



## Simulationsgetriebenes Engineering reaktiver und metallischer Beschichtungsprozesse in industriellen Anlagen

Dr. Adam Obrusnik<sup>1</sup>, Dr. Petr Zikán<sup>1</sup>, Dr. Martin Kubečka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PlasmaSolve s.r.o., Brno, Tschechien

[info@plasmaresolve.com](mailto:info@plasmaresolve.com)

Dieser Beitrag beschreibt die verschiedenen Anwendungsfälle für die physikalisch basierte Computersimulation in der PVD-Verfahrenstechnik. Zunächst diskutieren wir Strategien, die die Simulation im industriellen Kontext praktisch und kostengünstig machen. Diese Strategien beinhalten vor allem die Kombination von realen Daten mit Theorie, die Entkopplung verschiedener Physikmechanismen, die Implementierung von Lumped-Parameter- oder vereinfachten Modellen, aber auch die ordnungsgemäße Verifikation und Validierung.

Daher stellen wir mehrere Beispiele für Prozess- und Kammermodelle zur Verfügung, die für verschiedene PVD-Beschichtungsverfahren implementiert wurden. Wir diskutieren die Berechnungskosten dieser Modelle und den Informationswert, der im Gegenzug daraus extrahiert werden kann. Insbesondere widmen wir uns folgenden Themen:

- Dem 3D-Modell eines reaktiven Sputterprozesses (Beispiel TiAlN) in einer Industriekammer mit mehreren Magnetronen.
- Der Vorhersage der Beschichtungsgleichmäßigkeit an 3D-Teilen mit 1-, 2- oder 3-Achsen-Rotation und wie wir neutrale und Ionenflüsse mit den Materialeigenschaften in Beziehung setzen können.
- Der Rolle von globalen 0D-Plasmodellen als Tools, die Just-in-Time-Ergebnisse liefern und schnelle multiparametrische Optimierungen ermöglichen.

Da die Durchführung einer Physiks simulation ziemlich zeitaufwendig ist, diskutieren wir auch, welche Möglichkeiten es gibt, eine Reihe von Physiks simulationen mit experimentellen Datenpunkten zu kombinieren, um einen echten digitalen Zwilling zu erstellen. Ein solcher digitaler Zwilling sollte in der Lage sein, Ergebnisse in Echtzeit oder nahezu in Echtzeit zu liefern.

