

# Dünne Hochleistungsschichten mit HiPIMS

Jörg Patscheider  
Abteilung Nanoscale Materials Science  
joerg.patscheider@empa.ch

Dünne Schichten: 10 nm - 10  $\mu\text{m}$   Dicke Schichten: > 10  $\mu\text{m}$

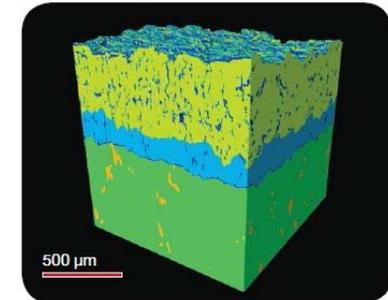
Herstellungsverfahren für **Dünne Schichten**:

- E-beam evaporation
- Arc evaporation
- Magnetron Sputtering
  - HiPIMS

▪ **Magnetron-Sputtern und HiPIMS**

▪ **Akademische Forschung und industrielle Entwicklung:**

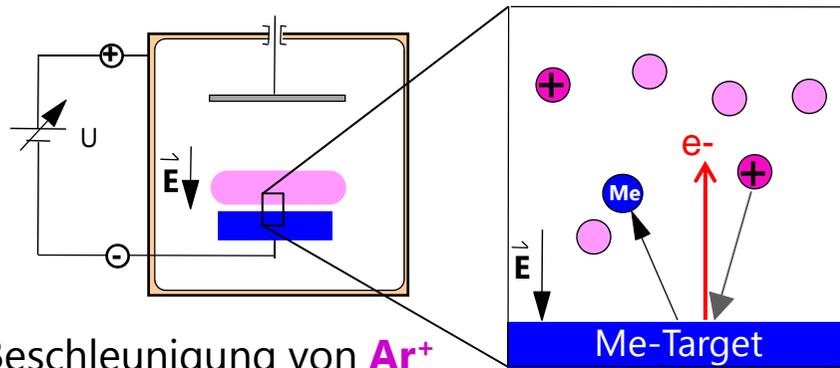
**Das Coating Competence Center @ Empa**



Teile dieser Präsentation dürfen unter Nennung der Autorenschaft  
(Jörg Patscheider, Empa) für nicht-kommerzielle Zwecke verwendet werden.

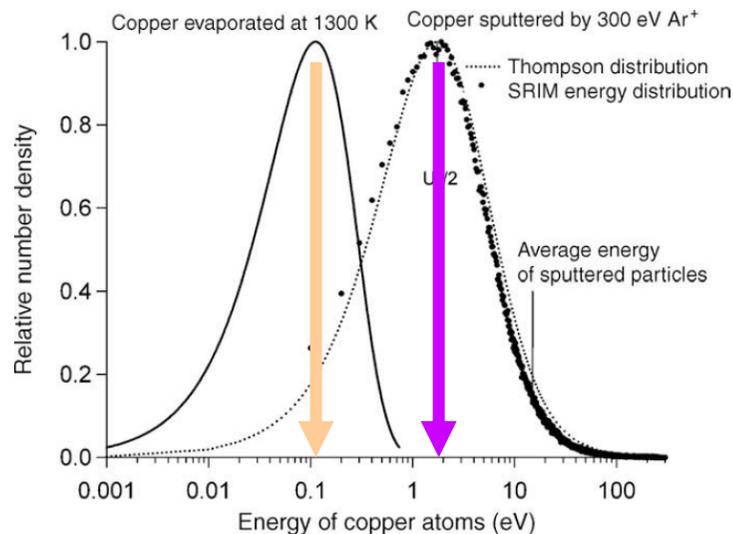


# Sputtering – Erosion in einer Glimmentladung



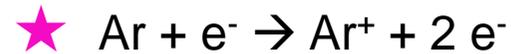
Beschleunigung von  $Ar^+$   
auf die Kathode: Emission von  $Me$

