

Schadensfälle aus der Praxis

Zinkpatina als Ursache für Haftungsstörungen bei Duplexsystemen

Bei Pulverbeschichtungen auf Feuerverzink kommt es häufig zu einem Haftungsversagen der Beschichtung, die in der Regel dem Beschichtungsbetrieb angelastet wird. Im folgenden Beitrag werden mögliche Ursachen benannt und Lösungsansätze vorgestellt.

In der Praxis haben sich Korrosionsschutz-Duplexsysteme, bestehend aus einer Feuerverzinkung mit aufliegender Pulverlackbeschichtung, einen breiten Markt erobert. Diese Kombination kann für den eigentlich zu schützenden Stahl-Substratwerkstoff besonders bei Außenanwendungen einen zuverlässigen, auch unter klimatisch ungünstigen Bedingungen, dauerhaft wirkenden Korrosionsschutz gewährleisten, soweit die Duplex-Systeme in ausreichender Qualität gefertigt werden. Hierbei kommt es neben der richtigen Auswahl des Pulverlacksystems und der Art der Vorbehandlung zusätzlich vor allem auf die Qualität der Verzinkung selbst an, da ein optimaler Haftverbund zwischen Zink und Polymerbeschichtung wesentlich von der Güte der Zinkoberfläche abhängt.



Bild 1: Vergleich zweier Anbieter (Verzinker und Pulverbeschichter) in Bezug auf die Lackhaftung

Im Rahmen der Gutachtertätigkeit, der Schadensfallaufklärung und der industriellen Beratung namhafter Lackierunternehmen durch den Autor haben sich in den letzten Jahren gehäuft gravierende Problemstellungen ergeben, die gerade bezüglich der Fertigung dieser Duplexsysteme erheblichen Aufklärungsbedarf erkennen lassen. Wiederkehrend erhalten Beschichtungsunternehmen beziehungsweise Lieferanten feuerverzinkter, pulverbeschichteter Bauteile, die häufig in Großserien als geringwertige Massengüter für die Baubranche gefertigt werden, Reklamationen bezüglich einer nicht ausreichenden Pulverlackhaftung.

Haftungsschwäche bei mechanischen Verformungen

Diese Mängel werden oft erst erkannt, wenn die Bauteile bereits in der Verarbeitung durch den Endabnehmer sind und demzufolge bereits in großer Stückzahl gefertigt wurden. Auffällig wird diese dann reklamierte Lackhaftungsschwäche bevorzugt bei mechanischen Verformungen (beispielsweise Biegevorgänge) durch den Nutzer. Hier wird die Ursache häufig in der Verwendung eines nicht kantfähigen Lacksystems gesehen. Weiterführende kritische Anfragen an den Verzinkungs- und Beschichtungsprozess selbst ergeben sich häufig erst dann, wenn ein analog gearbeitetes Bauteil eines Wettbewerbers bei gleicher Verformung eine absolut ausreichende Haftung aufweist.

In Bild 1 ist ein solcher Fall exemplarisch an baugleichen Bändern dargestellt. Diese wurden bei verschiede-

nen Beschichtern unter Verwendung verzinkter Riegel von wiederum unterschiedlichen Verzinkungsbetrieben hergestellt und es ergab sich für die gutachterlichen Untersuchungen die Fragestellung, ob sich der signifikante Lackfilmabriss auf dem rechten Muster (Bild 1) als Folge des Vorbehandlungs- beziehungsweise Beschichtungsprozesses darstellt oder der Qualität der Feuerverzinkung geschuldet ist. Die schwache Rissbildung auf dem linken Bauteil ist eindeutig auf die verwendete Pulverlackqualität (nicht kantfähig) zurückzuführen und stellt im betrachteten Fall kein Schadensmerkmal dar, während der Komplettabriss aus der Fertigung bei einem anderen Anbieter als Fehler reklamiert wurde.

In beiden Fällen ist die Flächenhaftung, nachgewiesen im Stempelabrissversuch nach EN ISO 4624, mit 7 bis 11 MPa hinreichend. Der verwendete Pulverlack ist bei beiden Beschichtern eine Polyester-Qualität.

