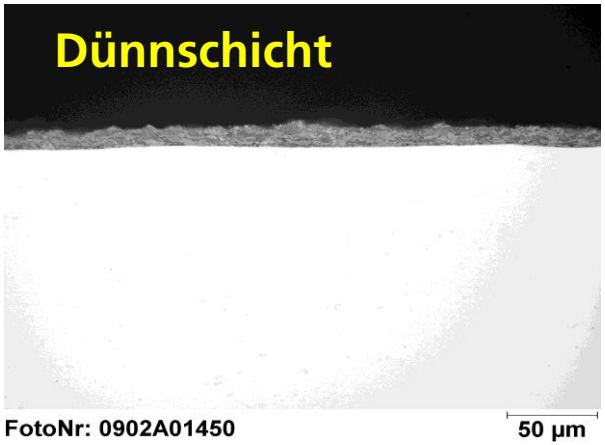
Thermisches Spritzen am Fraunhofer IWS

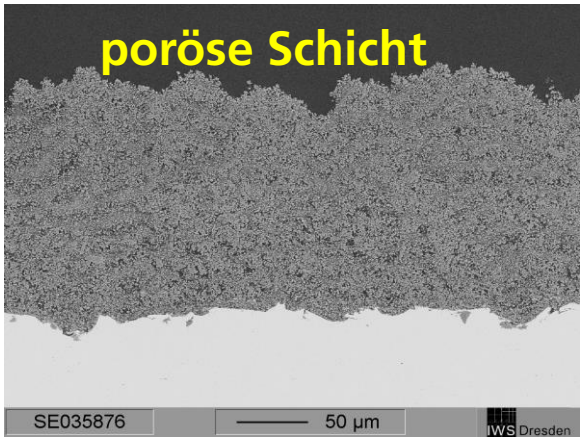


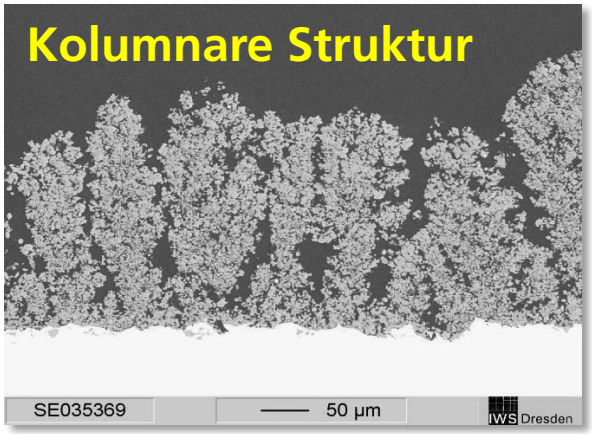
© Fraunhofer IWS

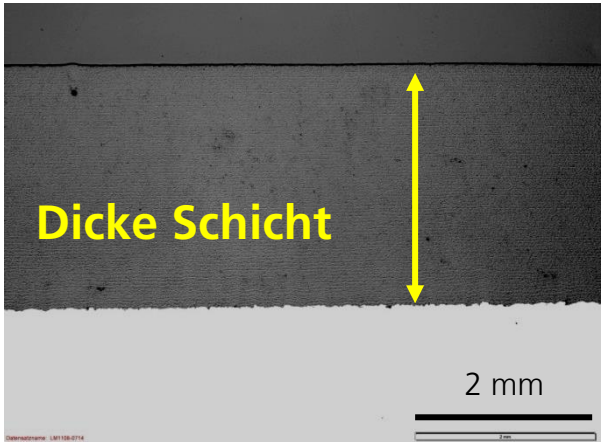
Fraunhofer IWS Dresden

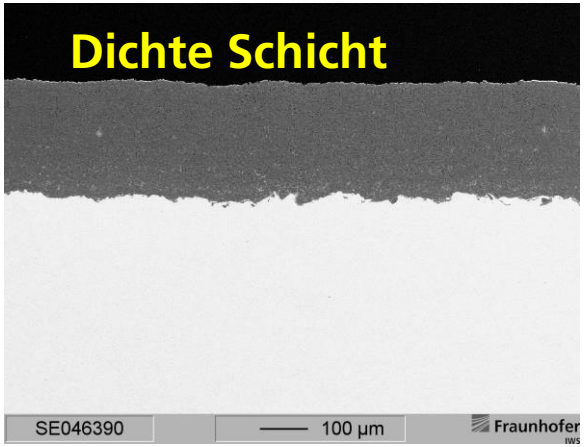
Maßgeschneiderte Schichtmorphologien

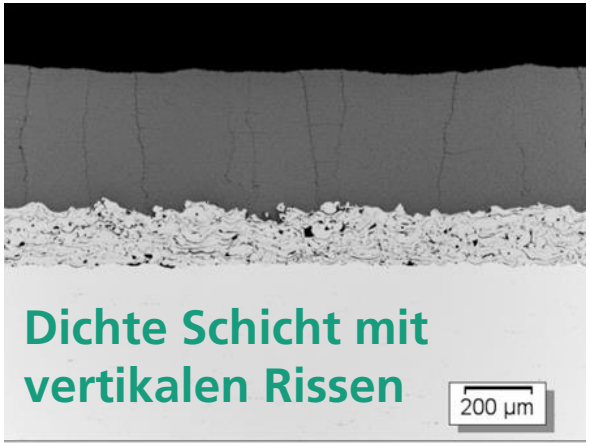












© Fraunhofer IWS

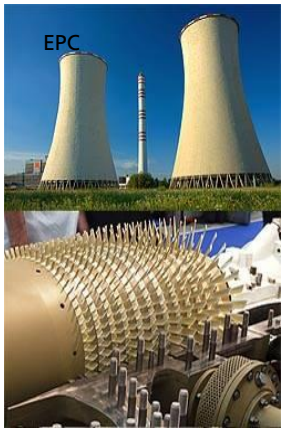
Fraunhofer IWS Dresden

Anwendungen & Einsatzbereiche

- Verschleißschutz
- Korrosionsschutz
- Wärmedämmung
- elektr. Leitfähigkeit
- elektr. Isolation
- Lager
- Oxidationsschutz
- Dekoration
- Reparatur
- …

Luft-/Raumfahrt

Energiesektor



Automobil- und Fahrzeugbau

Druck und Papier

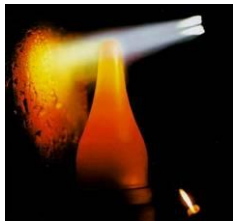
Öl & Gas

Medizin

Stahlindustrie

Haushalt

Glasindustrie



© Fraunhofer IWS

Fraunhofer IWS Dresden

Verschleißschutzschichten - Hartmetalle

WC-Co

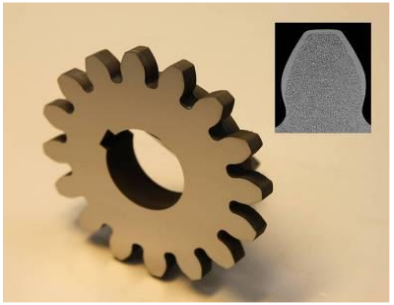
Cr_3C_2-NiCr

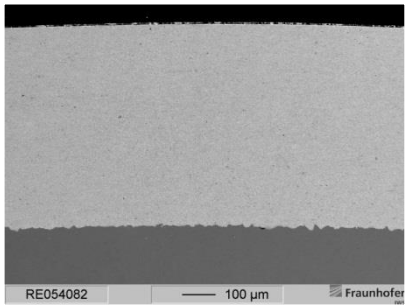
WC-CoCr

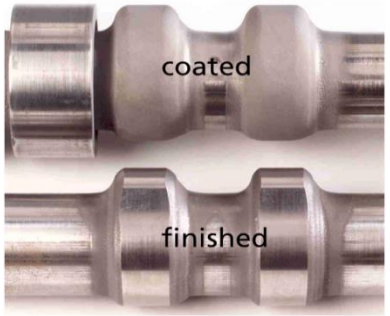
WC-$(W,Cr)_2C$-Ni

Beschichtungslösungen für:

- Rollkontaktermüdung
- verbesserter Verschleißschutz
  - Hochtemperatur-gleitverschleiß
  - Abrasion
  - Erosion
- industrielle Anwendungen:
  - Nockenwellen
  - Regenerierung von Komponenten
  - Prozessventile







© Fraunhofer IWS

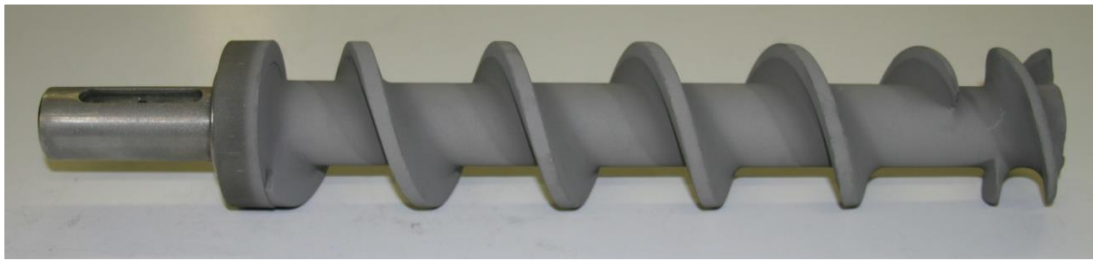
Fraunhofer IWS Dresden

Regenerierung von verschlissenen Bauteilen

Verschlissene Förderschnecke mit Rissen und Kratzern

HVOF-Hartmetall Beschichtung

regeneriertes Bauteil

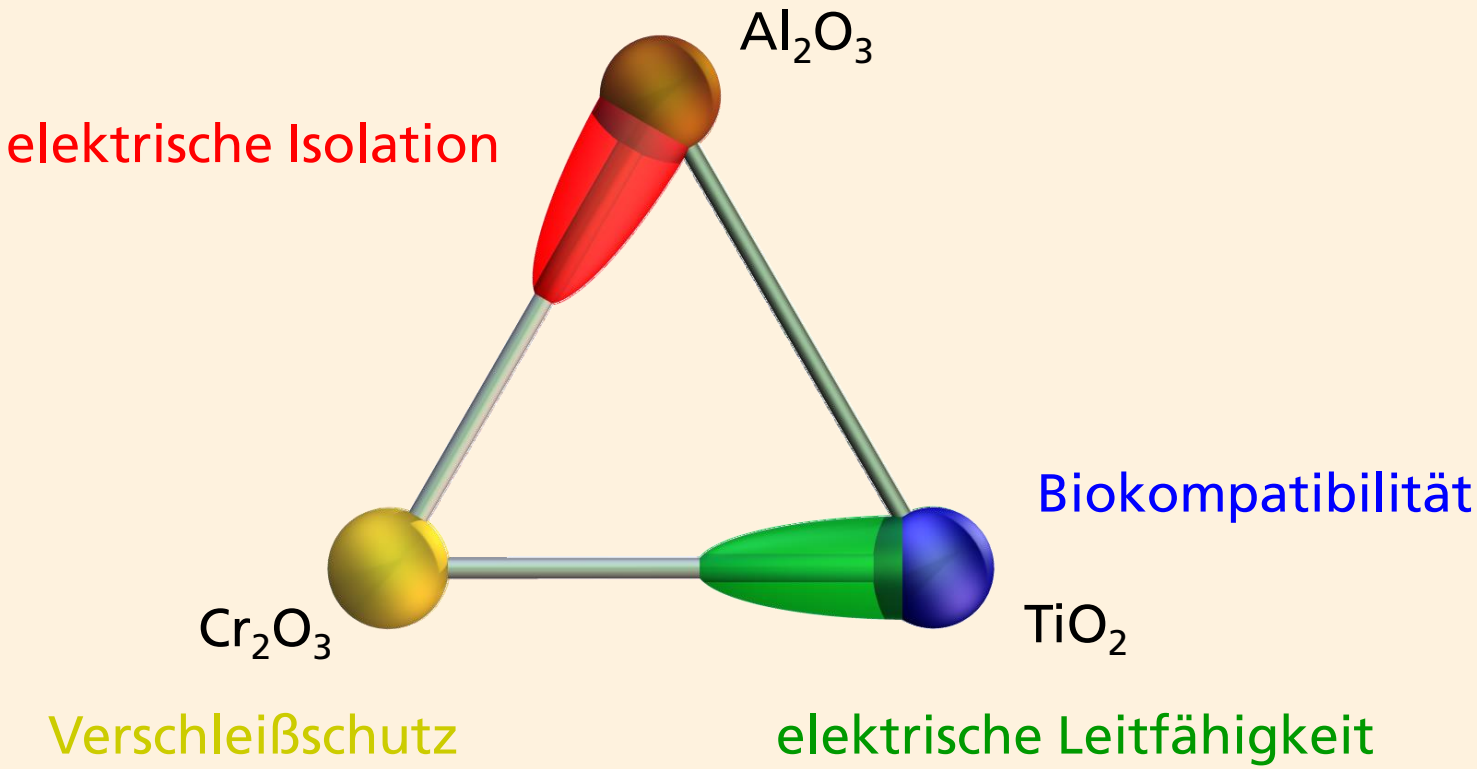


© Fraunhofer IWS

Fraunhofer IWS Dresden

Multifunktionelle Oxidschichten des Systeme Al_2O_3 – TiO_2 – Cr_2O_3

Ein systematischer Ansatz

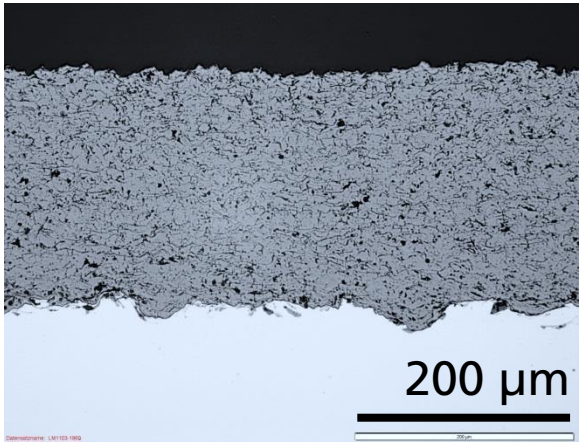


© Fraunhofer IWS

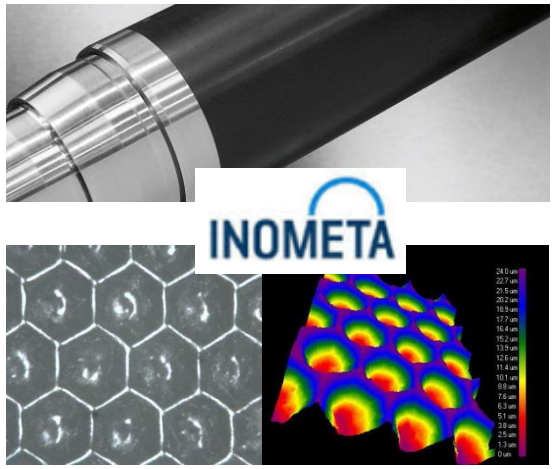
Fraunhofer IWS Dresden

Cr_2O_3-Schichten für Verschleißschutz

APS



HV0.3: ~ 1200 HV



Laser engraved anilox

Herausforderungen:

