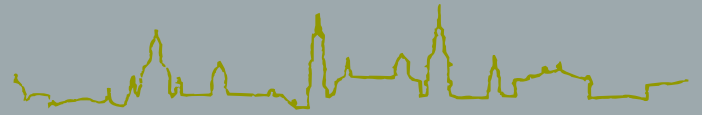




# Fraunhofer

IWS



Dresden

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND STRAHLTECHNIK IWS



## THERMISCHES SPRITZEN MIT SUSPENSIONEN

Hardwarekomponenten für den industriellen Einsatz

### Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

Winterbergstraße 28, 01277 Dresden

Ansprechpartner:

Dr. Filofteia-Laura Toma

Telefon +49 351 83391-3191

Fax +49 351 83391-3478

filofteia-laura.toma@iws.fraunhofer.de

www.iws.fraunhofer.de

### Überblick

Durch die Verwendung von Suspensionen als Spritzzusätze können besonders hochwertige feinstrukturierte thermisch gespritzte Schichten hergestellt werden. An Stelle von Beschichtungspulvern mit Partikelgrößen von 5 bis 50  $\mu\text{m}$  kommen beim Spritzen mit Suspensionen feindisperse Submikro- und Nanopulver zum Einsatz.

Suspensionen als Spritzzusätze können sowohl beim atmosphärischen Plasmaspritzen (APS) als auch beim Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF) verwendet werden. Für die industrielle Anwendung sind eine hohe Prozessstabilität und -sicherheit entscheidende Kriterien. Sie werden wesentlich von den Eigenschaften der Suspensionen mitbestimmt.

Die Herstellung von Schichten mit Dicken im Bereich von 10 bis 50  $\mu\text{m}$  gehört neben den geringen Oberflächenrauheiten zu den besonders wichtigen spezifischen Vorteilen. Für das Spritzen mit Suspensionen werden hardwareseitig ein Suspensionsförderer und ein geeigneter Suspensionsinjektor benötigt.





2



3

### Drei-Druckbehälter-Suspensionsförderer

Für die Beschichtung im Dauerbetrieb, die Erstellung von Multilayer-Schichten oder von Kompositschichten hat das Fraunhofer IWS einen industrietauglichen Drei-Druckbehälter-Suspensionsförderer entwickelt (Abb. 2). Die Förderung mit Hilfe von Materialdruckbehältern ermöglicht eine präzise, konstante, langlebige und pulsfreie Förderung.

Die Behältergrößen können auf Kundenwunsch angepasst werden. Zwei Behälter enthalten die gewünschten Suspensionen, der Dritte eine Reinigungsflüssigkeit. Die integrierten Rührwerke sorgen dabei für eine stabile Lagerung der Suspensionen und verhindern die Sedimentation in den Behältern.

### Funktionsumfang

Das Förderersystem bietet Vorteile insbesondere für Dauerbeschichtungen ohne Unterbrechung. Während aus einem Behälter im Prozessverlauf die Suspension gefördert wird, kann der zweite Behälter nachgefüllt werden. Ebenso können zum Beschichten zwei unterschiedliche Suspensionen verwendet werden.

