

Technische Universität Ilmenau

Galvanische Abscheidung von Aluminiumlegierungen aus ionischen Flüssigkeiten für den Korrosionsschutz von Luftfahrtstählen

In der Luftfahrtindustrie wird für den Korrosionsschutz einiger sicherheitsrelevanter Bauteile immer noch krebserregendes und umweltschädliches Cadmium verwendet. Längerfristig ist es notwendig, einen geeigneten Ersatz für Cadmium in diesen Anwendungen zu finden. Aluminiumlegierungen sind dafür aussichtsreiche Kandidaten.

Diese Aluminiumlegierungen können durch physikalische Gasphasenabscheidung¹, chemische Gasphasenabscheidung und Magnetronspütern abgeschieden werden. Eine weitere Technik ist die galvanische Abscheidung, die im Hinblick auf Schichtdickenverteilung und Abscheidegeschwindigkeit einige Vorteile bieten kann. Grundsätzliche lassen sich in einem galvanischen Prozess die Schichteigenschaften (zum Beispiel Dicke und Morphologie) gut über die Prozessparameter (Strom, Badzusammensetzung) steuern. Weiterhin werden die mechanischen Eigenschaften der Grundmaterialien kaum beeinträchtigt, da es sich üblicherweise um Niedertemperaturprozesse handelt.

Ziel des Teilvorhabens „Skalierbare galvanische Beschichtungsprozesse für Aluminiumlegierungsschichten aus ionischen Flüssigkeiten (SKAIL)“ im Gesamtvorhaben „Prozesssichere Aluminiumlegierungsschichten für den umweltfreundlichen Korrosionsschutz in der Luftfahrt (ProAlu)“ ist die Entwicklung eines stabilen Verfahrens zur Abscheidung von Aluminiumlegierungen auf Luftfahrtstählen (zum Beispiel Befestigungselemente und Bleche). Das Vorhaben wird vom BMWK im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms (BMWK-Lufo) unter dem Kennzeichen 20W1921C gefördert. Die Elektrolyte zur Abscheidung der Aluminium-Zink-Legierungen bestehen aus 1-Ethyl-3-methylimidazolium-chlorid/Aluminiumchlorid [(EMIm-Cl)/AlCl₃] und Zinkchlorid. Die AlZn-Legierungen mit einem Zn-Anteil von 5 bis 10 Prozent zeigen einen sehr guten Korrosionsschutz auf Stahlsubstraten.² Als Anoden werden Parallelschaltungen aus Al- und Zn-Anoden eingesetzt, wobei die Teilströme über eine spezielle Stromversorgung geregelt werden. Aufgrund der Hydrolyseempfindlichkeit der Elektrolyte müssen die Abscheidungen in absolut trockener Atmosphäre durchgeführt werden. Im Labormaßstab kommt dazu eine mit Stickstoff gefüllte Handschuhbox zum Einsatz.



Abb. 1: Handschuhbox mit Stickstoffumgebung

Bilder: TU Ilmenau

Zur Person

M. Sc. Vishal A. Raheja

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Elektrochemie und Galvanotechnik an der TU Ilmenau. Er schloss seinen Master in Mikro- und Nanotechnologie an der TU Ilmenau ab. Derzeit forscht er an der galvanischen Abscheidung von Aluminiumlegierungen aus ionischen Flüssigkeiten für Anwendungen im Korrosionsschutz.



Bild: Raheja

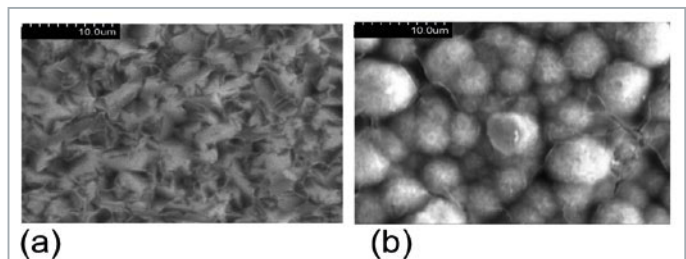


Abb. 2: Veränderung der Oberflächenmorphologie der AlZn-Abscheidung bei (a) niedriger und (b) hoher Stromdichte

Für die im Projekt adressierte Anwendung wird die Qualität der Beschichtung wesentlich durch die Haftung auf dem Substrat bestimmt. In unserem Fall müssen wässrige Vorbehandlungsschritte in eine Prozesskette in Inertgas integriert werden. Vor der eigentlichen Beschichtung erfolgt dann eine nicht wässrige Vorbehandlung. Die Nachbehandlung umfasst Reinigung und gegebenenfalls eine Passivierung. Die Kontrolle des Al- und Zn-Gehalts erfolgt mit AAS.

Die nächsten Schritte im Forschungsvorhaben sind die Hochskalierung des Verfahrens auf ein Elektrolytvolumen mit mehreren Litern sowie die weitere Ertüchtigung der Mess- und Kontrolltechnik, wie zum Beispiel der Temperatursteuerung und der Badumwälzung.

Kontakt:

Vishal A. Raheja

vishal-amarbhai.raheja@tu-ilmenau.de

Tel.: +49 (0) 3677 69-3189

Prof. Andreas Bund

andreas.bund@tu-ilmenau.de

Tel.: +49 3677 69-3107

Literatur

¹ De Araujo, P. & Steyer, Philippe & Millet, J.-P & Damond, Eric & Stauder, Bruno & Jacquot, P.: Surface Engineering (2003), 19:4, 304-309.

² Böttcher, Rene: Elektrochemische Abscheidung von Aluminium und Aluminiumlegierungen. Dissertation, TU Ilmenau, 2021.