Laboruntersuchungen zur Ursachenermittlung für Haftungsversagen

In zahlreichen vergleichenden Untersuchungen an beiden Produktionsmustern ergaben sich deutliche Hinweise darauf, dass weder die verwendete Pulverlackqualität noch die ermittelte Zusammensetzung der eingesetzten Zinklegierungen für das Haftungsversagen ursächlich benannt werden konnten. Bezüglich des Einflusses einer Oberflächenvorbehandlung wurde in aufwendigen Laboruntersuchungen allerdings herausgearbeitet, dass

auf den originalverzinkten Riegeln, die bei späteren Beschichtungsprozessen zu Haftungsmängeln führten, weder eine schwach phosphorsaure Beize noch eine nach Entfettung angewandte Konversionsbehandlung, in diesem Fall eine klassische Chromatierung, einen homogenen Flächenangriff auf der Zinkoberfläche erkennen ließen. Diese ist also offenbar einer chemischen Beiz- und Konversionsbehandlung nicht uneingeschränkt zugänglich. Demnach ergab sich als weitere Arbeitshypothese, dass Oberflächenstörungen auf der Verzinkung selbst zu dem Problem führen müssen.

Bei einer mechanischen und nass-chemischen Oberflächennachbearbeitung (Abschleifen mit Hartschwamm, und ammoniakalischer Tensidlösung) wurde in relativ kurzer Zeit eine einwandfrei beizbare Oberfläche erhalten (Bild 2), die bei Nachbeschichtung mit dem relevanten Pulverlack und Biegeversuchen eine ausreichende Haftung der Beschichtung ergab (Bild 3).

Bei konkreten Untersuchungen zum Produktionsregime des diesen Versuchen zugrunde liegenden Verzinkungsbetriebes ergab sich, dass dieser eine kontinuierliche Bandverzinkung vornimmt, bei der die nach dem Verzinken noch über 200 °C heißen Oberflächen in einem Wasserbad abgekühlt werden.

Untersuchungsauswertung

Wie in weiterführenden oberflächenanalytischen Untersuchungen ermittelt werden konnte, weisen die man-

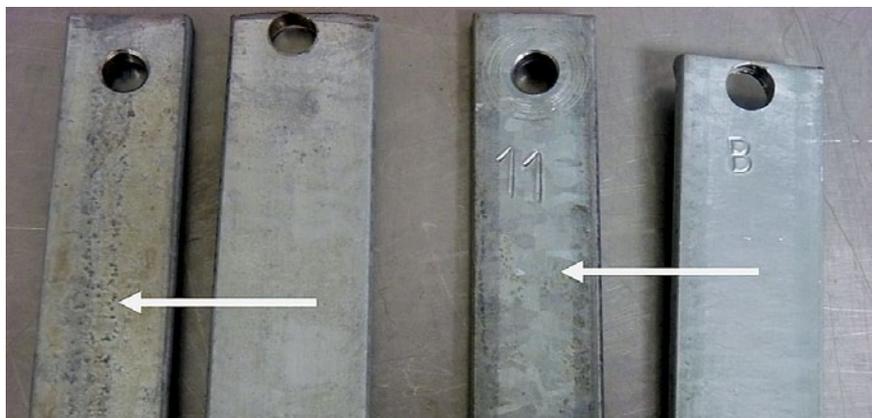


Bild 2: Vergleich von Originaloberflächen nach Beize beziehungsweise Chromatierung (Pfeile), daneben gereinigte Flächen nach saurer Beize

gelhaften Zinkoberflächen nach der Wasserkühlung eine kompliziert gebaute Patina aus fest haftenden Komplexen von Zinkoxiden, Zinkcarbonaten und Zinkhydroxiden auf, die durch Angriff verdünnter Säuren, wie sie den Vorbehandlungsvorgängen von Feuerzink-Überzügen häufig zugrunde liegen, nicht beseitigt werden

können. Einwirkende Säuren greifen bevorzugt freie Zinksegmente an, bei längerer Einwirkung besteht besonders bei dünnen Zinkauflagen die Gefahr eines übermäßigen Abtrags. Auch bei kurzzeitigem Einwirken stärkerer Säuren konnten in Laborversuchen keine befriedigenden Ergebnisse bezüglich nachfolgender Lackhaftung gewonnen werden.

Jedoch mit schwach abrasiver Oberflächenbehandlung, entweder mit Wasser allein oder mit wässrigen beziehungsweise wässrig-ammoniakalischen Tensidlösungen, konnte ein zufriedenstellendes Ergebnis erhalten werden. Bei dieser Verfahrensweise werden nur sehr geringe Beizabträge erreicht, die im unteren Mikrometermaßstab liegen.