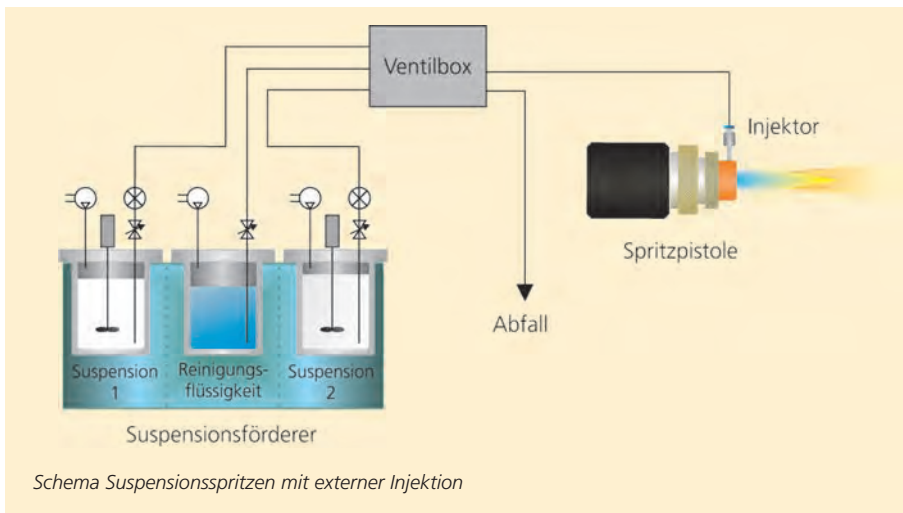
Durch die Förderung mit Druck und die implementierte Regelung können unterschiedlichste Suspensionen genau dosiert und präzise gefördert werden. Mit den innovativen modularen Reinigungszyklen wird ebenfalls die Bildung von Sediment verhindert. Damit werden die Betriebszeiten erhöht und die Lebensdauer verlängert.

Die separate Anschlussbox, in der die Schaltventile angesteuert werden, bildet das Bindeglied zwischen Suspensionsförderer und Injektor. Die Anschlussbox wird direkt am Brenner befestigt, um die Schaltzeiten zu den Medien zu verkürzen (Abb. 3). Dies führt zu einer Effizienzsteigerung der Beschichtung. Die eingesetzte Systemtechnik eignet sich für ein breites Spektrum an Suspensionen und kann somit mühelos in jeden Spritzprozess eingegliedert werden.

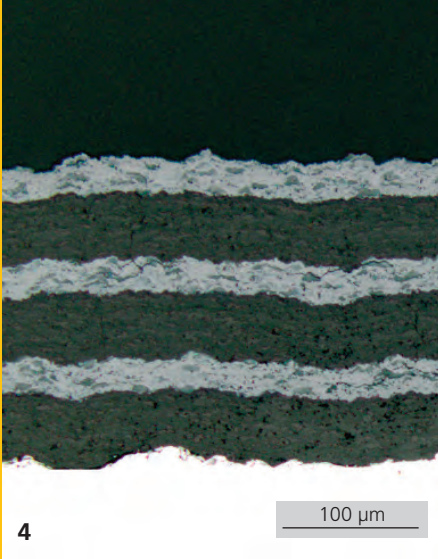
### Einfache Bedienung

Die Bedienung des Förderers erfolgt intuitiv über ein 10,4" Touchscreen. Mit der eingebauten SIEMENS SPS besitzt der Förderer eine kompakte, robuste und multifunktionale Steuerung. Über die unterschiedlichen Bedienebenen ist es möglich, den Förderer an neue Anforderungen anzupassen und jeden Prozessschritt präzise zu überwachen sowie zu dokumentieren. Die modular aufgebauten Programme können je nach Anforderungen zusammengestellt werden. Die Prozesswerte werden funktional und optisch ansprechend in Diagrammen dargestellt.

Im Hauptmenü erscheinen nur die für das gewählte Programm notwendigen Parameter. Damit werden Parametereingaben vereinfacht und die Prozesssicherheit erhöht. Die einzelnen Prozesswerte und Prozessschritte sind kompakt und übersichtlich dargestellt.



Schema Suspensionspritzen mit externer Injektion



4

100 µm



5

Über die jeweiligen Schriftfelder gelangt man zu den Druck- und Flusskurvendiagrammen, die kundenspezifisch angepasst werden können. Das Leitbild der Förderanlage erlaubt eine präzise Überwachung der einzelnen Prozessschritte. Neben den Prozesswerten zeigt das Leitbild durch Farb-indikatoren den Weg der Fluide im Prozess an. Zusätzlich können alle Ventile manuell per Touchscreen geschaltet werden. Dies erlaubt die volle Kontrolle über den Prozess.

