

## Beschichtungen für fast jede Anwendung

*Technologien der KIMW-F sorgen für eine spezifische Oberflächenfunktionalität*



Werkzeuge, egal in welcher Branche, sind im Betrieb mitunter extremen Bedingungen ausgesetzt. Die Werkzeuge, im Besonderen die Werkzeugoberflächen, müssen den Temperaturwechseln, teils enormen Drücken sowie dem Angriff durch die verarbeiteten Materialien (unterschiedlichste Kunststoffe, Metalle) widerstehen. Nicht selten treten durch die Fertigungsbedingungen und den Kontakt mit den Produktionsmaterialien Probleme durch Belagbildung, Korrosion und Verschleiß auf, wodurch die Qualität der gefertigten Produkte leidet und die Wirtschaftlichkeit sowie die Effizienz der Prozesse sinkt.

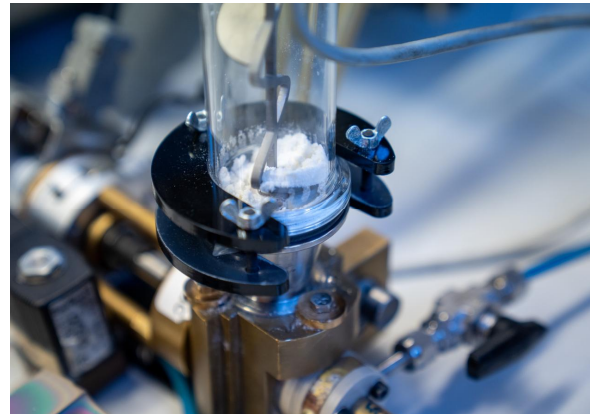
Um dem entgegenzuwirken können Beschichtungen zum Schutz der

Werkzeugoberflächen auf diese appliziert werden. Vielfältige Applikationsmethoden sind dabei aktuell im Markt verfügbar. Die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH (KIMW-F) mit Sitz in Lüdenschied hat sich auf die chemische Gasphasenabscheidung (CVD) spezialisiert. Dabei gelingt es durch den Einsatz von metall-organischen Vorläuferverbindungen (MO-CVD) die Beschichtungstemperaturen auf Werte zwischen 200°C und 500°C zu senken. So ist es möglich, auch komplexe und auf Maß gearbeitete Werkzeuge zu beschichten, ohne die Maßhaltigkeit und die mechanischen Eigenschaften zu verändern. Zudem sind die so applizierten Schichten sehr spaltgängig und weisen eine hohe 3D-Fähigkeit auf. Die Applikation von homogenen und konturkonformen

Beschichtungen ist dadurch auch auf sehr anspruchsvollen und komplexen Geometrien möglich. Die Schichteigenschaften (Schichtdicke, Kristallinität, Dichte) hängen von den Prozessparametern ab. Der Zufluss der Vorläuferverbindungen (der sogenannten Precursoren) und weiterer Reaktanten, die Gaszufuhr, der Druck und die Temperatur im Reaktor sowie die Verdampfer-temperatur können präzise geregelt werden. Durch die Wahl der Prozessparameter kann die 3D-Konformität und Spaltgängigkeit der Beschichtungen gezielt variiert werden. Im Gegensatz zu Plasma basierten Prozessen, können im thermischen CVD-Prozess sehr hohe Aspektverhältnisse (Tiefe einer Bohrung / Durchmesser einer Bohrung) homogen beschichtet werden.

### **KIMW-F verfügt über fünf CVD-Heißwandreaktoren**

Die KIMW-F konnte im Laufe der letzten Jahre ihre CVD Beschichtungstechnik massiv ausbauen und verfügt aktuell über fünf CVD-Heißwandreaktoren von unterschiedlicher Größe. Bei dieser Art Reaktor wird das gesamte Volumen der Beschichtungskammer durch eine externe Heizquelle auf die benötigte Temperatur gebracht. Die zugehörige Anlagenperipherie wurde spezifisch auf das Reaktorvolumen sowie die applizierten Schichtsysteme und zugehörigen Vorläuferverbindungen angepasst. Die zur Schichtabscheidung eingesetzten flüssigen, festen oder in Lösung gebrachten Chemikalien werden durch Computer gesteuerte Dosiersysteme in die Reaktoren hineingefördert. Der zur Förderung von pulverförmigen Precursoren eingesetzte, patentierte Mini-Extruder wurde an der KIMW-F entwickelt und gebaut.



