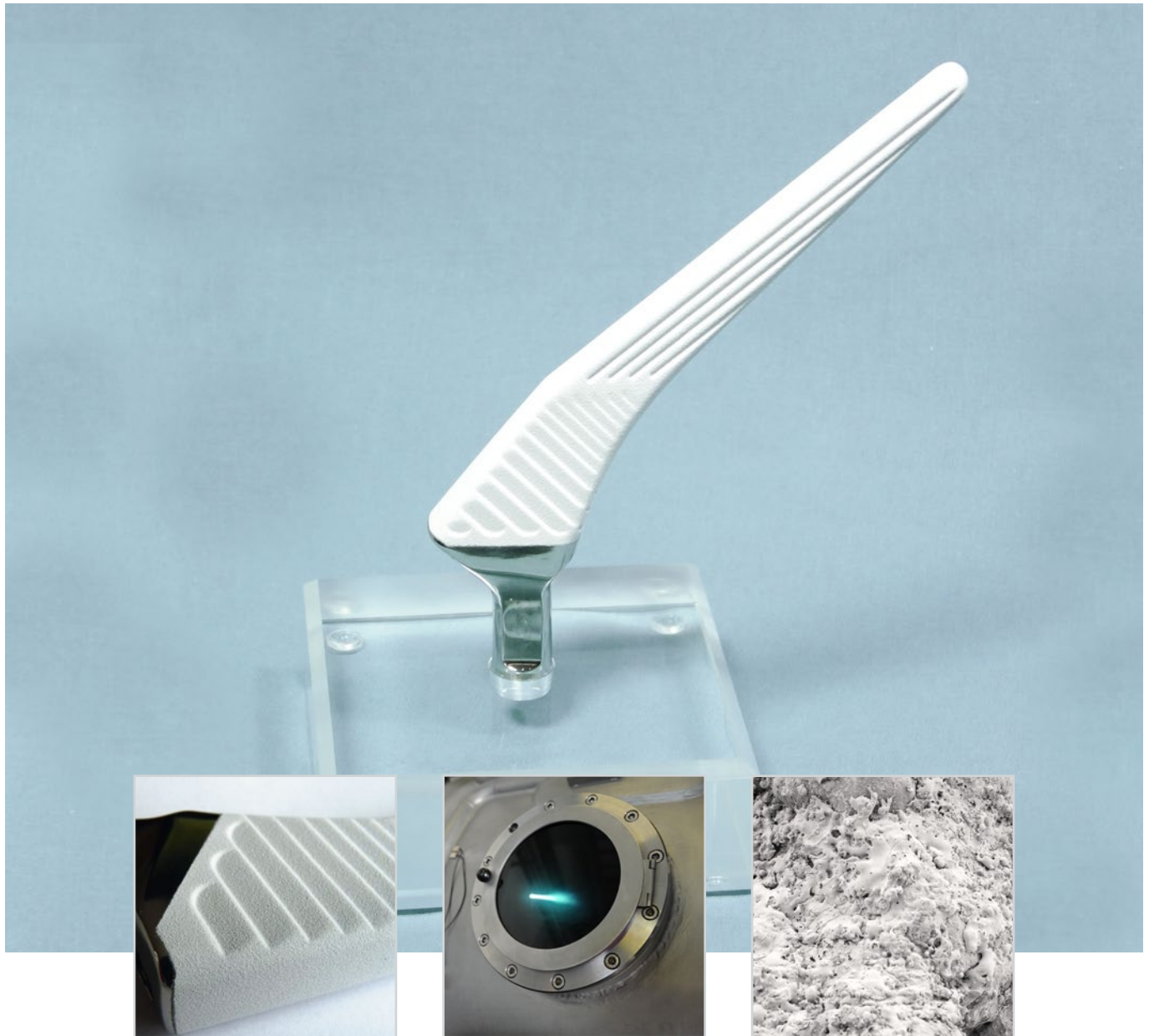


# Plasmagespritzte HA-Beschichtungen in der Orthopädie



### Grundlagen

Die Beschichtung von Implantatoberflächen mittels Plasmaspritzen hat sich in der Medizintechnik seit vielen Jahren bewährt, um haftfeste, mikroporöse und biokompatible Implantatoberflächen mit definierten Eigenschaften reproduzierbar herzustellen.

