

KURZBERICHT

# Prozessentwicklung für Aluminium als Werkstoff für Leiter und Steckverbinder in der Automobiltechnik unter Einsatz angepasster Zinnlegierungsschichten

Insbesondere durch den weltweiten Trend im Bereich der Elektromobilität ist in den kommenden Jahren ein deutlicher Anstieg des Kupferpreises zu erwarten. Vor diesem Hintergrund und in Verbindung mit Gewichtsaspekten bietet sich für bestimmte Anwendungen in der Automobilelektronik als Alternative der Einsatz von Aluminiumlegierungen mit ausreichender Festigkeit an. Im Bereich elektronischer Verbindungselemente sind die zugehörigen Oberflächen sehr häufig zinnbasiert.

Die Beschichtung von Aluminiumsubstraten mit Zinn bzw. Zinnlegierungen ist Stand der Technik, erfordert aber eine Vielzahl von Vorbehandlungs- und Prozessstufen und ist daher sehr zeitaufwendig. Im Hinblick auf eine Implementierung in kontinuierliche Prozesse wie beispielsweise die Bandbeschichtung wäre eine deutliche Verkürzung der Prozesszeiten wünschenswert. Gleichzeitig wäre eine Anpassung des Vorbehandlungs- und Beschichtungsprozesses an höherlegierte Aluminiumlegierungen erforderlich, welche die entsprechende Festigkeit aufweisen.

Das Hauptziel des Forschungsprojektes war die Erzeugung hafter Zinnlegierungsschichten auf verschiedenen Aluminiumsubstraten mit Prozesszeiten, wie sie in Bandbeschichtungsanlagen vertretbar sind. In Abstimmung mit den PA-Mitgliedern wurde in ökonomischer Hinsicht eine maximale Behandlungsdauer von 30s je Behandlungsschritt als noch vertretbar angesehen; angestrebt wurde jedoch eine Behandlungsdauer von 10s. Innerhalb des Projekts wurden zwei kommerziell verfügbare Zinkatprozesse (DIAPREP von IPT GmbH und Chemofit von Chemopur GmbH) und auf ihre Eignung untersucht, als Haftvermittler zu fungieren für unterschiedliche Aluminium-Bandqualitäten (Al99,5, AlMg3 und AlZn5,5MgCu) vor dem Galvanisieren mit Zinn bzw. Zinnlegierungen. Als Zinnelektrolyte wurden ebenfalls kommerzielle Produkte eingesetzt: sowohl ein stark saurer, bandanlagentauglicher Zinn-Silber-Elektrolyt (Slotoloy SNA30 von Fa. Schlötter), sowie ein schwach saurer Zinn-Zink-Elektrolyt (Dipsol SZ 240 von Fa. Dipsol).

Bei Prozesszeiten von 30s wurden auch auf höherlegierten Aluminiumsubstraten haftere Beschichtungen erzielt, wobei bei der Beschichtung mit Zinn-Silber-Legierung teilweise eine (Nickel-)Zwischenschicht erforderlich war.

Schichtsystem	Vorbehandlungssystem Chemopur				Vorbehandlungssystem IPT				Ø Substrat
	Ni SnAg	SnAg	Ni SnZn	SnZn	Ni SnAg	SnAg	Ni SnZn	SnZn	
Substrat Al 99,5	= 1,9	= 2,5	= 2,4	≥ 3,8	= 3,6	= 2,3	= 4,1	= 3,1	3,0
Substrat AlMg3	≥ 4	= 1,5	≥ 4,9	≥ 8,5	= 4,6	= 3,3	≥ 4,5	= 6,2	4,9
Substrat AlZn5,5MgCu	≥ 4,3	= 2,5	≥ 5,4	= 2,3	≥ 5,5	≥ 4,2	≥ 5,6	≥ 4,9	4,3
Ø Schichtsystem	3,9	2,2	4,2	4,9	4,6	3,3	4,7	4,7	

Tabelle 1: Alle Werte in der Tabelle sind in MPa angegeben. Als gute Haftfestigkeit wurden Werte ≥ 4,0 MPa festgelegt.

