

PROJEKTVORHABEN

Einfluss von Alterungs-, Herstellungs- und Nachbehandlungsprozessen auf die galvanische Beschichtbarkeit von Zinkdruckguss

Veränderungen an Zinkdruckguss-Bauteilen durch Alterung beeinflussen nicht nur die Gefügestruktur und die mechanischen Eigenschaften, sondern auch die Optik und die Korrosionseigenschaften. Dies wurde an natürlich gealterten Gussproben festgestellt und gilt vermutlich in gleicher Weise für die gezielte Alterungssimulation durch Wärmebehandlung. Dies hat zur Folge, dass zusätzlich zu den hohen Anforderungen an die Qualitätskontrolle bei der Galvanisierung von Zinkdruckguss Unwägbarkeiten durch die Werkstoffalterung hinzukommen. Das heißt für den Beschichter, dass nicht nur Gießfehler wie Porositäten, Kaltfließstellen und Lunker beachtet werden müssen, sondern auch die Diffusions- und Oxidationsprozesse nach Lagerung oder gezielter Wärmebehandlung, deren sachgerechte Durchführung vorausgesetzt.

Durch die Alterung und die damit verbundenen Umkristallisation ändert sich die Phasenzusammensetzung im Bulk, aber auch direkt an der Oberfläche. Der Zinkanteil der eutektischen Phase sinkt, während der Aluminiumanteil im Eutektikum auf über 90% steigt. Dadurch steigt die Neigung zur Passivierung der Oberfläche in kritischen Phasen des Beschichtungsprozesses während des Überhebens in den Vorbehandlungsstufen bis zur Verkupferung. Eine Änderung des Benetzungsverhaltens (hydrophiler) kann diesen Effekt beschleunigen, indem ein dünnerer Flüssigkeitsfilm mit gutem Sauerstoffzutritt entsteht. Infolgedessen ist die Korrosionsgeschwindigkeit lokal erhöht, so dass sich Korrosionsprodukte bilden und den späteren Schichtverbund stören. Dieser Effekt kann vom Kapillareffekt aufgrund von Rissen und Defekten überlagert bzw. verstärkt werden. Die Untersuchung dieser Hypothese an verschiedenen Gusslegierungen soll zur Entwicklung verbesserter Vorbehandlungs- und Spülschritte im Beschichtungsprozess beitragen. Eine optimierte Prozessanweisung soll abgeleitet werden, um den Prozess robuster zu gestalten.

Dieses Ziel soll wie folgt erreicht werden:

1. Auswahl der Legierungen (untereutektisch, übereutektisch), Formenbau und Sensorisierung der Form sowie eine Simulation der Formfüllung und der Erstarrung.
2. Herstellung der Gussproben (Stufenplatte) mit Varianten bzgl. der Wanddicke und der Anwendung sekundärer Hilfsstoffe (Trennmittel); weitere Variablen sind die Formtemperatur und die Anschnittgeschwindigkeit.
3. Gezielte Alterung der Gussproben: Standardalterung 24h@105°C, beschleunigt 1h@200°C, natürlich 6mon@RT; zum Vergleich: Gusszustand.
4. Charakterisierung der Gussproben: CT-Untersuchung bzgl. Porosität; Dichtemessung, optische Begutachtung, mechanische Eigenschaften (Brinell-Härte, Zugprüfung).
5. Aufbau und Anwendung der Beschichtungslinie mit Vorbehandlungsmedien, Kupfer (cyanidisch und cyanidfrei) und Nickel als galvanische Schichten: Um die Haftungsproblematik zu verschärfen und eventuelle Schwachstellen im Schichtverbund aufzuzeigen, wird eine galvanische Nickelschicht aufgebracht, die sich mit hohen Druckspannungen abscheidet und daher an Haftungsschwachstellen leicht Blasen aufwölbt. Die Einstellung und Kontrolle des Elektrolyten erfolgt mit dem In-situ-Makrospannungsmessgerät MSM200.
6. Charakterisierung der Zinkdruckgussoberflächen (ungealtert, gealtert): Die Oberfläche wird mit GDOES, REM und EDX-Analysen charakterisiert, so dass alterungsbedingte Änderungen in der Elementzusammensetzung, Risse, Poren und Kaltfließstellen sichtbar werden. Das Benetzungsverhalten wird durch Messung des Kontaktwinkels beschrieben, auch in Korrelation mit der Bildung von Rissen und Poren, um Rückschlüsse bezüglich Kapillareffekten und/oder chemischen Änderungen zu erhalten. Eventuelle Phasenumwandlungen werden mit der Röntgendiffraktometrie untersucht. Falls möglich, sollen Trennmittel mit IR-Spektroskopie nachgewiesen werden. Ferner wird die Beschichtung nach den einzelnen Vorbehandlungsschritten unterbrochen, um die Oberfläche in Bezug auf Änderungen in der Elementzusammensetzung zu untersuchen. Eine verlängerte Überheizeit wird simuliert, um Rückschlüsse auf unterschiedliche Reaktionen der gealterten bzw. ungealterten Gussproben zu erhalten.