Gegenwärtig wird eine Implantatoberfläche als optimal angesehen, wenn sie sowohl makroporös als auch biokompatibel zum Knochenmetabolismus ist.

In der medizinischen Beschichtungstechnologie werden vor allem Calciumphosphate eingesetzt, da sie ein schnelles Anwachsen von Knochengewebe gewährleisten. Sie fördern zudem eine Verbindung mit hoher Festigkeit zwischen dem Implantat und dem umgebenden Gewebe und verkürzen auf diese Weise die Einheilphase.

### Technologie

Die HA-gespritzten Schichten werden durch Vakuum-Plasma-Spritzen (VPS) auf die Implantate aufgebracht. Dabei wird ein Gasgemisch (z. B. Argon, Wasserstoff, Helium) durch einen Hochenergie-Lichtbogen bis auf 20.000 °C erhitzt und ionisiert. Das stark erhitzte Gas dehnt sich aus und erreicht beim Verlassen der Düse eine extrem hohe Geschwindigkeit, die bis

auf die mehrfache Schallgeschwindigkeit anwachsen kann.

In diesem hochenergetischen Plasmastrahl wird das HA-Pulver geschmolzen und auf der Werkstoffoberfläche (Implantat) abgeschieden. Die Mikrostruktur sowie die Dichte der Schicht und deren Porosität werden dabei durch die Korngröße des verwendeten Beschichtungspulvers, die Temperatur und die Geschwindigkeit der Partikel definiert.



Ein wesentlicher Vorteil des VPS-Verfahrens besteht in der Eliminierung von Luftkontaminationen, was zu einer extrem sauberen, reinen Beschichtung auf dem Implantat führt.

Des Weiteren ist es durch die VPS-HA-Schichten möglich, die Oberflächentopografie von Implantaten in einem sehr breiten Skalenbereich zu verändern und damit definiert Einfluss auf die osseointegrative Gewebeneubildung an Implantatoberflächen zu nehmen.

### Vorteile

- Sehr gute Biokompatibilität
- Oberflächenvergrößerung
- Langzeitstabilisierung durch direkten Kontakt des einwachsenden Knochens in die poröse HA-Schicht
- Flexible Schichtdicken möglich
- Hohe Primärstabilität des Implantates durch die raue Oberfläche
- Kontrollierte Resorption durch hohen Kristallinitätsgrad
- Erhöhte Reinheit und Haftfestigkeit gegenüber anderen Verfahren (z. B. APS Atmospheric Plasma Spray)
- Ausgangsmaterial entspricht der ASTM F 1185

## Eigenschaften

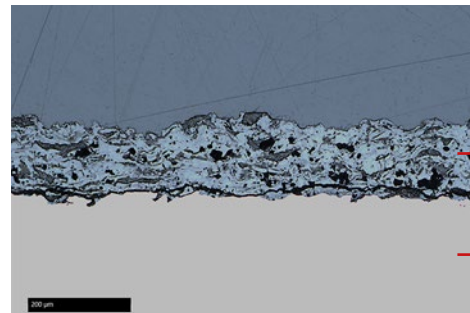
### Physikalische & Chemische Eigenschaften

Eigenschaft	Ergebnis
Farbe	Hellgrau-weiß
Schichtdicke	20-200 $\mu\text{m}$ <sup>*1</sup>
Haftfestigkeit	$\geq 15$ MPa
Rauheit $R_a$ :	6-14 $\mu\text{m}$ <sup>*1</sup>
Phasenzusammensetzung	HA $\geq 50$ w% <sup>*2</sup> $\alpha$ -TCP+ $\beta$ -TCP+TTCP $\leq 30$ w% <sup>*3</sup> CaO $\leq 5$ w% <sup>*3</sup>

<sup>\*1</sup> Auf Kundenwunsch sind auch andere Werte möglich

<sup>\*2</sup> relativ zur Gesamtmasse der Beschichtung

<sup>\*3</sup> Massenanteile der Fremdphasen relativ zum Massenanteil des kristallinen HA



HA-Schicht

Implantatoberfläche

Schliffbild einer HA-gespritzten Oberfläche

### Kristallografische Eigenschaften

Die Kristallinität liegt bei  $\geq 45$  %.

Das Ca/P-Verhältnis liegt bei Werten zwischen 1,61-1,76.