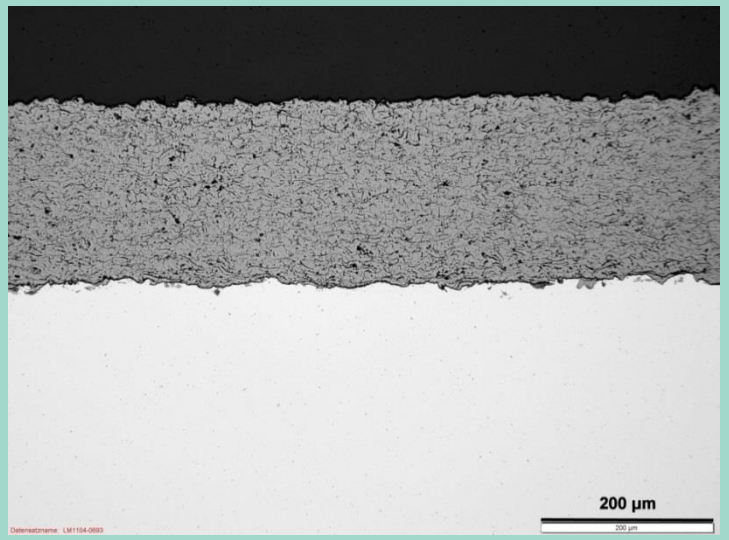
- niedriger Auftragswirkungsgrad
- Volatilität von Cr_2O_3
- Verarbeitbarkeit positiv beeinflusst durch die Zugabe von Al_2O_3 und TiO_2

