

## Kurzbericht

Vorhaben:	Reaktive Dünnschichttechnik an Atmosphärendruck mittels gepulstem Mikroplasma („ReaktivAtmoPuls“)
Teilprojekt:	Entwicklung der Plasmahandhabung
Förderkennzeichen:	02P21K551
Laufzeit des Vorhabens:	01.10.2022 – 31.12.2024

### 1. Aufgabenstellung:

Das Ziel des KMU-innovativ Projekts ReaktivAtmoPuls war es, die Dünnschichttechnik additiv zu realisieren, also Material dort aufzutragen, wo es benötigt wird und auch nur dort. Dafür gibt es bereits einige technologische Ansätze, wie beispielsweise das Laserspritzen bzw. Auftragsschweißen sowie den Inkjet- oder Siebdrucken. All diese Technologien sind jedoch bislang nicht in der Lage, qualitativ hochwertige Schichten von wenigen Nanometern Dicke zu erzeugen. Daher sollte eine Technologie des Atmosphärendrucksputters (APSLD) zur Nutzung für reaktive Dünnschichten entwickelt werden, bei der zukünftig keine Vakuumkammer mehr benötigt und Dünnschichtstrukturen in drei Dimensionen additiv aufgetragen werden können.

Das Sputtern an Atmosphärendruck mittels Mikroplasmen verhält sich dabei jedoch nicht wie die bekannten Vakuumplasmen. Die Funktionsweise kann als eine Mischung aus Plasmaspritzen, Aerosoljetdrucken und Vakuumspattern gesehen werden. Ein DC-Helium-Plasma im Zustand der Glimmentladung zerstäubt einen Metalldraht und das Prozessgas trägt die so erzeugten Nanopartikel fokussiert durch eine Düse aus der Plasmaquelle heraus. Mittels des zu erforschenden reaktiven Prozesses sollen so z.B. auch Isolator- oder Katalysatorschichten gedruckt werden können. Dazu sollte in einem ersten Schritt die Überprüfung und Qualifizierung von weiteren Materialien für die APSLD Technologie erfolgen. Dies sollte mit einer Implementierung einer Plasmapulung realisiert werden und Prozessrezepte erstellt werden.

### 2. Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn des Vorhabens:

Die APSLD ist eine junge Technologie und wurde 2014 am Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik, entdeckt und von der Firma Beaplas GmbH 2016 zur ersten wirtschaftlichen Verwertung gebracht. Seitdem wurde diese Technologie kontinuierlich weiterentwickelt und kann heute für die Gold-, Platin-, Palladium- sowie Silberabscheidung benutzt werden. Dabei lassen sich elektrisch leitende Schichtdicken im Nanometerbereich mit bis zu 350 nm/s und 700 µm Strukturweite herstellen.

Anwendungsbereiche beschränkten sich aufgrund der geringen Materialauswahl auf sehr wenige Gebiete. Zu nennen ist hier die Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) im Hochtemperaturbereich. Zu sehen ist in dem Abschlussbericht KF 4356201WO6 ein Hochtemperaturdrucksensor, wie er von der Firma Gefran eingesetzt und kommerziell vertrieben wird. Hier wurde ein neues AVT-System mittels APSLD realisiert.

### 3. Wesentliche Ergebnisse im Überblick:

Die wesentlichen Ergebnisse dieses Projektes sind:

- Die Erstellung einer Materialherstellungsbibliothek.
- Ein tiefergehendes Verständnis der inneren plasmaphysikalischen Prozesse der APSLD.
- Ein detailliertes Wachstumsmodell der APSLD Technologie.
- Die Gaszusammensetzungsregelung.
- Die Prozesstemperatursteuerung.
- Der Bau eines hochfrequenten Plasmapulsers.
- Plasma-Anlage zur lokalen Abscheidung von leitenden Dünnschichten mit neuen Prozesswerkzeugen ergänzt.

Berlin, 30.06.2025

Martin Fieber