*Extruder zur Dosierung von pulverförmigen Vorläuferverbindungen*

In der kleinsten der Anlagen, die zur Schichtneuentwicklung und Optimierung der Schichtabscheidung in Abhängigkeit der Prozessparameter dient, können Probemünzen von 20 mm Durchmesser beschichtet werden. Der Reaktionsraum der Pilotanlage ist bewusst klein gehalten, um eine schnelle Prozessführung mit hohen Schichtwachstumsraten bei gleichzeitig minimalem Stoffumsatz zu erreichen. Hierdurch lassen sich Zeiten und Kosten in der Schichtentwicklung massiv reduzieren. Eine einfache Aufskalierung der Prozesse ist dank gleichem Precursorfördersystem mittels der nächst größeren CVD-Anlage mit einem Reaktordurchmesser von 90 mm möglich. Multilagen-Beschichtungen aus in Lösung gebrachten Precursoren, die alternierend gefördert werden können, werden in einer Anlage mit 70 Litern Volumen und einem Durchmesser von 208 mm auf den Substraten appliziert. Der so erzielte Schichtaufbau sorgt für eine hohe Medienbeständigkeit und Korrosionsschutz. Eine weitere Anlage gleicher Größe wird mit der patentierten Feststoffförderung betrieben. Der größte der fünf Reaktoren bietet mit einem Durchmesser von 540 mm auch Platz für die Beschichtung größerer Werkzeugeinsätze.



*Der Reaktor der aktuell größten Beschichtungsanlage der KIMW-F hat einen Durchmesser von 540 mm und eine Länge von 1000 mm*

Neben einem breiten Spektrum oxidischer Beschichtungen (Modifikationen von Zirkoniumoxid, Aluminium-, Chrom-, Kupfer- und Siliziumoxid) können auch Hartstoffschichten wie Chromcarbid und Wolframcarbid sowie metallische Kupferschichten auf diversen Werkzeugoberflächen appliziert werden. Dabei verfügt die KIMW-F über umfangreiches Know-how hinsichtlich der Erzeugung von Multilagenbeschichtungen, deren einzelne Schichten in Kombination sowohl eine Eigenschaft verstärken als auch im Schichtaufbau unterschiedliche Eigenschaften aufweisen können und dadurch erst die gewünschte Funktionalität ermöglichen.

Durch Optimierung der Prozessparameter und der Reaktorauslegung konnten bereits die Funktionalitäten von thermisch und elektrisch isolierenden Schichten, Beschichtungen für den Korrosionsschutz, Beschichtungen zur Entformungsverbesserung und Belagreduzierung im Spritzgießprozess sowie von Verschleißschutzschichten und elektrisch leitfähigen Beschichtungen verbessert werden.

## **Schichtanalyse eng mit der Optimierung der Schichtperformance verknüpft**

Dabei sind die Optimierungsschritte eng mit der Schichtanalyse verknüpft. Auch diese wurde kürzlich ausgebaut, so dass die KIWM-F die Schichteigenschaften und Schichtperformance nun mittels Digitalmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie (REM (inkl. EDX Detektor)), Röntgenfluoreszenzanalysator, Mikro-nano-mechanischem Messgerät und Impedanzspektrometer direkt vor Ort untersuchen und Schichteigenschaften wie Härte, Schichtdicke, Zusammensetzung, Verschleißbeständigkeit, Haftung, Porosität, Tribologie und Mediendichtigkeit analysieren kann.



*Positionierung einer Probe im Rasterelektronenmikroskop*

Zusätzlich wird die KIMW-F neben der Applikation von tribologischen Schichtsystemen sowie dem Einsatz eines Remote Plasma zur Haftungsverbesserung und der Beschichtung von Kunststoffbauteilen in Zukunft auch den gezielten Einsatz von Funktionsschichten in anderen Branchen fokussieren.