

# Hilfe für den Menschen: Thermisches Spritzen in der Medizintechnik

## Helping people: Thermal spraying in medical engineering

Philipp Gruner  
Medicoat AG  
Mägenwil (CH)

# Hilfe für den Menschen: Thermisches Spritzen in der Medizintechnik

## Helping people: Thermal spraying in medical engineering

Philipp Gruner, Medicoat AG, Mägenwil (CH)

Im breiten Anwendungsspektrum des thermischen Spritzens ist die Medizintechnik ohne Zweifel ein eher exotischer Vertreter. Kaum vorstellbar, dass für die Beschichtung von riesigen Walzen der Papierindustrie und für Schichten auf winzigen Fingerimplantaten das gleiche Verfahren eingesetzt wird. Für den Menschen im Alltag hingegen sind beschichtete Prothesen ein wichtiges Thema: Weltweit sind wahrscheinlich zwischen 10 und 20 Prozent aller Menschen älter als 65 Jahren von Gelenksarthrose betroffen und benötigen einen Gelenkersatz. In den meisten Fällen sind dies Hüft- oder Knieimplantate, welche mit einer rauen Titanschicht oder mit einer Oberfläche aus künstlichem Knochen für Heilung sorgen.

Implantate für den Gelenkersatz werden seit über 100 Jahren eingesetzt. Permanent ist die Forschung auf der Suche nach der optimalen Prothesenvariante. Das Implantat muss biokompatibel, korrosionsbeständig und lasttragend sein. Waren die ersten Hüftprothesen aus Elfenbein gefertigt, ging man in den Fünfziger Jahren zum Kunststoff oder Stahl über. Zur Verankerung der Prothese im Knochen wurde (und wird teilweise noch heute) ein Knochenzement verwendet. Versuche, Implantate aus künstlich hergestelltem Knochenmaterial herzustellen, scheiterten an der geringen mechanischen Stabilität der Kalziumphosphate.

Die thermische Spritztechnik führte Mitte der 80 Jahre zu ersten Gelenken mit einer Beschichtung aus künstlichem Knochenmaterial, dem Hydroxylapatit (HA). Der Fremdkörper im Knochengewebe wurde praktisch unter einer Tarnkappe versteckt. Das war zweifellos ein Meilenstein, da diese beschichteten Implantate direkt mit dem Knochen verwachsen und dadurch eine langzeitstabile Verankerung ermöglichen. Im Vergleich zur Zementverankerung reduzieren beschichtete Prothesen signifikant die Wahrscheinlichkeit für eine spätere Lockerung im Knochenbett.

Für die HA Beschichtung hat sich zuerst das atmosphärische Plasma Spritzen (APS) etabliert, welches später durch das Vakuum Plasma Spritzen (VPS) ergänzt wurde. Als Alternative zu den HA Schichten kamen auch bald raue, offenporige Titan-Spritzschichten auf den Markt. Verschiedene Studien zeigten, dass Knochenzellen sich besonders gut auf rauen Oberflächen verankern. Das hoch reaktive Titan lässt sich allerdings besser unter Schutzgasatmosphäre oder im VPS-Verfahren spritzen.

Die beiden konkurrierenden Produkte, HA- und Titan-Beschichtung, haben unterschiedliche Vor- und Nachteile und führten zu einem „Glaubenskrieg“ in der Orthopädie. Zur „Versöhnung“ beider Lager werden heutzutage im VPS gespritzte Kombischichten aus einer rauen Titanstruktur und einer HA-Deckschicht erfolgreich eingesetzt.

Seit in den 90er Jahren das Plasma Spritzen eine breite Anwendung in der Medizintechnik gefunden hat, wächst der Bedarf für beschichtete Implantate. Alleine in Deutschland werden etwa 180000 Hüftgelenksoperationen pro Jahr durchgeführt, mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 12 %. Mit der sich daraus ergebenden Wertschöpfung in Höhe von 2 Milliarden € (in Europa) ist die Orthopädie, neben der Kardiologie, zum zweitgrößten Markt der Medizintechnik herangewachsen. Grund dafür ist unsere Gesellschaftsstruktur: Zunehmende Lebenserwartung der Bevölkerung (im Jahr 2040 werden über 35 % der deutschen Bevölkerung über 60 Jahre alt sein), steigendes Körpergewicht und mangelnde Bewegung,

In the wide spectrum of applications for thermal spraying, medical engineering is undoubtedly a rather exotic representative. It is hard to imagine that the same process is used for coating giant rolls in the paper industry as well as applying coatings to tiny finger implants. However, for people in everyday life, coated prostheses are an important issue. Worldwide, probably around 10 to 20 per cent of all those over the age of 65 suffer from arthrosis and require a joint replacement. In most cases, the medical solution is a hip or knee implant with a rough titanium coating or with a surface made of artificial bone.

