

## Neue Möglichkeiten für die aerosolbasierte Kaltabscheidung durch Anwendung der Kryo-Technik

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft



Die aerosolbasierte Kaltabscheidung ein pulverbasiertes Vakuumbeschichtungsverfahren, nutzt den Mechanismus der Raumtemperaturaufprallverfestigung (RTIC). Dieser ist von dem mechanischen Verhalten, insbesondere der Härte und der Duktilität der verwendeten Substrat- und Beschichtungsmaterialien, abhängig. Der Beschichtungsprozess erfolgt üblicherweise bei Raumtemperatur, wodurch er sich besonders gegenüber anderen Verfahren auszeichnet. Es galt im Projekt den Einfluss sehr tiefer Temperaturen auf das Beschichtungsverfahren zu untersuchen, da davon auszugehen war, dass sich die mechanischen Eigenschaften von Werkstoffen durch die geänderten Prozesstemperaturen verändern. Duktile Materialien verspröden bzw. weiche Materialien steigern ihre Härte. Dadurch müssten im Vergleich zu sehr harten Keramiken, wie z.B. Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), nun auch weiche Materialien, wie z.B. der Kunststoff Polyamid (PA) und das Karbonat Kalziumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), als Beschichtungsmaterial für das PAD-Verfahren zugänglich werden. Eine Härtesteigerung sollte vor allem bei weichen Substratmaterialien, wie z.B. Zinn oder Polystyrol (PS), eine Änderung des Abscheideverhaltens der Pulver bewirken.

Eine PAD-Anlage, die sowohl eine Substratkühlung als auch eine Aerosolkühlung (Kühlung des Wirbelbettgenerators und des Trägergases) durch flüssigen Stickstoff ermöglicht, wurde erfolgreich aufgebaut. Der Aufbau erwies sich allerdings als enorm aufwändig.

Es wurden überwiegend die genannten Materialien untersucht. Hervorzuheben ist die erfolgreiche Abscheidung von PA auf Edelstahl unter Kryo-Kühlung von Substrat und Aerosol. Ebenfalls seien die erfolgreiche Beschichtung von Zinn- und PS-Substraten mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  genannt. Diese Beschichtungen konnten sowohl bei Raumtemperatur als auch unter Kryo-Kühlung von Substrat und Aerosol hergestellt werden. Schichten, die auf gekühlte Substrate abgeschieden wurden, besitzen eine glattere Oberfläche, was REM-Aufnahmen verdeutlichten. Einige dieser Schichten wurden zusätzlich mit einem gekühlten Aerosol hergestellt. Dabei sind zum Teil weniger und kleinere Partikelfragmente auf diesen Schichten erkennbar als in den ungekühlten Referenzen. Auch zeigen z.B. die PA-Schichten kleinere Partikelbestandteile als das verwendete PA-Ausgangspulver. Somit sprechen Indizien dafür, dass im Tieftemperaturverfahren auch bei Materialien, die bei Raumtemperatur nicht spröde sind, der RTIC-Mechanismus auftritt. Für einen endgültigen Beweis wären aber noch weitere Untersuchungen nötig. Negativ ist zu bemerken, dass sehr viele der bei sehr niedrigen Temperaturen hergestellten Schichten Abplatzungen zeigten. Eine wirtschaftliche Verwertbarkeit der Ergebnisse wäre nur nach zusätzlichen, sehr aufwändigen aufbauenden Folgeuntersuchungen vorstellbar, insbesondere hinsichtlich des Handlings von tiefkaltem Pulver und der Verbesserung einer Apparatur zum Arbeiten unter Kryo-Bedingungen. Zum aktuellen Zeitpunkt erscheint dies indes kaum lohnenswert, da die Fortschritte des PAD-Verfahrens bei Raumtemperatur inzwischen einige Substrat/Pulverkombination ermöglicht haben, die bei Projektantragstellung noch nicht in Sicht waren. Weiterhin sind die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Beschichtungsmaterial und Substrat zu beachten, da ansonsten die erzeugten Schichten schon nach dem Wiedererreichen der Raumtemperatur unter Spannungen stehen, die zum Abplatzen führen können.

### Kontakt

E-Mail: [Ralf.Moos@uni-bayreuth.de](mailto:Ralf.Moos@uni-bayreuth.de)

Telefon: +49 921 55 7401

[www.funktionsmaterialien.de](http://www.funktionsmaterialien.de)