© Fraunhofer IWS

Fraunhofer IWS Dresden

Suspensionsgespritzte Cr_2O_3-Schichten für Korrosions- und Verschleißschutz

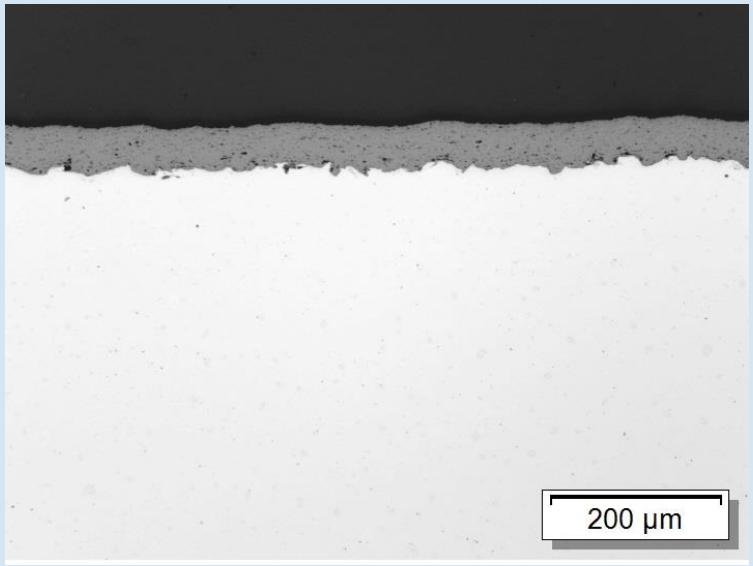
Konventionelle APS-Schicht



Härte: 1100-1300 HV0,3

E-Modul: 50-55 GPa

Suspension-HVOF-Schicht



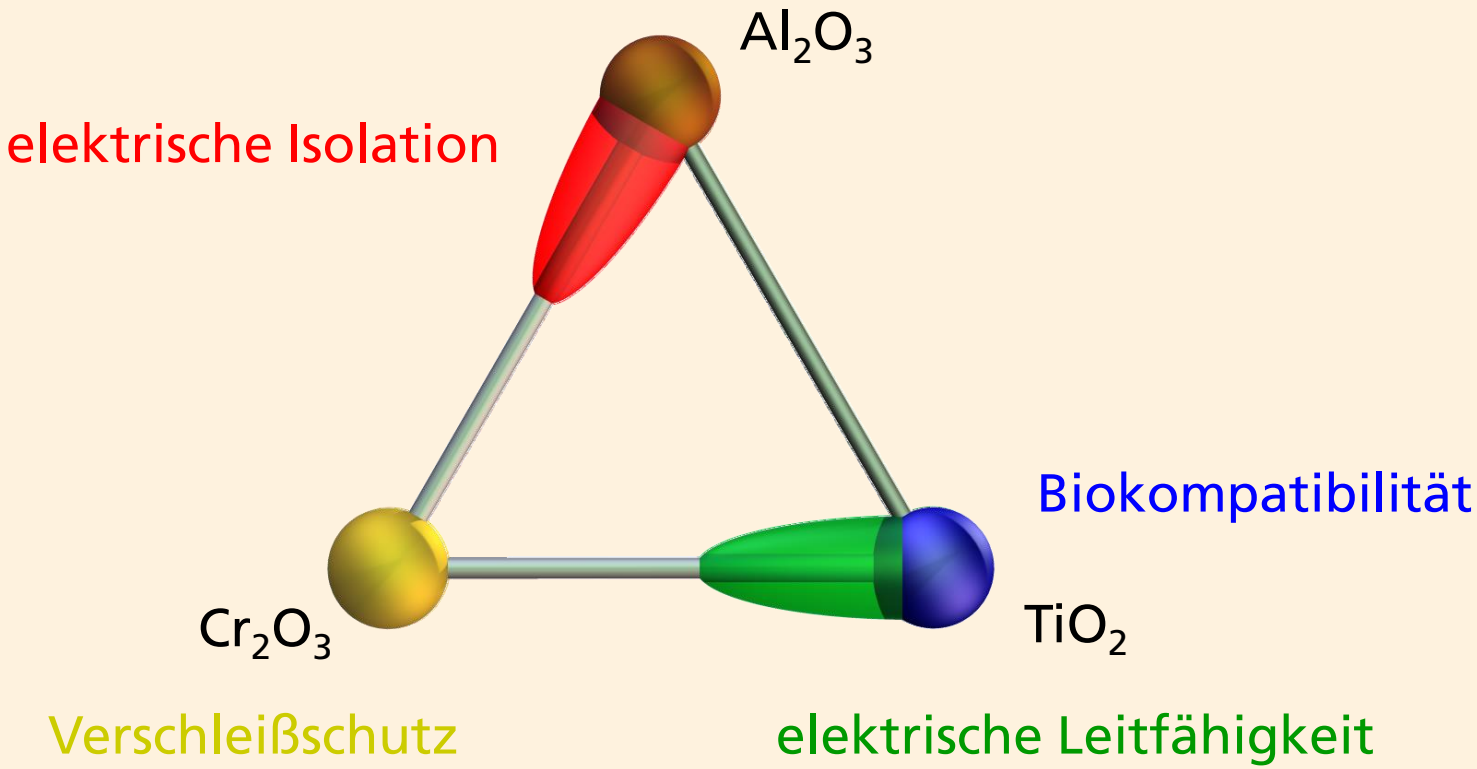
Härte: 1100-1500 HV0,3

E-Modul: 100-110 GPa

Dünnere Schichten mit glatterer Oberfläche und vergleichbarer Eigenschaften

Multifunktionelle Oxidschichten des Systeme Al_2O_3 – TiO_2 – Cr_2O_3

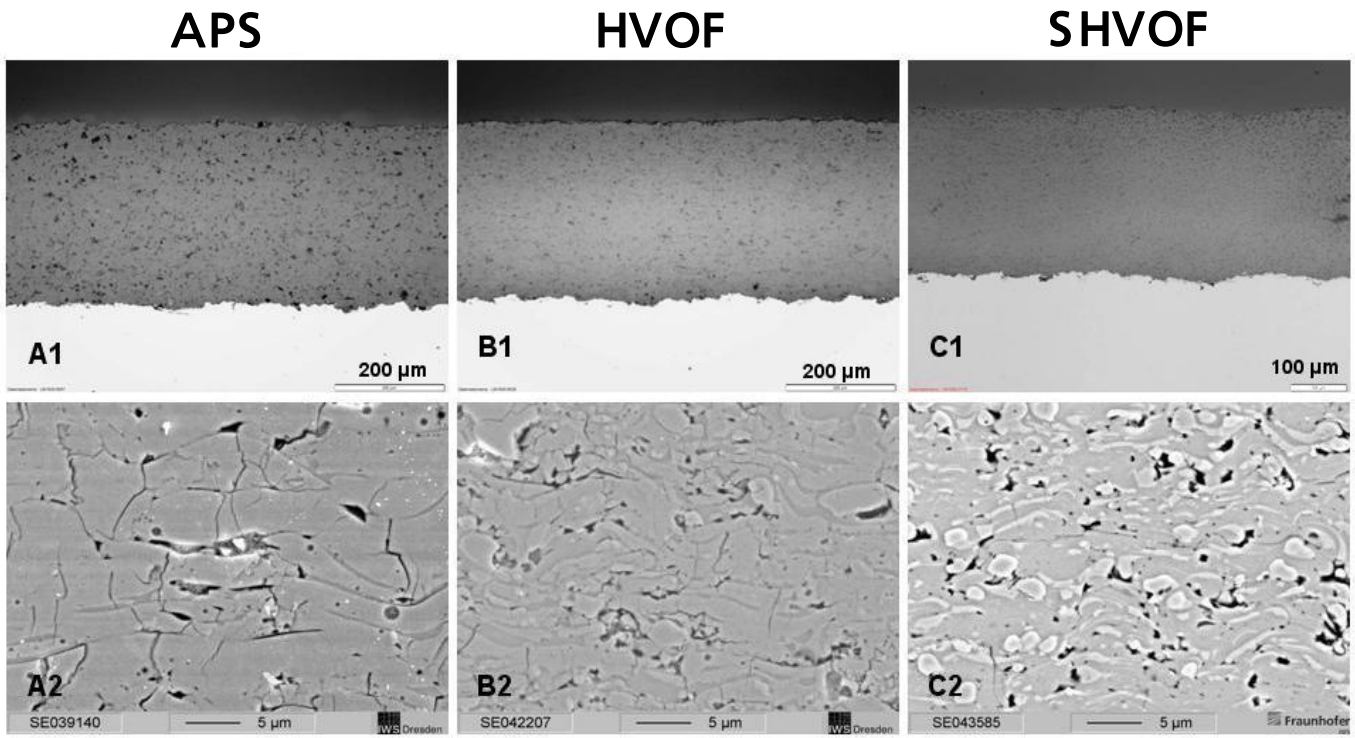
Ein systematischer Ansatz



© Fraunhofer IWS

Fraunhofer IWS Dresden

Al_2O_3 Schichten für Isolation und Verschleißschutz



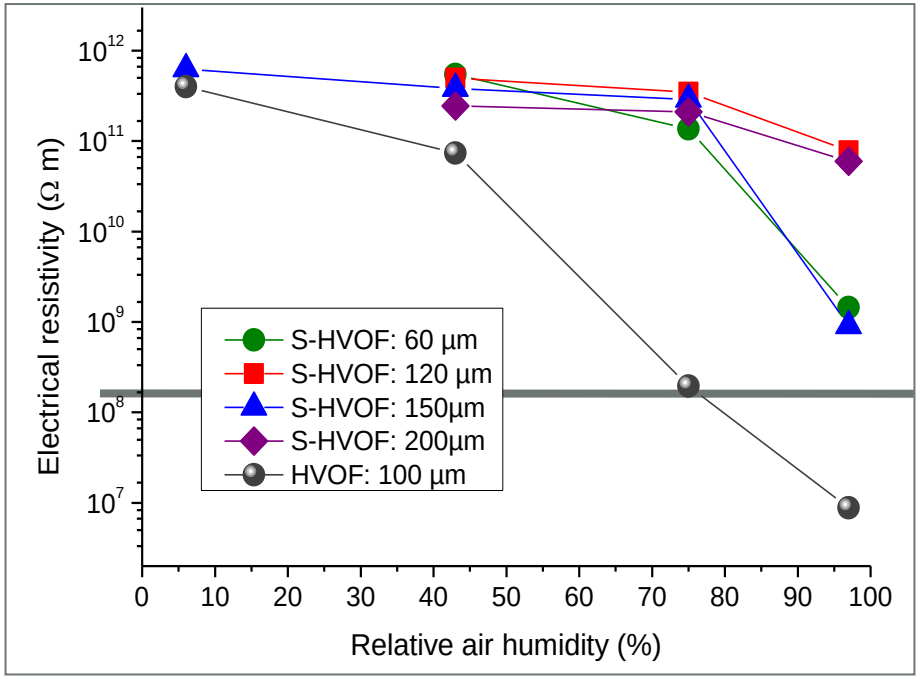
- Al_2O_3 Spritzschichten sind oft mit Bulk (corundum, α-Al_2O_3) verglichen → **elektrische Isolation**
- Al_2O_3 Spritzschichten bestehen aber hauptsächlich aus metastabile γ-alumina → **geringe chemische stabilität**
- **Ziel ist die α-Phase Stabilisierung: Dotierung mit Cr_2O_3 und/oder Suspensionsspritzen**

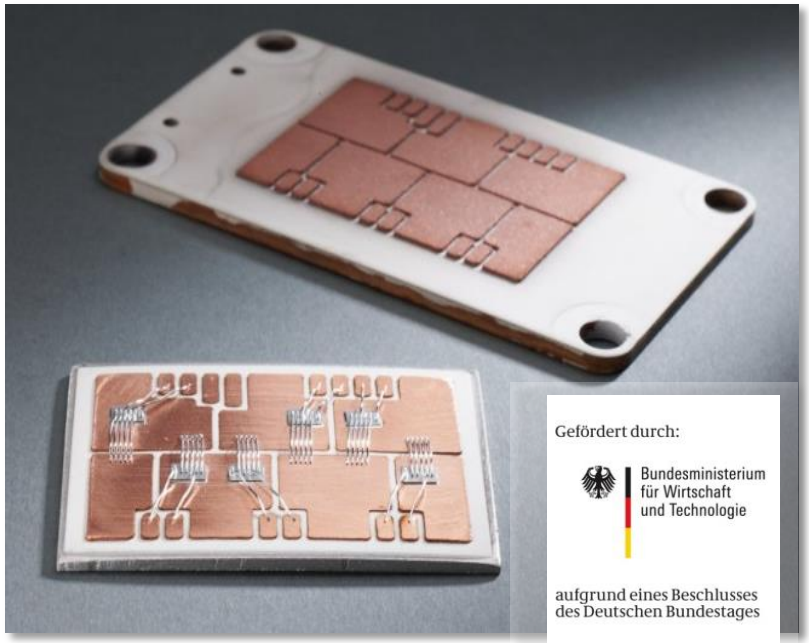
© Fraunhofer IWS

Fraunhofer IWS Dresden

Suspensionsgespritzte Al_2O_3-Isolationschichten

Suspensionsschichten: bessere Isolationseigenschaften bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit im Vergleich zu den konv. Al_2O_3-Schichten.





Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

in Kooperation mit:

Helmut Schmidt Universität

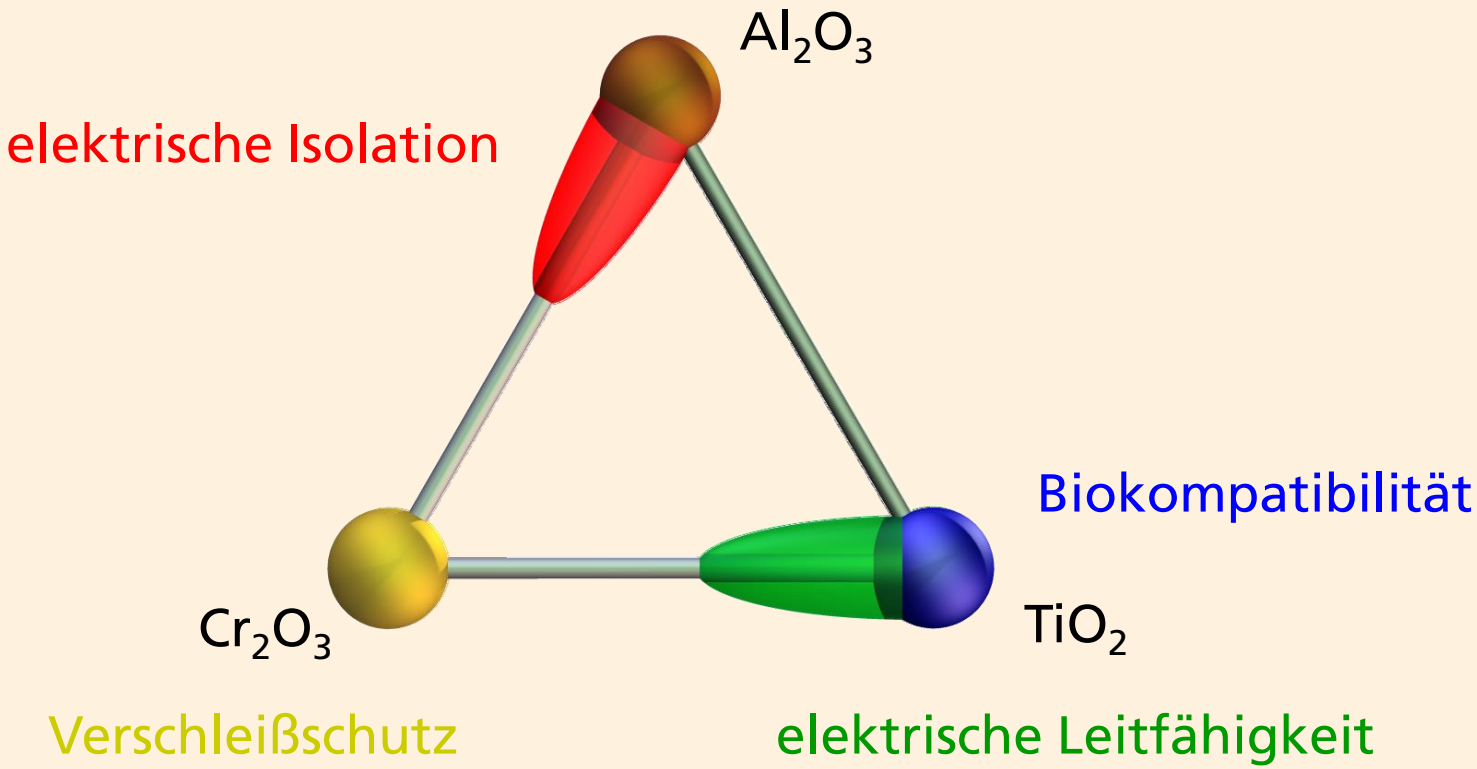
Toma et al., Journal of Thermal Spray Technology, 2012

© Fraunhofer IWS

Fraunhofer IWS Dresden

Multifunktionelle Oxidschichten des Systeme Al_2O_3 – TiO_2 – Cr_2O_3

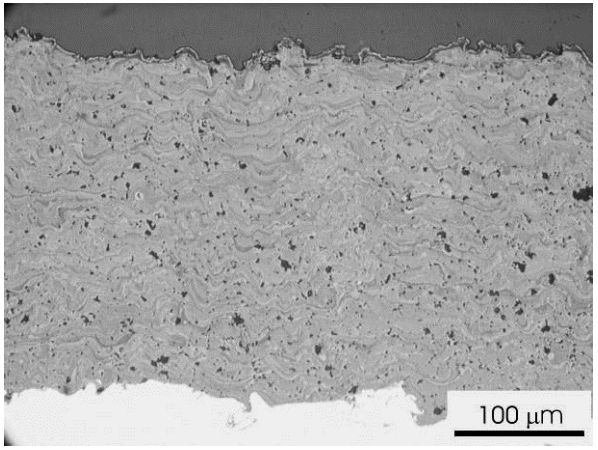
Ein systematischer Ansatz



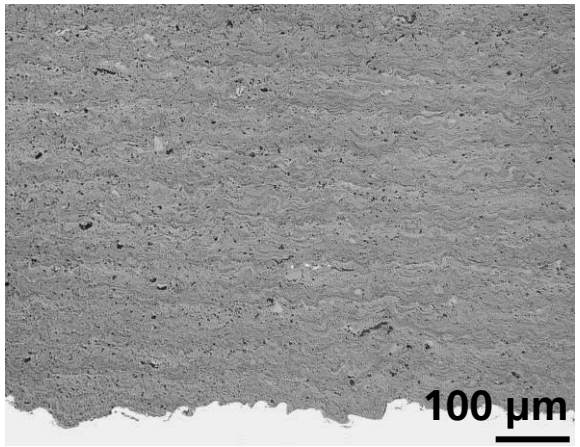
© Fraunhofer IWS

Fraunhofer IWS Dresden

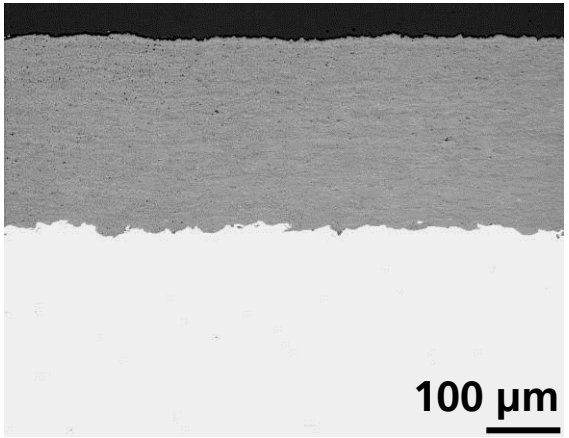
$TiO_{2(x)}$ für elektrische Leitfähigkeit und Verschleißschutz