Implants have been used to replace joints for more than 100 years, and current research is constantly focused on finding optimum prosthesis variants. Implants must be biocompatible, corrosion-resistant and able to withstand loads. The first hip prostheses were made of ivory, changing to plastic or steel in the fifties. Bone cement was used (today partially as well) to anchor the prosthesis in the bone. Attempts to produce implants made of artificial bone material failed due to the low mechanical stability of calcium phosphates.

In the mid-eighties, thermal spray technology led to the first joints coated with an artificial bone material called hydroxylapatite (HA). The foreign body in the bone tissue was virtually made invisible under a “magic cape”. Without doubt, this was a milestone in the history of prostheses as these coated implants grew directly into and with the bone and thus provided long-term stable anchoring. In comparison to cement anchoring, coated prostheses significantly reduce the probability of subsequent loosening in the bone bed.

Initially, air plasma spraying (APS) established itself as a suitable process for applying HA coatings and was later joined by vacuum plasma spraying (VPS). Soon afterwards, rough, open-pored titanium coatings entered the market as a viable alternative to HA coatings. Various studies showed that rough surfaces provide extremely good anchorage for bone cells. However, highly reactive titanium is best applied in a shroud gas atmosphere or using VPS.

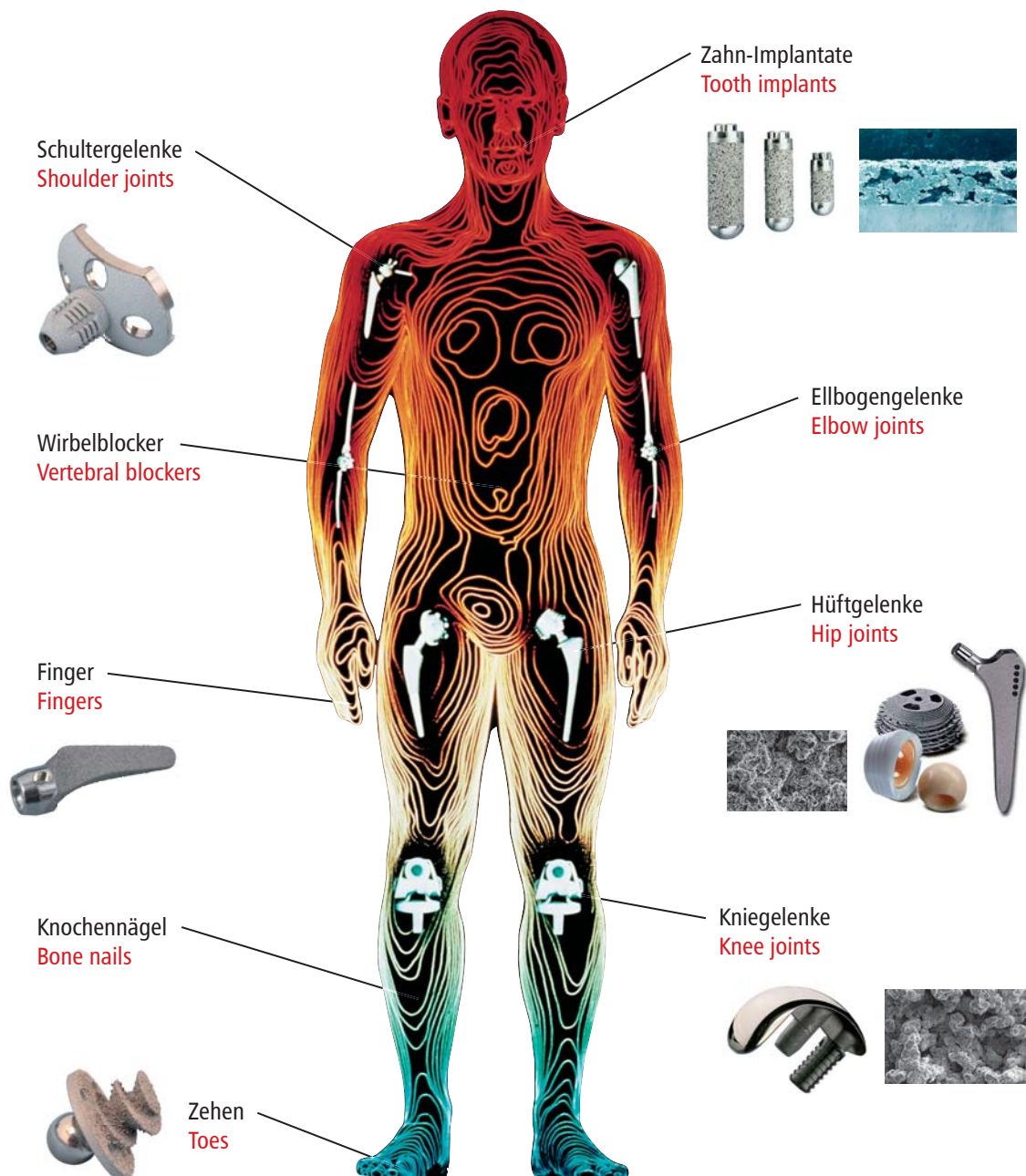
The two competing products, HA and titanium coatings, have different advantages and disadvantages, which led to a kind of “religious war” in orthopaedic medicine. To “reconcile” the two camps, combination coatings consisting of a rough titanium structure and an HA top layer are now successfully employed and applied with VPS.