Lösungsansatz

In der alltäglichen Praxis ist es gerade bei kontinuierlichen Verzinkungsverfahren nicht möglich, nach einer hier aus technischen Gründen erforderli-

Die Augustinum Gruppe zählt zu den führenden christlichen Sozialdienstleistern in Deutschland. Die Werkstätten und Förderbereiche für Menschen mit Behinderung des Heilpädagogischen Centrum Augustinum bieten an vier Standorten insgesamt 510 Plätze für Menschen mit geistiger Behinderung an. Zielsetzung der Einrichtungen ist, neben der Bereitstellung geeigneter Arbeitsplätze, die Beschäftigten in den Bereichen berufliche Bildung, Produktion und Teilhabe am Arbeitsleben zu befähigen.

Wir suchen für unsere **Werkstätte am Harthof** ab sofort eine/n

Gruppenleiter/in für die Elektrostatische Pulverbeschichtung (EPS)

Sie bringen mit:

- Abgeschlossene Berufsausbildung/Meister, vorzugsweise als Verfahrensmechaniker/in für Beschichtungstechnik
- Erfahrung in der Pulverbeschichtung und Oberflächentechnik
- Kompetenz in der Betreuung, Förderung und Arbeitsanleitung von Menschen mit Behinderung
- Die Fähigkeit zur Auftragssteuerung und Organisation der allgemeinen Produktionsgruppe Pulverbeschichtung sowie die Kundenakquise

Wir bieten Ihnen:

- Einen sicheren Arbeitsplatz
- Leistungsgerechte Vergütung nach AVR-Diakonie
- Zusätzliche Beihilfe Krankenversicherung
- Zusätzliche Altersvorsorge über die Evangelische Zusatzversorgungskasse
- Ein Familienbudget für Mitarbeiter mit Kindern
- Unternehmenseigener Sport Club SC Vitus

Wenn Sie Mitglied in einer christlichen Kirche sind, richten Sie Ihre Bewerbung bitte an:

Heilpädagogisches Centrum Augustinum
Frau Jutta Simon
Hirschplanallee 2
85764 Oberschleißheim
jutta.simon@augustinum.de
www.hpca.de



Augustinum Φ



Bild 3: Biegeversuche nach Oberflächenreinigung



Bild 4: Passivierte Zinkoberfläche nach Kondenswassertest

chen Wasserabkühlung der noch heißen Bauteile eine mechanisch-abrasive Nachbearbeitung der Zinkoberflächen zu realisieren. Resultierend daraus wurden im Gutachterlabor der Dr. Herrmann GmbH zahlreiche Versuche ausgeführt, das Problem einer aufwachsenden Zinkpatina bereits am Entstehungsort so zu entschärfen, dass ohne grundlegende Prozess- und Verfahrensänderungen eine hinreichend saubere Zinkoberfläche erzeugt wird, die bei Pulverlackieren mit unterschiedlichen Vorbehandlungsansätzen eine Erfolgsgarantie in Bezug auf das Beschichtungsergebnis mitbringt.

Hierbei hat sich ergeben, dass es möglich ist, mit geeigneten chemischen Zusätzen zum Abkühlbad eine Oberflächenpassivierung zu erreichen, die den Zinküberzug vor korrosivem Angriff durch das Kühlwasser beim Bandverzinkungsprozess schützt.

Hierfür wurden spezielle saure Badzusätze getestet, wie sie für die Konversionsbehandlung von Zinkoberflächen kommerziell angeboten werden. Als geeignet haben sich klassische Gelbchromatierungen und Cr-VI-freie chrombasierte polymerhaltige Vorbehandlungspräparate erwiesen, die in der vom Hersteller angegebenen Konzentration dem Kühlwasser zugesetzt werden.

Es konnte nachgewiesen werden, dass bereits ein kurzer Tauchvorgang von drei bis fünf Sekunden der auf circa 200 °C abgekühlten Bauteile genügt, eine passivierende Oberflächenimplementierung zu erreichen. Die Restwärme der Bauteile reicht aus, sowohl die Konversionsschicht zu stabilisieren als auch die Oberfläche vollständig zu trocknen und im Fall des Vorhandenseins einer Polymerkomponente diese vollständig zu vernetzen. Ein wirksamer Oberflächenschutz konnte im La-

bor im Rahmen einer zweitägigen Beanspruchung im Kondenswasser-Konstantklimatetest jeweils nachgewiesen werden. Bild 4 zeigt nur noch geringe Korrosionsansätze im Randbereich, welche aber nicht haftungsschädigend sind. Es wurde weiterhin nachgewiesen, dass eine der Pulverlackhaftung entgegenstehende Zinkpatina sich nach der speziellen Konversionsbehandlung im Abkühlbad dann auf der Oberfläche des Feuerzinküberzuges nicht mehr ausbildet.