Sekundäremission von  $e^-$



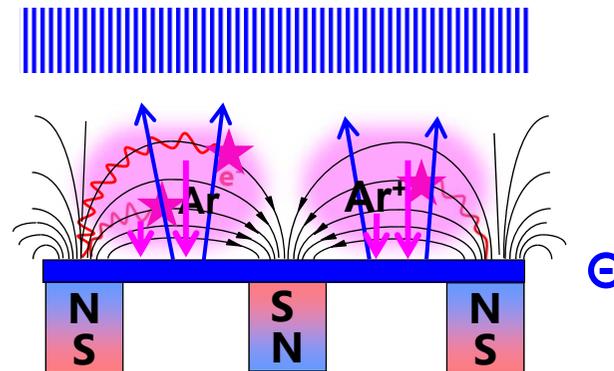
Energieverteilung: **Thermisch**  $\ll$  **Sputtering**

*D. Depla, S. Mahieu, J.E. Greene, in: Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings, 3<sup>rd</sup> ed., Elsevier 2010*



**Magnetron:**

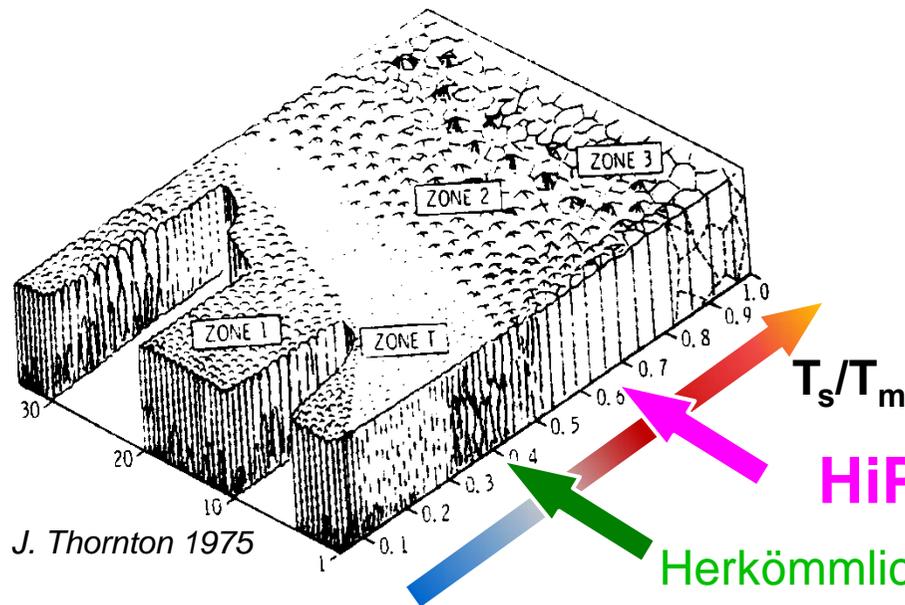
Magnete unter der Kathode (Target)



- ➔ Ionisation von Ar
- Target bombardment mit  $Ar^+$
- Erosion von Targetatomen

➔ Wachstum von **Dünnen Schichten**  
bei **tiefen Temperaturen**

# HiPIMS – High Power Impulse Magnetron Sputtering



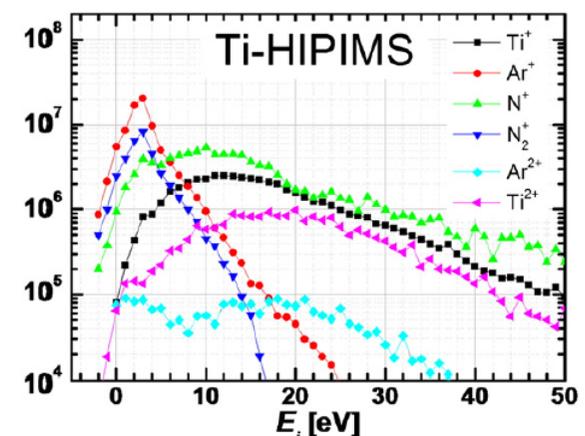
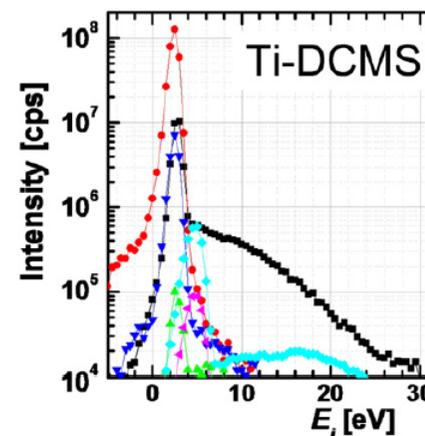
**HiPIMS:** Magnetron Sputtering bei sehr hohen Leistungen ( $\text{kW}/\text{cm}^2$ )