### Angepasste Injektoren

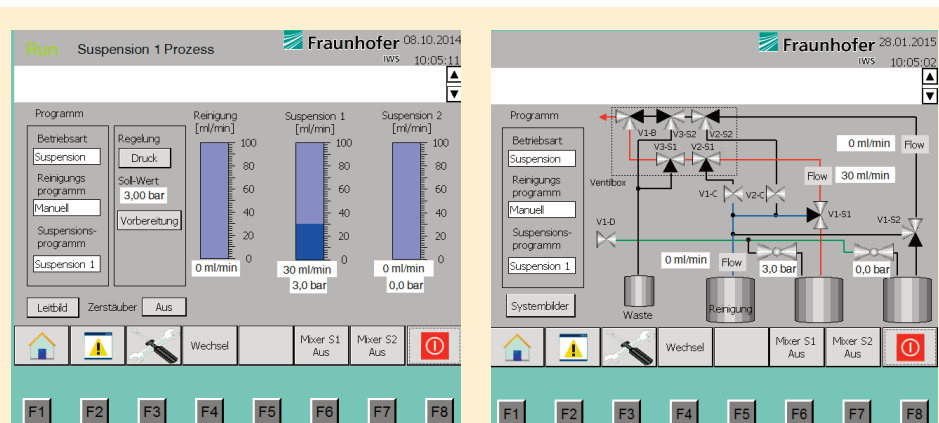
Neben dem Suspensionsförderer wurden im Fraunhofer IWS Dresden Injektoren für das APS- sowie HVOF-Spritzen entwickelt (Abb. 5). Die Injektoren haben Bohrungen mit Durchmessern von 0,2 bis 0,3 mm und injizieren die Suspension als kompakten Strahl.

Die Fördermenge beträgt zwischen 20 und 100 ml·min<sup>-1</sup>. Beim APS-Spritzen wird die Suspension extern in das Plasma injiziert. Beim HVOF-Prozess erfolgt die Injektion der Suspension direkt in die Brennkammer. Für diesen Prozess stehen optimierte Brennteile zur Verfügung, um eine konventionelle HVOF-Spritzpistole für das Suspensions-spritzen umzurüsten.

Das Spritzen mit Suspensionen wurde an die im Fraunhofer IWS verfügbaren Plasmaspritzanlagen F6 und Delta sowie an eine TopGun HVOF-Anlage angepasst und ausgiebig mit Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> und YSZ Suspensionen erprobt. In Verbindung mit dem Suspensionsförderer können nun komplette Umrüstsätze für das Suspensions-spritzen angeboten werden. Dadurch lässt sich die Technologie in bestehende Spritzanlagen integrieren.

### Wichtigste Merkmale

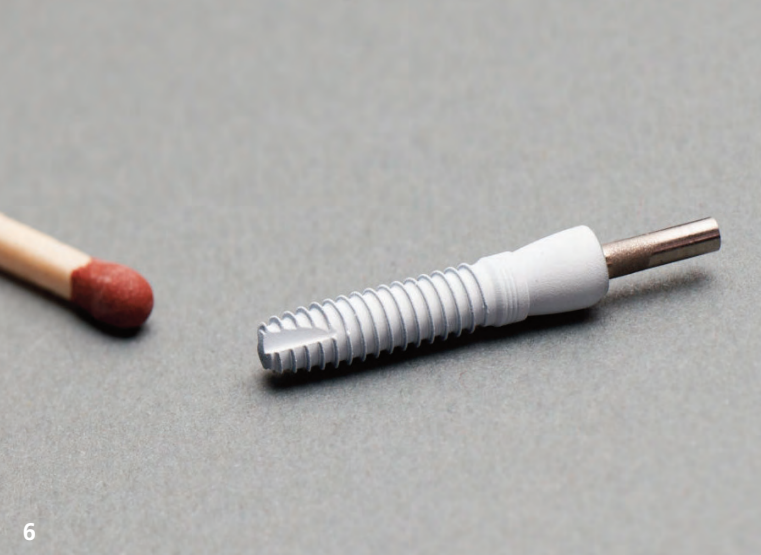
- Anpassung an bestehende Anlage durch integrative Bauweise
- Touchscreen-Steuerung mit modularen Programmen
- Druck- und Durchflussregelung
- DataLog-Funktion
- PID-Regler-Optimierung zur Anpassung der Parameter an neue Hardware und Suspensionen
- Langzeitbetrieb ohne Unterbrechung des Beschichtungsprozesses
- Erzeugung von Multilayer- und Kompositschichten
- Füllstandsüberwachung und Not-Umschaltung