Es wurde ermittelt, dass die so passivierten Teile einer weiterführenden Oberflächenvorbehandlung (saure Beize) zugänglich sind und nach dem Beschichtungsvorgang eine einwandfreie Biegehaftung der Pulverlackierung aufweisen (Bild 3).

Ergebnis

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass eine Wasserkühlung heißer, feuerverzinkter Bauteile immer das Risiko einer nicht kalkulierbaren Haftungsschwäche für applizierte Pulverlackierungen infolge der Ausbildung einer kritischen Zinkpatina in sich birgt, wie dies bereits in DIN EN 15773, Anhang C angedeutet wird. Durch den Einsatz entsprechend sauer passivierender Zusätze zum Kühlwasser kann diesem Mangel wirkungsvoll begegnet werden, ohne dass der Zinküberzug in seinem Schichtaufbau kritisch geschädigt wird.

Die hier andiskutierten Cr- beziehungsweise polymerhaltigen Zusätze können die Möglichkeit einer wirksamen Passivierung nur exemplarisch anreißen, sollten aber den Anreiz bieten, diesen Komplex weiterführend praxisrelevant für verschiedene Anwendungsbereiche detaillierter zu untersuchen. ■

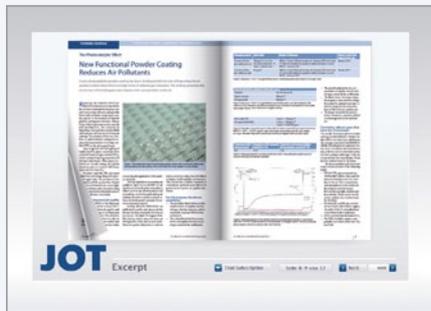
Kontakt:

Dr. Thomas Herrmann, Gutachter,
Hans-Christoph Schmidt, Laborleiter
Dr. Herrmann GmbH & Co. Zentrum für Korrosionsschutz und
Pulverbeschichtung KG, Dresden
Tel. 0351 4961103,
office@pulverlack-gutachter.de,
www.pulverlack-gutachter.de

Start your day with
the right magazine
for your job!



JOT-IST print-version
99,00 EUR annual subscription (3 issues)



JOT-IST e-magazine
99,00 EUR annual subscription (3 issues)

Subscriptions, mediadates and for
more information:
www.jot-oberflaeche.de 

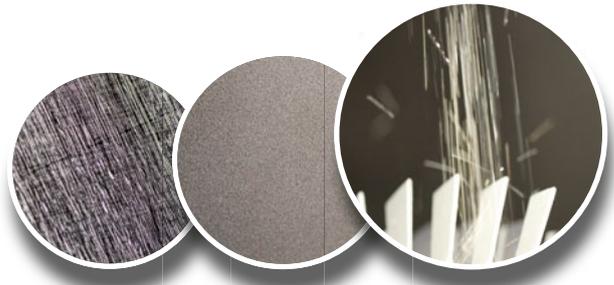
JOT

DAS "LONGLIFE" STRAHLMITTEL!

Peen Pearl®

NEU

bruchzäh
rund • mineralisch
hohe Standzeit • Shot Peening Effekt



WIWOX GmbH Surface Systems • Niermannsweg 3 - 5 • D - 40699 Erkrath
Tel +49 (0) 211-15 98 88 - 0 • Fax - 11 • info@wiwox.de • www.wiwox.de

VLM

KORROSIONSPRÜFTECHNIK
LABORTECHNIK &
DIENSTLEISTUNGEN

ClimaCORR®

Prüfergeräte, auf die Sie sich verlassen können



Höchste Prozesssicherheit in der
Durchführung von Klima-Wechseltests, z.B.

- › DIN EN ISO 11997-1 Zyklus B (VDA 621-415)
- › VW PV 1210
- › Nissan, Renault, GM, VOLVO, FORD
- › IEC 60068-2-52
- › VDA 233-102
- › Porsche PPV 4107
- › Daimler KWT-DC PA PP PWT 3101

VLM GmbH
Heideblümchenweg 50
33689 Bielefeld

t: +49 (0)5205 87963 - 0
f: +49 (0)5205 87963 - 50
e: info@vlmgmbh.de
www.vlm-labtec.com