→ Gepulste Entladungen:  
Pulsdauer  $\sim 20 - 300 \mu\text{s}$   
bis zu to 300 ms off-time  
**1-8% duty factor** (Plasma an)

**HiPIMS**

Herkömmliches Magnetron Sputtering

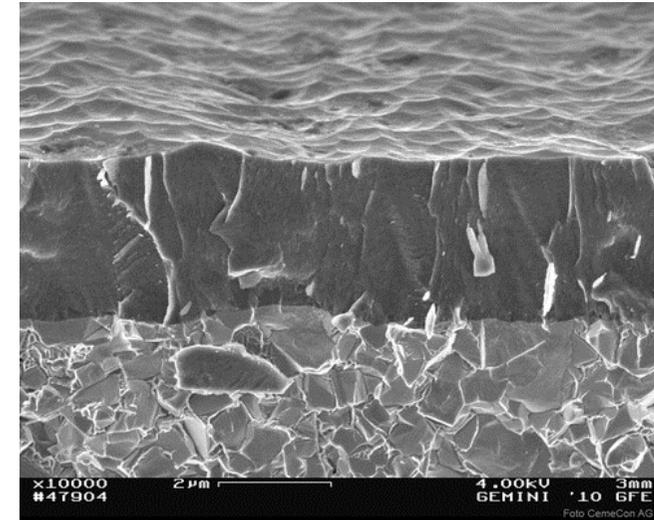
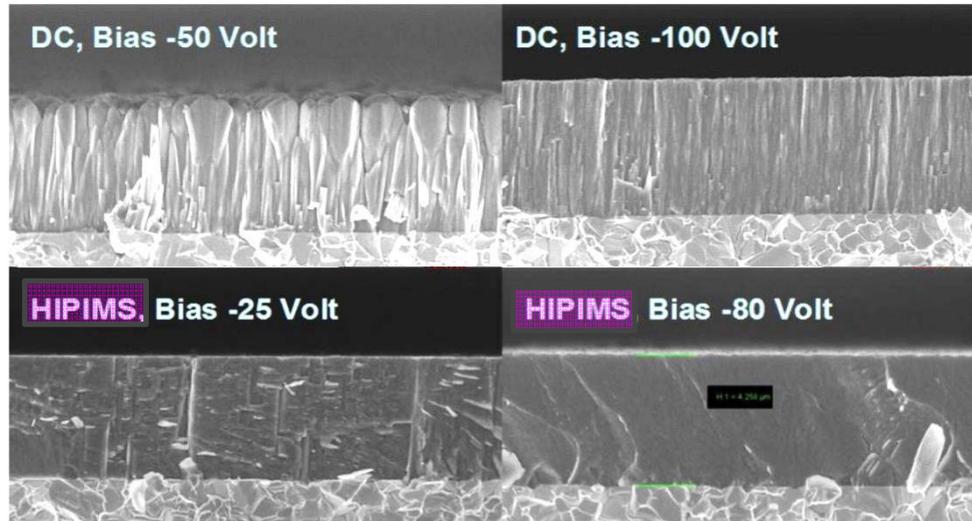
- Sehr hohe Ionisation
- Sehr hohe Reaktivität
- Dünne Schichten bei  $T < 200^\circ$
- Gewöhnliche Sputtersysteme