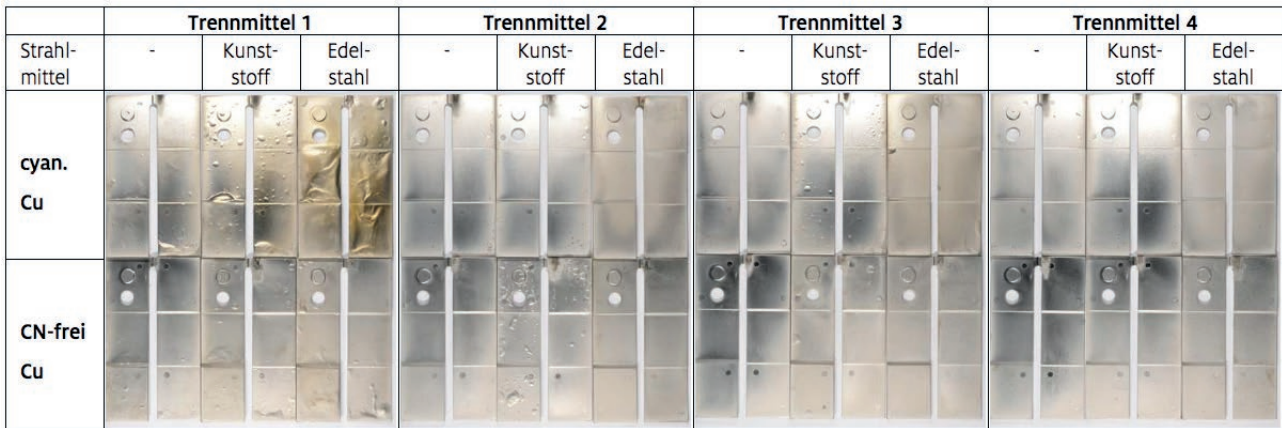


Abb. 1 | Galvanisierte Proben (Guss: gealtert) nach einem Haftfestigkeitstest (Temperaturschock, 200 °C/2h, abschrecken in Wasser RT)

7. Charakterisierung der galvanisierten Proben: Die Schichtdickenkontrolle (ca. 5 µm Kupfer, ca. 15–20 µm Nickel) erfolgt mit der Röntgenfluoreszenzanalyse. Die Haftung des Schichtverbunds wird geprüft (Biegeprüfung, Stempelabrissverfahren Positest), vor und nach Anwendung eines Schocktests (schneller Klimawechsel -35 > +85 °C). CT-Untersuchungen nach der galvanischen Beschichtung sollen Defekte im oberflächennahen Bereich aufzeigen. Zur weiteren Beschreibung des Versagensmechanismus sind Querschliffuntersuchungen vorgesehen, ggf. als Zielpräparationen. Ziel ist die Korrelation dieser Befunde mit den Oberflächenuntersuchungen aus Arbeitspaket 6. Dabei werden die besonders kritischen Legierungszusammensetzungen und Alterungsbedingungen identifiziert.

8. Variation und Optimierung der Vorbehandlung: Durch eine Variation der Vorbehandlung, d.h. im Ablauf der elektrolytischen Entfettung, der Dekapierung und insbesondere im letzten Spülschritt vor der Verkupferung soll der Ablauf so optimiert werden, dass die Anfälligkeit der Gussproben für die Eigenschaftsänderung durch simulierte Alterung reduziert wird. Dabei soll auch der Proben transfer in den Kupferelektrolyten betrachtet werden, um ggf. eine maximal zulässige Transferzeit zu ermitteln.

Die ersten Ergebnisse zeigen eine multivariable Abhängigkeit bestimmter Schadensbilder mit Einflüssen aus der Guss Haut respektive Trennmittel, der mechanischen Vorbehandlung und den chemisch/elektrochemischen Prozessen mit Wasserstoffentwicklung.

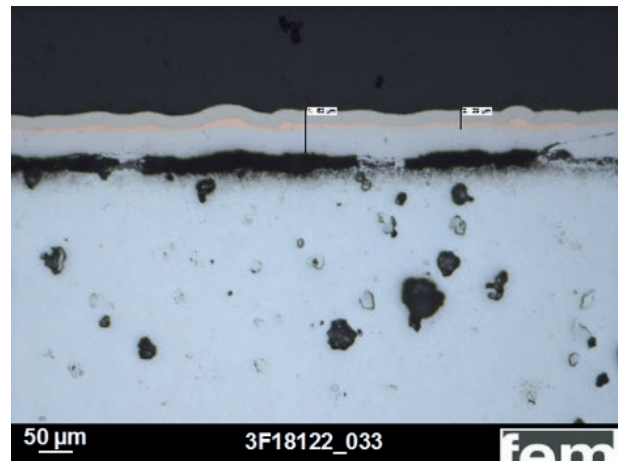


Abb. 2 | Querschliff, Trennmittel 1, Strahlmittel Edelstahl, gealtert, cyan. Cu

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 19483 N der Forschungsvereinigung Edelmetalle + Metallchemie wird 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

Projekt: IGF 19483 N

Laufzeit: 1.7.2017 – 30.6.2019

Forschungspartner

Hochschule Aalen Technik und Wirtschaft | Prof. Lothar H. Kallien, lothar.kallien@hs-aalen.de, T +49 7361 576-2252

Ansprechpartner

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd
Dr. Renate Freudenberger, r.freudenberger@fem-online.de, T +49 7171 1006-300