APS



VPS



HVOF

S-APS

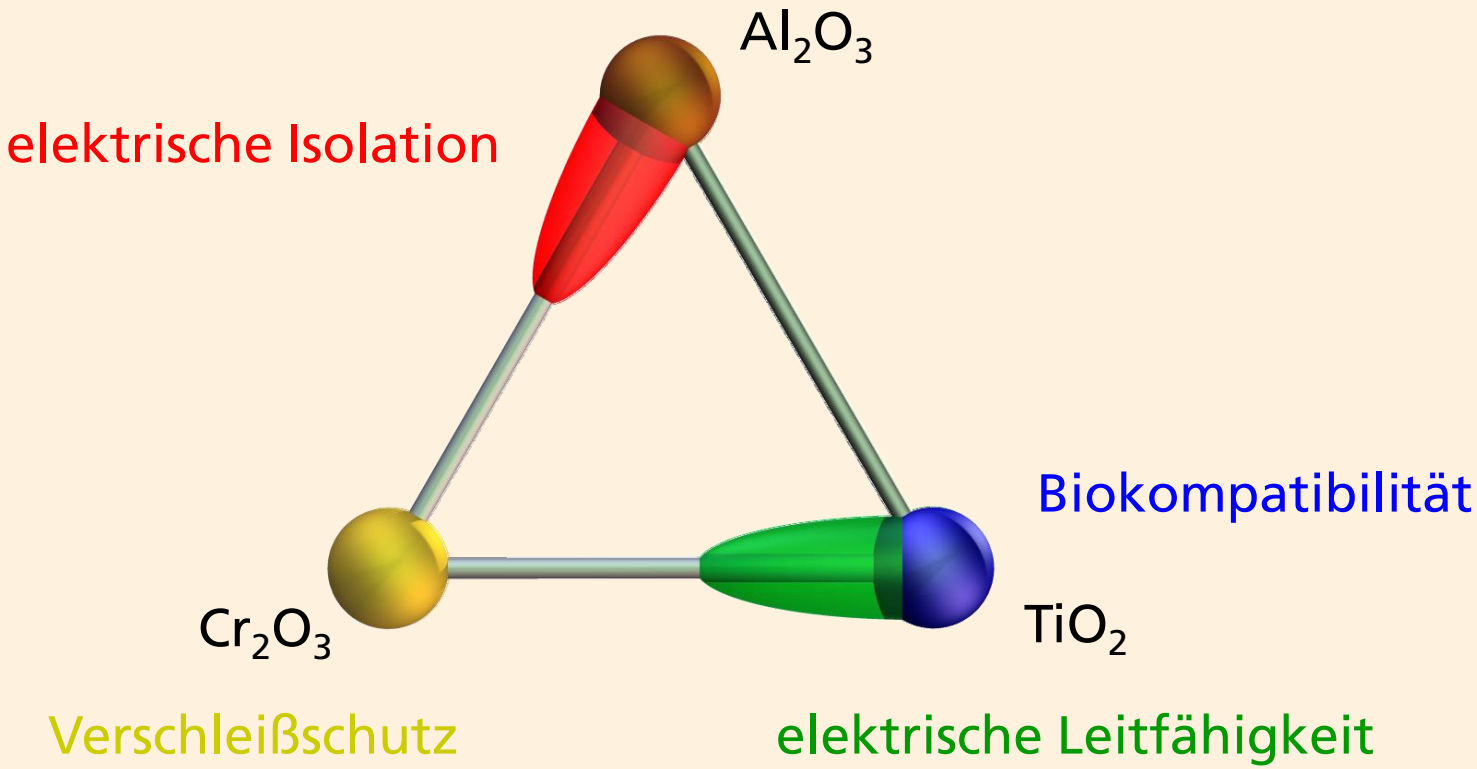
- Elektrische Leitfähigkeit
- Gute Gleiteingenschaften
- Verschleißschutz
- Photokatalytische Schichten
- Bioinerte /biokompatible

© Fraunhofer IWS

Fraunhofer IWS Dresden

Multifunktionelle Oxidschichten des Systeme Al_2O_3 – TiO_2 – Cr_2O_3

Ein systematischer Ansatz



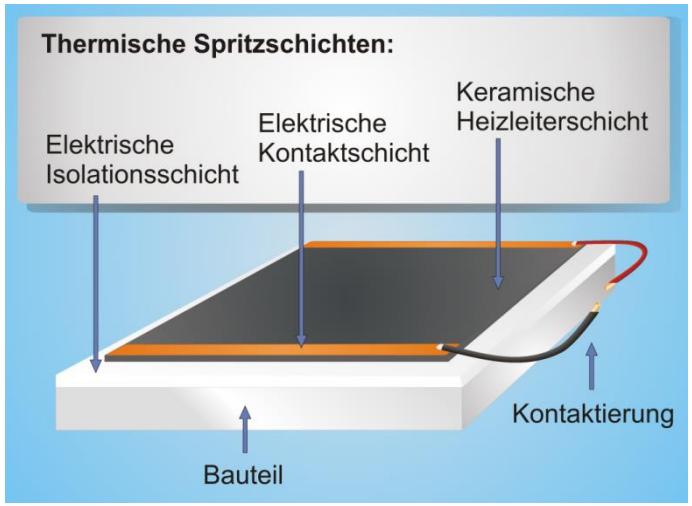
© Fraunhofer IWS

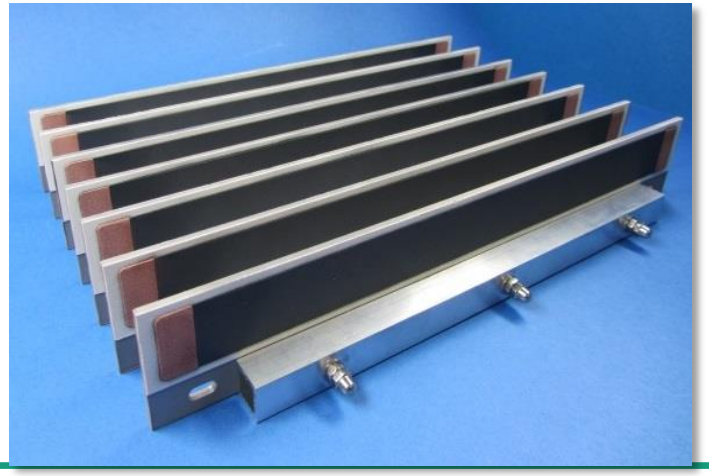
Fraunhofer IWS Dresden

Entwicklung thermisch gespritzter keramischen Heizelemente

Prinzip

- Mehrlagenschichtsystem
- Werkstoffschichten mit unterschiedlichen Funktionen
- Vorteile:
  - Direkter Kontakt zur Bauteiloberfläche
  - Großflächige und dadurch gleichmäßige Beheizung
  - Kostengünstige Werkstoffe und Verfahren
  - Hohe Einsatztemperatur