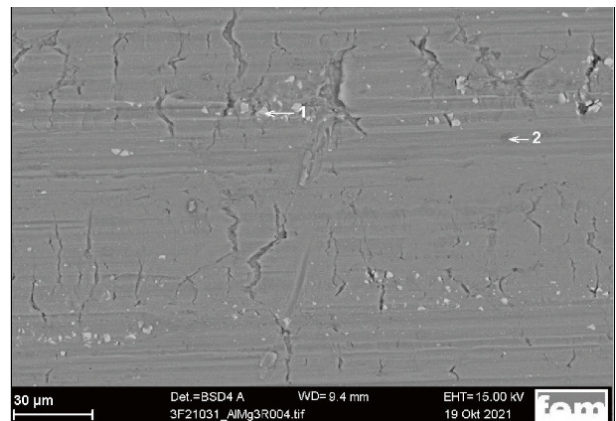


Abb. 1: REM-Oberflächenaufnahme AlMg3, Rissbildung

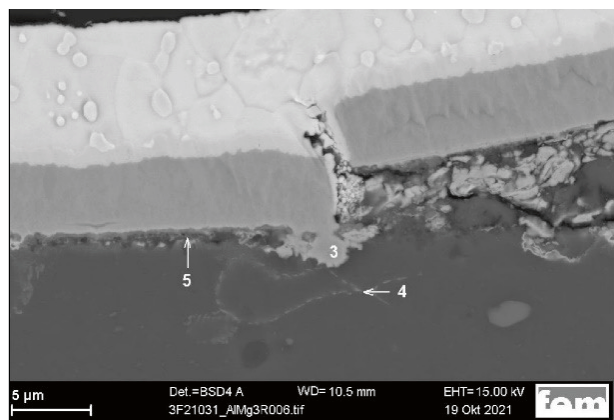


Abb. 2: Lichtmikroskopische Querschliffaufnahme AlMg3, Vorbehandlung Chemopur, Ni/SnAg-Beschichtung

Die Entfettung der Aluminiumlegierungen konnte in der kurzen Prozesszeit nicht gewährleistet werden, da hierfür eine Abkochentfettung eingesetzt werden muss mit einer üblichen



Abb. 3: REM-Oberflächenaufnahme AlZn5,5MgCu – EDX-Messung Stelle 5 und 6: Al, Mg, O

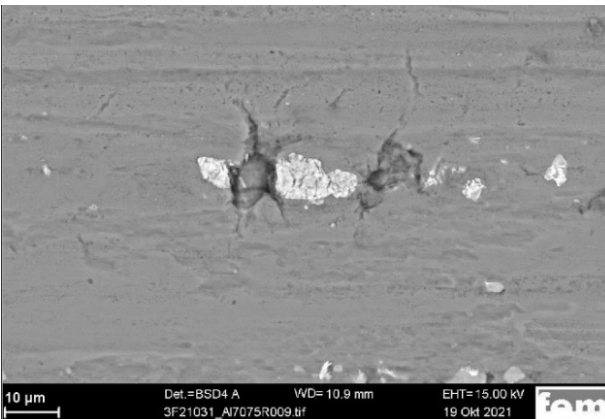


Abb. 4: EDX-Messung an heller Ausscheidung: Cu

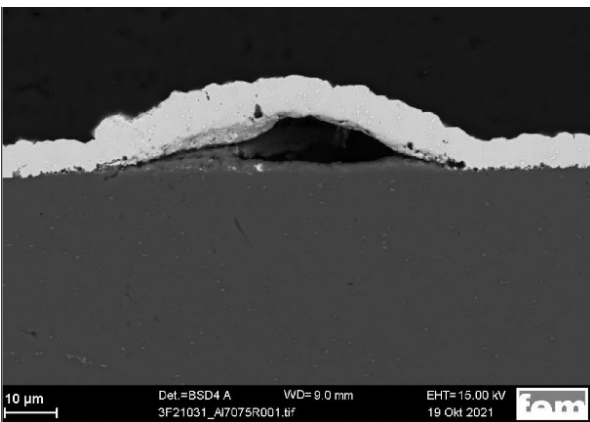


Abb. 5: REM-Querschliffaufnahme AlZn5,5MgCu, Vorbehandlung IPT DIAPREP, SnAg-Beschichtung

Behandlungsdauer bis zu 30 Minuten. Eine elektrolytische Entfettung für Aluminiumlegierungen ist nicht verfügbar.

Für die Erzielung hafter und korrosionsbeständiger Beschichtungen erwies sich die Oberflächengüte der Aluminiumlegierungen von besonderer Bedeutung. Es hat sich gezeigt, dass Risse in der Oberfläche oder Ausscheidungen von Legierungsbestandteilen zur Bildung von Blasen oder Schichtabhebungen führen können.

Zudem deuten die Untersuchungsergebnisse darauf hin, dass scheinbar identische Zusammensetzungen von Aluminiumlegierungen nicht unbedingt identische Eigenschaften bzw. Anforderungen an die Vorbehandlung vor der Beschichtung aufweisen. Daher müssen hier im Bedarfsfall Anpassungen vorgenommen werden, um durchgehend hafter Beschichtungen zu erzielen.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass auch höherlegierte Aluminiumsubstrate, die für den Einsatz für Steckverbindungen notwendig sind, hafter mit Zinnlegierungsschichten beschichtet werden können. Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

#### Danksagung

Das IGF-Vorhaben 21009 N der Forschungsvereinigung Edelmetalle+Metallchemie wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

IGF 21009 N

1.2.2020 – 31.1.2022

#### INDUSTRIEPARTNER (PROJEKTBEGLEITENDER AUSSCHUSS)

B+T Oberflächentechnik GmbH | Balver Zinn | CCT GmbH | Chemopur Brand GmbH | Dipsol Europe GmbH | Dr.-Ing. Max Schlötter GmbH & Co. KG | HARTING Stiftung & Co. KG | Hatko Electronics | IMO Oberflächentechnik | Metallveredlung Rudolf Clauss ON Metall GmbH | Rieger Metallveredlung GmbH & Co. KG | SurTec International GmbH | Vopelius Chemie | WAGO Kontakttechnik Weidmüller Interface GmbH

#### ANSPRECHPARTNER

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd  
Dipl.-Ing. Heidi Willing, willing@fem-online.de | Dipl.-Ing. (FH) Martin Funk, martin.funk@fem-online.de