

Technische Universität Ilmenau

# Galvanische Abscheidung von Al-Si-Legierungen bei Raumtemperatur für Automobil-Anwendungen

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Aluminium-Silizium-Legierungen finden aufgrund ihres geringen Gewichts und ihrer hohen Festigkeit Anwendung in vielen Branchen, unter anderem in der Automobilindustrie. Sie ermöglichen den teilweisen oder vollständigen Ersatz von Stahl, um das Fahrzeuggewicht zu reduzieren und die Kraftstoffeffizienz zu erhöhen. Ein weiterer Vorteil ist ihre gute Korrosionsbeständigkeit. Auch im Rahmen des Projekts CastCo spielen sie eine Rolle.

Das Projekt CastCo (FKZ 03LB2046), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des Technologietransfer-Programms Leichtbau, zielt auf die Entwicklung von Verbundgussbauteilen durch die Verstärkung von Aluminiumgussteilen mit Stahleinlagen ab.

Das Fachgebiet Elektrochemie und Galvanotechnik der TU Ilmenau arbeitet zusammen mit den Firmen Grunewald, Heck & Becker, Iolitec, NB Technologies, dem Fraunhofer IFAM und der Universität Siegen an der Entwicklung eines Beschichtungsverfahrens, um die Stahleinlagen vor dem Aluminiumguss mit einer Al-Si-Legierung zu beschichten. Diese Al-Si-Schichten sorgen für eine duktile und hochfeste Verbindung, ähnlich der strukturellen Verbindung zwischen Stahl und Aluminium [1].

Stand der Technik ist die Aufbringung dünner Al-Si-Schichten mit PVD-Verfahren. Im Projekt CastCo wird die galvanische Abscheidung als energieeffiziente Alternative untersucht. Die galvanische Abscheidung von Al-Si-Legierungen ist laut Literatur aus Hochtemperatursalzschnmelzen möglich [2]. Elektrolyte auf Imidazolbasis eröffnen die Möglichkeit, eine Al-Si-Abscheidung bei Raumtemperatur zu erreichen.

Siliziumspezies können in den Grundelektrolyten 1-Ethyl-3-methylimidazoliumchlorid: Aluminiumchlorid ( $\text{EMImCl}:\text{AlCl}_3$ ) (molares Verhältnis 1:1,5) unter anderem in Form von Siliziumtetrabromid ( $\text{SiBr}_4$ ) eingebracht werden. Dieser Elektrolyt ermöglicht eine galvanisch abgeschiedene Schicht aus Al-Si mit Siliziumgehalten zwischen von 2 und 10 Atom-% (Abbildung 1). Im abgeschiedenen Zustand zeigen die Schichten meist eine Morphologie mit sphärischen Strukturen (Abbildung 2). Eine Hochtemperatur-Wärmebehandlung der beschichteten Teile nach dem Galvanisieren führt zu einer kompakten und gleichmäßigen Morphologie.

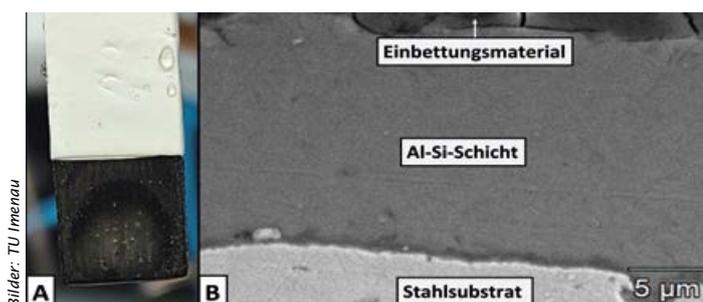


Abb. 1: (A) Stahlsubstrat mit abgeschiedener Al-Si-Schicht (B) Querschnittsansicht

## Zur Person

### Krishna Venkatesh

hat an der CAU Kiel Materialwissenschaften studiert. Nach Abschluss seines Masterstudiums promovierte er zur elektrochemischen Abscheidung von Al-Si-Legierungen unter der Betreuung von Prof. Dr. Andreas Bund am Fachgebiet Elektrochemie und Galvanotechnik an der TU Ilmenau.



Bild: Venkatesh

Durch Variation der Abscheideparameter wie Pulsstromdichte, Pulsdauer und Gesamtdauer können Zusammensetzung, Morphologie und Dicke der Schicht gesteuert werden.

Im Rahmen des Projekts soll auch ein Recyclingkonzept für den verwendeten IL-basierten Elektrolyten erforscht werden. Das Projekt läuft bis Ende 2025, und die Prozesstechnologie soll 2027 für die Musterfertigung zur Verfügung stehen.

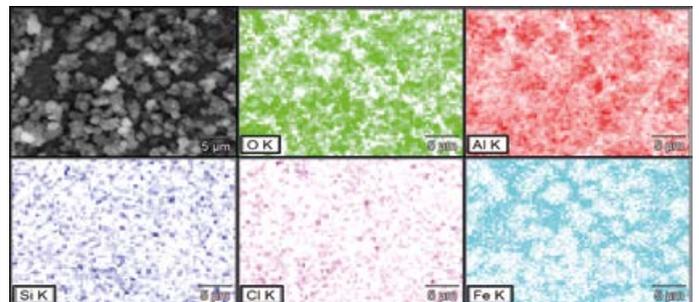


Abb. 2: EDX-Mapping einer galvanischen Al-Si Schicht. Die Oberfläche ist leicht oxidiert (O) und Signale vom Stahlsubstrat (Fe) sind noch zu erkennen. Cl stammt von Resten des Elektrolyten.

### Kontakt:

M. Sc. Krishna Venkatesh  
krishna.venkatesh@tu-ilmenau.de  
Tel.: +49 3677 69-4949  
Dr. Adriana Ispas  
adriana.ispas@tu-ilmenau.de  
Tel.: +49 3677 69-3144  
Prof. Dr. Andreas Bund  
andreas.bund@tu-ilmenau.de  
Tel.: +49 3677 69-3107

### Literatur

- [1] Fang, X.: 'Evaluation of Coating Systems for Steel Aluminum Hybrid Casting,' J. Mater. Sci. & Eng., A 7 (3-4) (2017) p. 51-67. doi: 10.17265/2161-6213/2017.3-4.001
- [2] Awayssa, O. et al.: 'Electrochemical Production of Al-Si Alloys in Cryolytic Melts in a Laboratory Cell,' J. Electrochem. Soc., 168(4) (2021) p. 046506. doi: 10.1149/1945-7111/abf40e