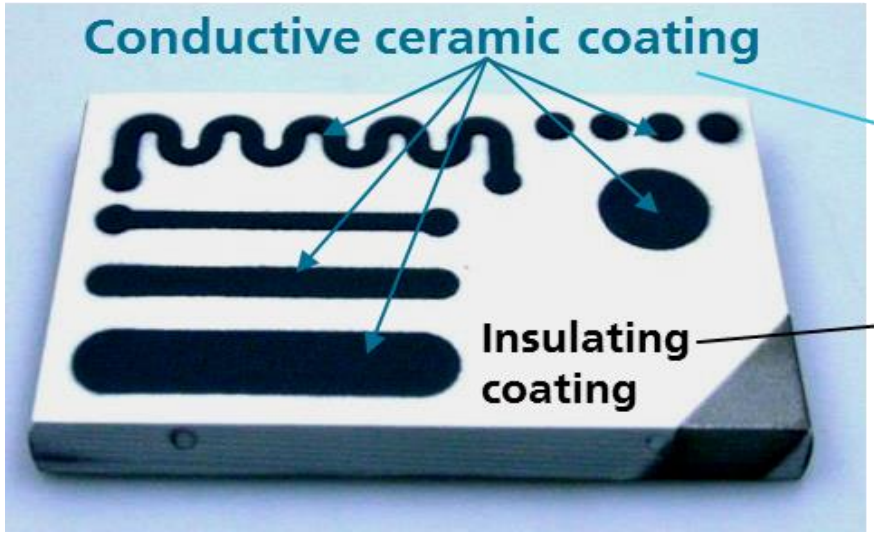


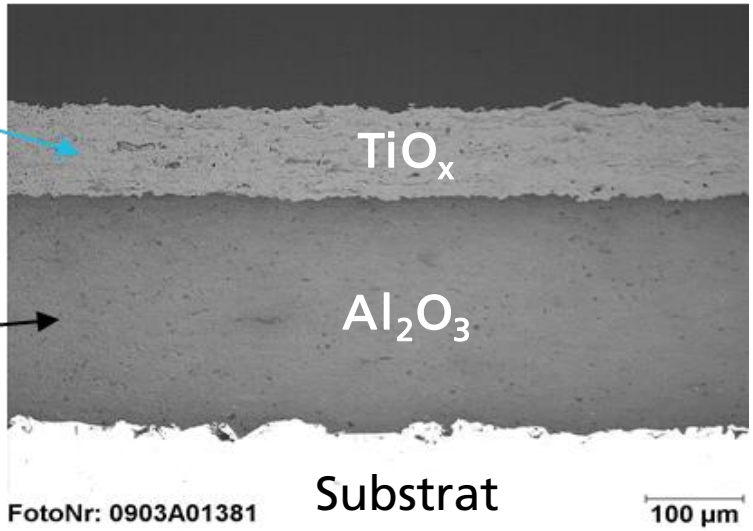
© Fraunhofer IWS

Fraunhofer IWS Dresden

Entwicklung thermisch gespritzter keramischen Heizelemente

TiO_x Heizleiter auf Al_2O_3 Isolationsschicht





Einsatztemperatur: bis 300°C

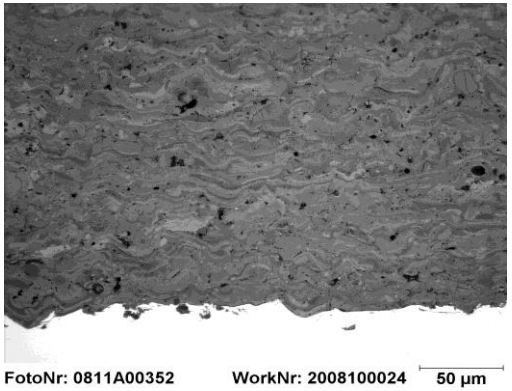
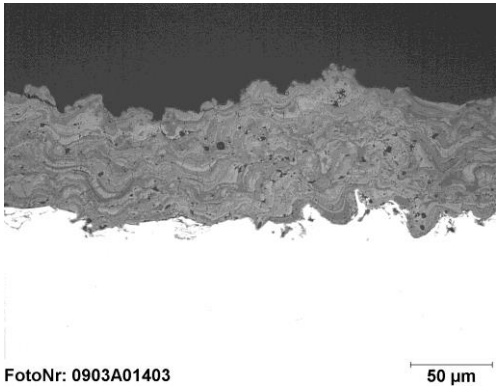
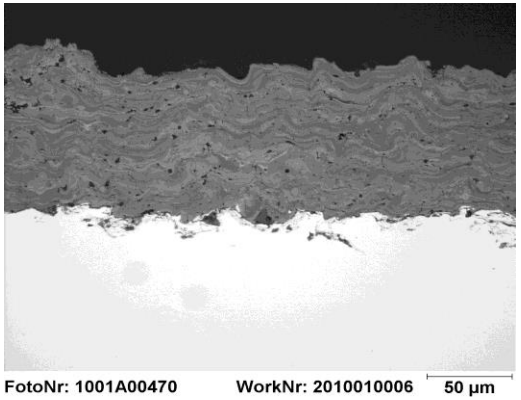
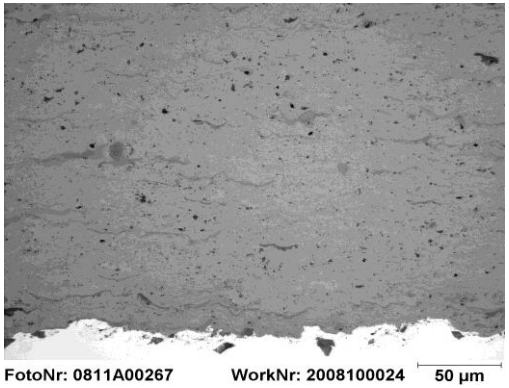
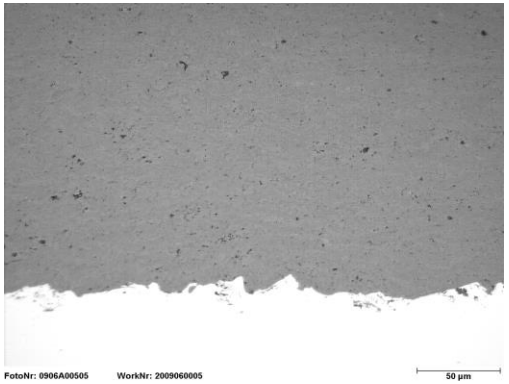
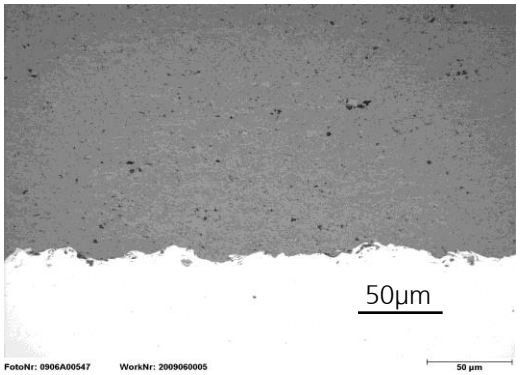
SCHEITZ, S. et al., Thermal Spray Bulletin 4 (2011), Nr. 2, S. 88–92

