



Auszug aus dem Jahresbericht 2019  
Zur aktuellen Website: [www.ist.fraunhofer.de](http://www.ist.fraunhofer.de)

## AUFSKALIERUNG VON PECVD-PROZESSEN

In PECVD-Prozessen (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) hergestellte tribologische Hartstoffschichten, insbesondere amorphe Kohlenwasserstoffe ( $\alpha$ -C:H oder Diamond Like Carbon, DLC) werden in vielen technischen Anwendungen zum Einsatz gebracht. Ihre weitere Verbreitung und Verbesserung, insbesondere die Vergrößerung der beschichtbaren Bauteilfläche, ist jedoch durch die Komplexität des Beschichtungsprozesses limitiert. Das Fraunhofer IST arbeitet daher derzeit an einer In-situ-Erfassung der Beschichtungsbedingungen in Kombination mit einer Modellierung der Prozessdynamik und Schichtbildung, um so eine gezielte Aufskalierung des Verfahrens zu ermöglichen.

### Amorphe Kohlenwasserstoffschichten schützen vor Reibung und Verschleiß

DLC-Schichten sind vielerorts das Mittel der Wahl zur Reibungs- und Verschleißminderung. Mit Reibwerten, die denen von Polytetrafluorethylen (Teflon®) nahekommen, und keramikähnlicher Härte eignen sie sich heute bereits häufig als Mittel zur Standzeitverbesserung und Qualitätssteigerung, beispielsweise in Umformprozessen. Oft werden erst durch DLC-Schichten neue Verfahren ermöglicht, wenn es z. B. darum geht, Kühlschmierstoffe in Umformprozessen zu sparen oder ganz zu vermeiden.

### Die Herausforderung: Große und vielzählige Bauteile

DLC-Schichten werden zumeist in PECVD-Verfahren hergestellt. Die dabei eingesetzte Vakuum-Plasmaentladung hat ein komplexes physikalisches Verhalten, das obendrein stark von der Größe und Form des zu beschichtenden Teils abhängt. Je größer und komplexer das Werkstück geformt ist oder je mehr kleine Einzelteile zu beschichten sind, desto schwieriger wird es, die erforderlichen Geräteeinstellungen vorherzusagen, um eine hinreichende Beschichtungshomogenität zu erzielen.

Größere Bauteilvolumina in Form großer oder zahlreicher Werkstücke sowie eine zunehmende Komplexität beschichtbarer Bauteile sind jedoch gefordert, um das Anwendungsfeld zu erweitern und die Prozesse wirtschaftlicher zu machen.

Um dem daraus entstehenden Problem der Aufskalierung zu begegnen, bedient sich das Fraunhofer IST der computergestützten Simulation.

### Der Lösungsansatz: Modellierung, Prozesskontrolle und Schichtanalyse

Im AiF Cornet Projekt »DLCplus – Improved DLC coatings by more efficient process design« arbeitet das Fraunhofer IST gemeinsam mit der Universität de Namur und der Forschungseinrichtung MateriaNova in Mons, Belgien, an dieser Herausforderung.

Mittels PIC-MC (Particle in Cell – Monte Carlo) werden Modelle der beschichtungsbildenden Teilchenströme erstellt. Die daraus resultierenden Aussagen über die messbaren, ortsabhängigen Plasmaparameter, wie z. B. Ionen- und Neutralteilchen-Stromdichte und Plasmapotenzial, werden mit entsprechender Messtechnik in Beschichtungsexperimenten verifiziert.

Die hierbei erreichte tiefe Analyse der tatsächlichen Plasmaparameter an der Bauteiloberfläche ermöglicht die gezielte Einstellung und Verbesserung der Beschichtungen. Die Rückkoppelung der gemessenen Schichtcharakteristika dient wiederum als Mittel zur Verbesserung des Modells und Regelgröße für den Beschichtungsprozess.




---

### Ausblick: Effizientere Prozessführung durch Modellierung und Prognose

---

Das Ziel der beschriebenen Arbeiten besteht in einer Prozesssteuerung, die den Stand der Technik wesentlich vorantreibt. Es sollen zuverlässige Vorhersagen des Beschichtungsergebnisses ermöglicht werden. Dadurch werden die Ergebnisse und zukünftige Möglichkeiten der Beschichtungstechnologien erheblich verbessert und erweitert. Auf diese Weise können nahezu alle Bereiche der formgebenden Metallindustrie, der Kraftfahrzeugtechnik und des Werkzeug- und Vorrichtungsbau profitieren. Höhere Effizienz steigert Produktivität sowie Zuverlässigkeit und senkt die Kosten. Das tiefere Verständnis des Beschichtungsprozesses ermöglicht bessere Optimierung und Erschließung neuer Beschichtungssituationen.

---

### Das Projekt

---

Die beschriebenen Arbeiten erhalten Zuwendung zur Förderung eines Einzel-Forschungsvorhabens der industriellen Gemeinschaftsforschung aus dem Bundeshaushalt 2018, Einzelplan 09, Kapitel 0901, Titel 686 01, in der Variante: CORNET (als Teil eines transnationalen CORNET-Gesamtprojekts); IGF-Vorhaben-Nr.: 230 EN.

- 1 *Simulation der Dichte schichtbildender Gasteilchen.*
- 2 *Gasflusssimulation in einer modellierten Beschichtungskammer.*
- 3 *Voll bestückte PECVD-Beschichtungsanlage.*

---

### KONTAKT

Dipl.-Ing. Kai Weigel, M. Sc.  
 Telefon +49 531 2155-650  
 kai.weigel@ist.fraunhofer.de

Dr. Andreas Pflug  
 Telefon +49 531 2155-629  
 andreas.pflug@ist.fraunhofer.de