Intuitive Bedienung des Suspensionsförderers über Hauptmenü (links) und volle Kontrolle über Leitbild (rechts)

- 1 Zum thermischen Spritzen geeignete wässrige Suspensionen
- 2 Drei-Druckbehälter-Suspensionsförderer
- 3 Anschlussbox mit HVOF-Brenner
- 4 Querschliffaufnahme: Multilayer-Schicht aus Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (dunkel-grau) und TiO<sub>2</sub> (hell-grau) basierend auf wässrigen Suspensionen
- 5 Suspensionsinjektoren für HVOF und APS





6



7

## Technische Daten des Suspensionsförderers

Abmessungen (B x H x T)	
Förderer ohne Bedienpanel	850 mm x 790 mm x 530 mm
Förderer mit Bedienpanel	850 mm x 1640 mm x 530 mm
Ventilbox	105 mm x 166 mm x 280 mm
System	
Drei Behälter	Behälter 1: Reinigungsflüssigkeit (Wasser) Behälter 2 und 3: Suspensionen
Fassungsvermögen	Reinigungsflüssigkeit 3,1 l (Standard) Suspension 6,2 l (2 x 3,1 l)
Förderraten	bis ca. 2 l·min <sup>-1</sup> (abhängig vom Injektor)
Integrierte Funktionen	
Steuerungsprogramme	Manuell, Druckregelung, Durchflussregelung
Suspensionsprogramme	Suspension einzeln
	Suspension im Wechsel (Dauerbetrieb / Multilayer-Schicht)
	Suspensionen mischen
Reinigungsprogramme	kleine Reinigungszyklen für einzelne Förderlinie
	komplette Reinigungszyklen für alle Förderlinien
Bedienung	Touchscreen und mechanisch
Zerstäubergas	Luft oder Inertgas (z. B. Ar) möglich
Spritzprozess	HVOF und APS
Parametrisierung	direkt über Touchscreen
Sonstige Funktionen	Ermittlung neuer Regelungsparameter
	Datalog-System
Sicherheit	NOT-Halt-Programm
Füllstandsüberwachung	Handbedienung der Ventile
Versorgung	
Elektrischer Anschluss	Standard Schutzkontaktstecker / direkt
Versorgung	230 VAC (50 Hz)
	10 A (max.)
	Druckluft (max. 6 bar)

## Leistungsangebot

Das Fraunhofer IWS bietet eine umfangreiche Palette von Dienstleistungen für das Spritzen mit Suspensionen an:

- Entwicklung von Hardwarekomponenten und Umrüstsets zum Spritzen mit Suspensionen,
- Testen von Suspensionen im Kundenauftrag sowie Entwicklung von angepassten Suspensionen,
- Entwicklung und Charakterisierung von maßgeschneiderten Beschichtungslösungen vom Werkstoff bis zum beschichteten Bauteil,
- Unterstützung des Anwenders bei der Technologieeinführung und Systemintegration.

6 Beschichtetes Zahnimplantat mit dünner (20 µm) ZrO<sub>2</sub>-Suspensions-schicht

7 Beschichtete Kupferplatte mit suspensionsgespritzter HVOF-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Isolationsschicht und HVOF-Cu-Schicht für Elektronik-anwendungen

Bildnachweis:

Titelbild, Abb. 3, 6: Jürgen Jeibmann;  
Abb. 1, 2, 4, 5, 7: Fraunhofer IWS