© Fraunhofer IWS

Fraunhofer IWS Dresden

Heizleiterschichten aus dem System TiO_x/Cr_2O_3

Mikrostruktur

	TiO_x	TiO_2-10Cr_2O_3	TiO_2-20Cr_2O_3
APS			
HVOF			

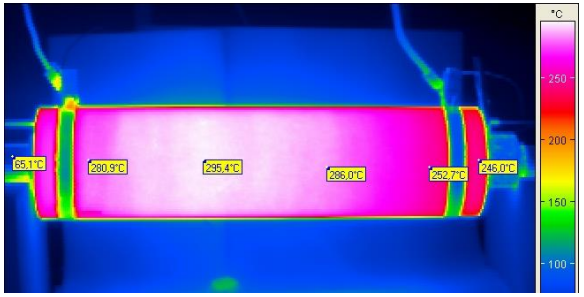
© Fraunhofer IWS

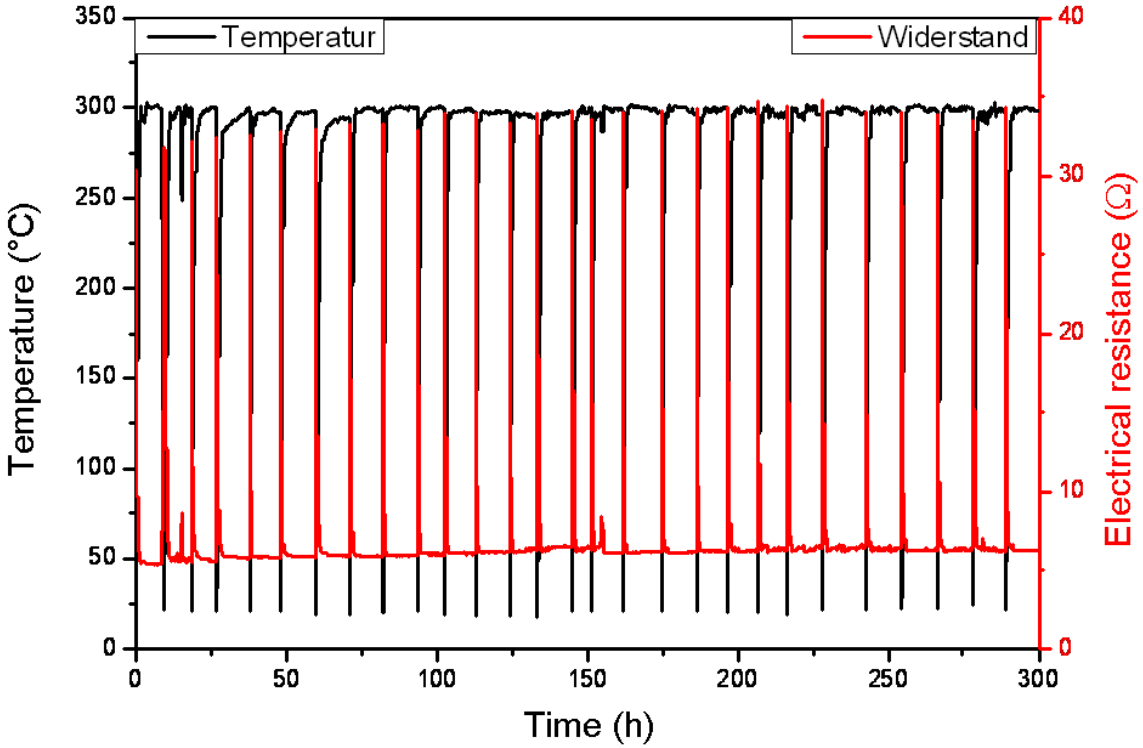
Fraunhofer IWS Dresden

Thermisch gespritzte keramische Heizleiterschichten

Schichtcharakterisierung - thermozyklischer Langzeittest (TiO_x)

- U_{In} = 60 V
- P = 525 - 540 W
- T_{max} = 300 °C





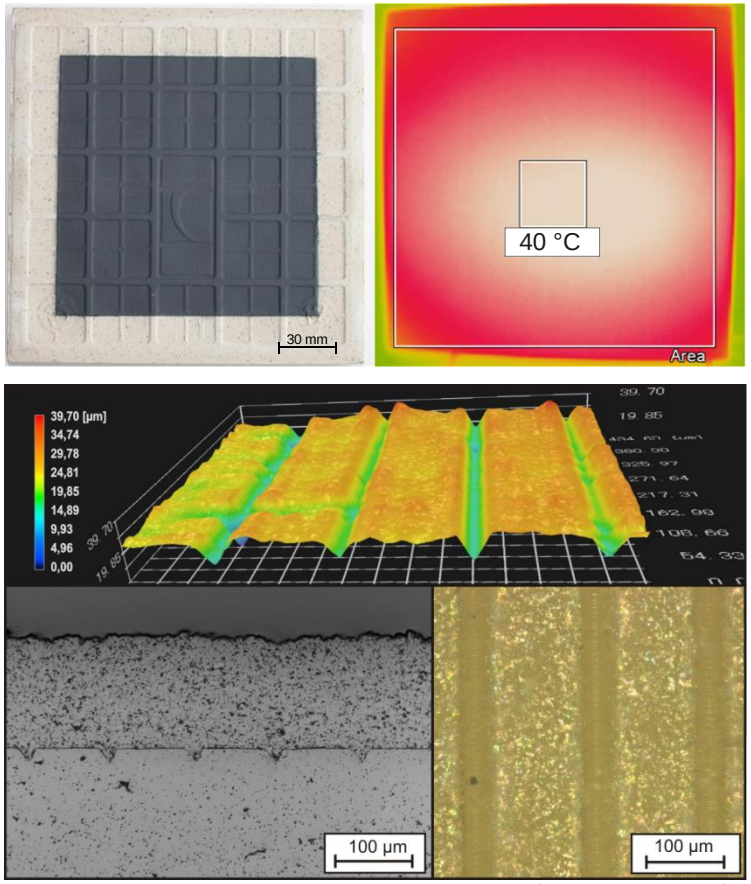
- Hohe mechanische und thermische Stabilität
- Konstante Betriebstemperatur währen der Thermozyklisierung
- Widerstandsänderung: ΔR< 10% nach 300 h & 30 T-Zyklen

© Fraunhofer IWS

Fraunhofer IWS Dresden

Elektrisch beheizbare vollkeramische Bauteile

- Einsatzgebiete keramischer Bauteile
  - Energietechnik
  - Filtertechnik
  - Chemieindustrie
  - Medizintechnik
  - Gebrauchskeramik, Wand- und Bodenbeläge
- Zum Teil ohne elektrische Isolationsschicht
- Bei Sinterbauteilen muss Oberflächen-vorbereitung mit Laserablation erfolgen
- Bei ausreichender Oberflächenrauheit keine Vorbehandlung notwendig



(Quelle: Fh-IWS)

Fraunhofer IWS

Leistungsumfang Thermischen Spritzen

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

www.iws.fraunhofer.de

© Fraunhofer IWS

Fraunhofer
IWS

DANKE!

Visit us!

Halle B1

Stand 217/318

M. Eng. Maria Barbosa

wiss. Mitarbeiter, Thermische Oberflächentechnik

Fraunhofer Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) Dresden

Winterbergstr. 28, 01277 Dresden

Telefon: 0351 83391-3429

maria.barbosa@iws.fraunhofer.de