# Harte Schichten: Vergleich DCMS - HiPIMS

J. Weichart, M. Lechthaler, *Mater. Sci. Eng.* 39 (2012) 012001

Cemecon AG

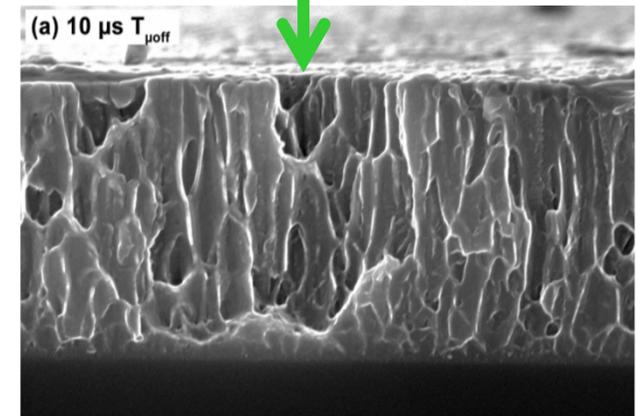
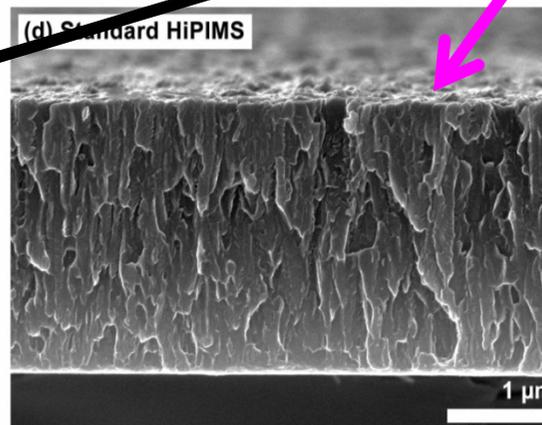
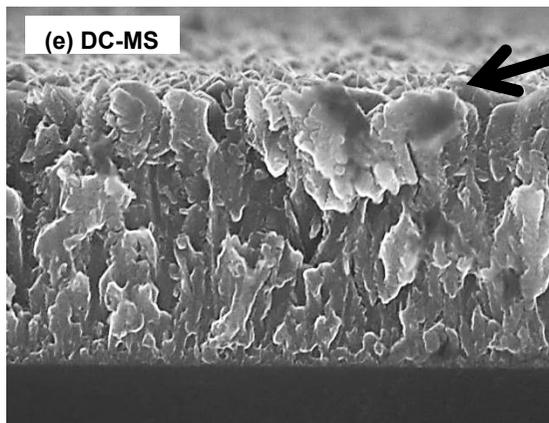
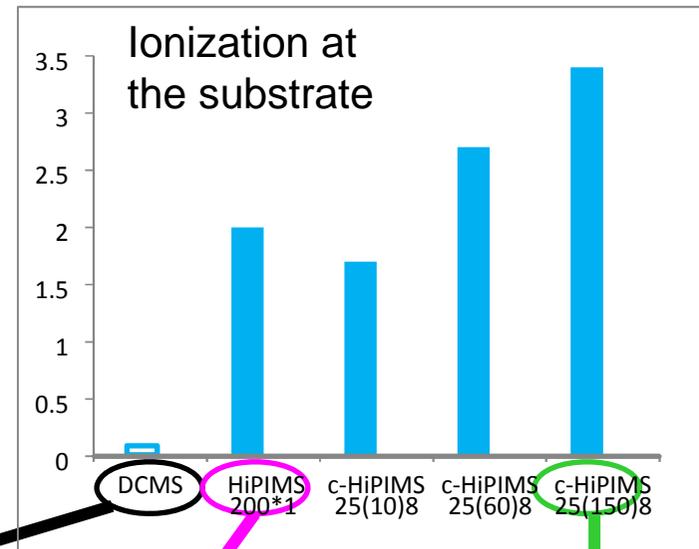
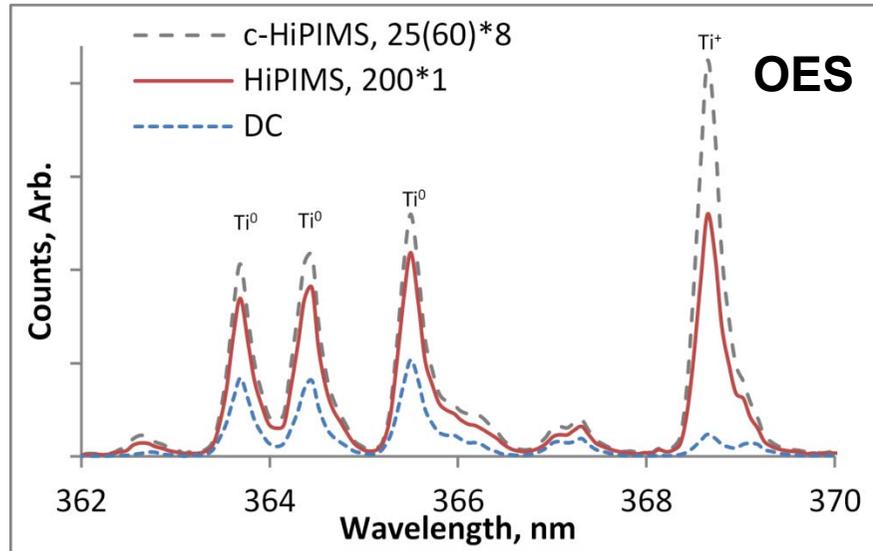