Die hohe Geschwindigkeit der Teilchen im Vakuum resultiert in einer hohen Haftfestigkeit der HA-Schicht.

Durch das Aufschmelzen des HA-Pulvers entsteht eine poröse, kristalline Oberfläche. Ihre Struktur bietet den Knochenzellen optimale Voraussetzungen für eine feste Verankerung des Implantates im Knochengewebe.



REM-Aufnahmen einer HA-gespritzten Oberfläche

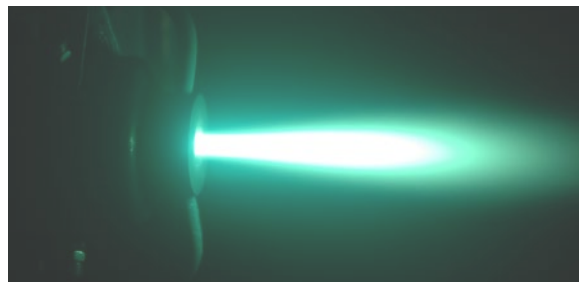
### Schichtprüfungen

Folgende Routineprüfungen werden an VPS-HA-gespritzten Implantaten durchgeführt:

- Schichtdicke
- Rauheit
- Ca/P-Verhältnis
- Schichthaftung (Haftfestigkeit)

### Literatur

- Aebli N., Krebs J., Stich H., Schwalder P., Walton M., Schwenke D., Gruner H., Gasser H., Theis JC (2003) In vivo comparison of the osseointegration of vacuum plasma sprayed titanium- and hydroxyapatite-coated implants. J Biomed Mater Res A: 356-363.
- Borsari V., Fini M., Giavaresi G., Rimondini L., Consolo U., Chiusoli L., Salito A., Volpert A., Chiesa R., Giardino R. (2007) Osteointegration of Titanium and Hydroxyapatite Rough Surfaces in Healthy and Compromised Cortical and Trabecular Bone: In Vivo Comparative Study on Young, Aged, and Estrogen-Deficient Sheep. J Orthop Res September: 1250-1260.
- Chen Y.L., Lin T., Liu A., Shi M.M., Hu B., Shi Z.L., Yan S.G. (2015) Does hydroxyapatite coating have no advantage over porous coating in primary total hip arthroplasty? A meta-analysis. J Orthop Surg Res 10: 1-14.
- Geerdink C. H., Schaafsma J., Meyers W. G., Grimm B., Tonino A. J. (2007) Cementless hemispheric hydroxyapatite-coated sockets for acetabular revision. J Arthroplasty 22(3): 369-76.
- Nelissen R. G., Valstar E. R., Rozing P. M. (1998) The effect of hydroxyapatite on the micromotion of total knee prostheses. A prospective, randomized, double-blind study. J Bone Joint Surg (Am) 80(11): 1665-72.
- Sun L., Berndt C.C., Gross K.A., Kucuk A. (2001) Material Fundamentals and Clinical Performance of Plasma-Sprayed Hydroxyapatite Coating: A Review. J Biomed Mater Res. 58(5): 570-592.
- Voigt J.D. & Mosier M. (2011) Hydroxyapatite coating appears to be benefit for implant durability of tibial components in primary total knee arthroplasty. Acta Orthopaedica 82(4): 448-459.



Wir freuen uns, mit Ihnen ins Gespräch zu kommen!

DOT GmbH  
Ein Mitglied der Eifeler-Holding  
Charles-Darwin-Ring 1a  
18059 Rostock

Tel. +49 381 40 33 50  
Fax +49 381 40 33 599  
info@dot-coating.de  
www.dot-coating.de

**DOT**  
medical implant solutions

### DOT – Spezialist für die Beschichtung orthopädischer und dentaler Implantate

DOT gehört zu den führenden europäischen Anbietern im Bereich der medizinischen Beschichtungstechnologien für orthopädische und dentale Implantate sowie Instrumente einschließlich deren Reinraumverpackung.

Mit unserem umfassenden Supply-Chain-Konzept sind wir ein idealer Industriepartner der Medizintechnik. Wir ermöglichen mit unserer Tätigkeit die Wiederherstellung der Gesundheit von Patienten weltweit und leisten damit einen nachhaltigen Beitrag zur Verbesserung der Lebensqualität.