Demand for coated implants has been growing since the 90s when plasma spraying was increasingly used in medical engineering. In Germany alone, around 180,000 hip operations are conducted annually, with an average growth rate of 12 %. The resulting added value of 2 billion € (in Europe) makes the orthopaedic sector, next to cardiology, the second largest market for medical engineering. The reason for this development is the structure of today's society: higher life expectancy (in 2040 over 35 % of the German population will be over 60 years of age), increasing weight and lack of exercise. Evolution has not adapted our joints to this trend, and exaggeratedly competitive sports also have a detrimental effect.

dafür sind unsere Gelenke von der Evolution nicht angepasst worden. Auch übertriebener Leistungssport schädigt die Gelenke.

Da die heutigen Senioren bis ins hohe Alter aktiv sind und immer jüngere Patienten Prothesen benötigen, steigen auch die Anforderungen an den modernen Gelenkersatz. Große Forschungsanstrengungen sind nötig, um die Lebensdauer der Implantate der Lebenserwartung des Patienten anzupassen und permanente Mobilität zu ermöglichen. Die thermische Spritztechnik, verantwortlich für die Oberflächenoptimierung dieser Produktgruppe, steht dabei weiter im Mittelpunkt der Forschung.

As senior citizens nowadays are still very active in old age and younger patients need prostheses more and more, modern joint substitutes have to meet increasingly higher requirements. Tremendous research efforts are necessary to adapt the lifetime of implants to the life expectancy of patients and to facilitate constant mobility. Thermal spraying, responsible for the surface optimization of this product group, continues to be the focus of such research.



## Wer sind wir

### Wer sind wir

Die Gemeinschaft Thermisches Spritzen e.V. (GTS) ist die Vereinigung von namhaften Anwendern und Förderern dieser Beschichtungstechnologie.

### Was ist die GTS

- Garant des technischen Fortschritts
- Förderer des Thermischen Spritzens
- Solidargemeinschaft der Industrie
- Qualitätsüberwachung
- Vergabestelle des GTS-Zertifikats
- Informationsquelle zum Thermischen Spritzen
- Initiator des Erfahrungsaustauschs

### Was wollen wir

Einen für alle nachvollziehbaren Qualitätsstandard für das Thermische Spritzen, der periodisch von unabhängigen Institutionen überwacht wird.

### Was garantieren wir

Ein transparentes Qualitätsniveau, abgesichert durch ein umfangreiches GTS-Regelwerk, das insbesondere bei Produktspezifikationen zum Teil weit über die Anforderungen der DIN EN ISO 9001 hinaus geht.

### Wie erkennen Sie uns

Durch das geschützte GTS-Zertifikat, sichtbares Zeichen des hohen Qualitätsstandards eines Thermischen Spritzebetriebes.

## Who are we

### Who are we

The GTS is an association of renowned users and promoters of this coating technology.

### What is GTS

- Guarantor of technical progress
- Promoter of thermal spraying
- Unified industrial community
- Quality controller
- Awarder of the GTS certificate
- Source of information on thermal spraying
- Initiator of an exchange of experience

### What do we want

A verifiable quality standard for thermal spraying, tested and monitored by independent institutions.

### What do we guarantee

Securing a transparent quality level through an extensive GTS list of statutes which far beyond the requirements of DIN EN ISO 9001.

### How will you recognise us

From the registered GTS certificate, a visible sign of the high-quality standard of a thermal spray company.