AlTiN abgeschieden mit DCMS und HiPIMS  
bei verschiedenen Bias-Spannungen

HiPIMS TiAlCrN

**HiPIMS-Schichten** sind **dicht** und zeigen daher **bessere Eigenschaften**.

# Charakterisierung von Ti-HiPIMS -Plasmen



Verbesserte Nanostruktur: DC-MS  $\Rightarrow$  Standard HiPIMS  $\Rightarrow$  Micro-Pulse

# Coating Competence Center @ Empa

- Aufbau des Coating Competence Center an der Empa in Dübendorf
- Engagement von **Oerlikon Surface Solutions** als Haupt-Industriepartner
- Installation und Betrieb einer industriellen Sputter-Beschichtungsanlage



**oerlikon**  
balzers



Balzers' HiPIMS technology



# Tetraedrische a-C -Schichten mit S3p

Standard-PKW: > 100 Motorenteile mit harten Schichten

ta-C: Amorphe Kohlenstoff-Modifikation  
mit Härte bis zu 60 GPa

Ziel: **ta-C mit verbesserten Eigenschaften**

Verschiedene Anwendungen im Automobilbau



## Herausforderungen:

- Temperaturstabilität  $T > 500^{\circ}\text{C}$
- Interface- und stress engineering
- a-C:H mit variablem [H]



# Osteointegrative Schichten für PEEK-Implantate

PEEK: Mechanische Eigenschaften wie Knochen, kein Anwachsen von Knochen

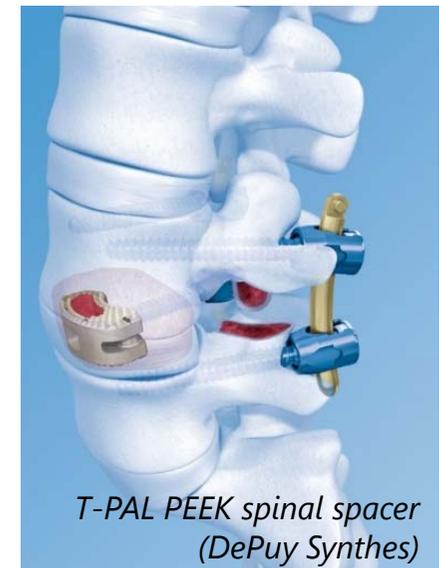
Titan: Sehr gutes Anwachsen, schlechte Strahlendurchlässigkeit

→ Kombination von beiden Vorteilen: **Ti-beschichtetes PEEK**

- Exzellente **Haftung von Ti-Schichten** mit HiPIMS auf **PEEK**
- Gute 3D-Beschichtung
- Keine Beeinträchtigung von Oberflächenstrukturen

Prozess-Transfer auf industrielle Beschichtungsanlage

Fragen: Rolle der Ionenenergie auf die Titan-Adhäsion  
Einstellen der Spannungszustände  
Schnelle Prozesszeiten

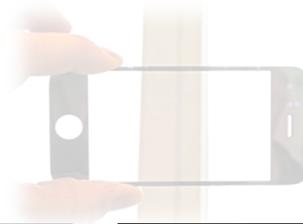


# Wie kann man diese Infrastruktur nutzen?

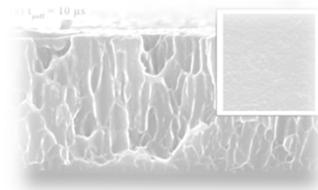
- **ETH-Bereich**
  - Alle MA von Instituten aus dem ETH-Bereich
  - Zusammenarbeit unter Mitwirkung der Empa
  
- **Fachhochschulen**
  - Im Rahmen von gemeinsamen Projekten
  
- **Industrie**
  - via Individualprojekte wie KTI etc.

# Interesse ?

## HiPIMS @ Coating Competence Center



Dr. Kerstin Thorwarth Dr. Jörg Patscheider



<https://www.empa.ch/de/web/coating-competence-center>