



Info-Nr. 01/09
Audatex-Nr. ohne
Reparatur/Diagnose

Fahrzeugart alle
Fahrzeughersteller alle
Fahrzeugtyp alle
Baujahr alle
Schadenbereich Pkw-Karosserie, Fahrzeugaußenhaut

Betreff Wird ein Karosserieschaden instandgesetzt, kann der herstellereitig vorgesehene Korrosionsschutz verloren gehen. Durch nachträgliches Verzinken bei der Instandsetzung kann späteren Korrosionsschäden vorgebeugt werden.



Teilersatz am hinteren Radlauf eines Pkw

Problem- und Zielstellung

Korrosion an Fahrzeugen stellt ein bislang nicht abschließend gelöstes Problem dar. Während der Instandsetzung von Karosserieschäden kann beispielsweise der werksseitig aufgebrauchte Korrosionsschutz verloren gehen. Werden keine geeigneten Schutzmaßnahmen getroffen, sind reparierte Bereiche daher einer erhöhten Korrosionsgefahr ausgesetzt. Insbesondere bei höchstfesten Stählen, die zunehmend eingesetzt werden, ist eine erhöhte Korrosionsanfälligkeit gegeben.

Eine Möglichkeit zum Korrosionsschutz bei Instandsetzungsarbeiten bietet das galvanische

Verzinken. Zinkschichten sind auf herkömmlichen Stählen als galvanische Beschichtungen zum Korrosionsschutz gut geeignet, da sie sich infolge ihres niedrigeren elektrischen Potentials bei korrosiver Beanspruchung anodisch auflösen.

Das KTI hat im Rahmen einer Studie die Praxistauglichkeit des nachträglichen Verzinkens bei der Instandsetzung untersucht. Insbesondere sollten Einflüsse auf Korrosionsschutzwirkung näher beleuchtet und unterschiedliche Geräte vergleichend gegenübergestellt werden.

Stand der Technik

Neben Systemen für Hobbyanwendungen sind in Deutschland derzeit drei verschiedene Geräte speziell für das nachträgliche Verzinken bei der Karosserieinstandsetzung erhältlich. Es handelt sich hierbei zum einen um das Gerät „Dalic[®]“ und zum anderen um „Re-Zinc“ bzw. „E-Zinc“. Der wesentliche Unterschied liegt im verwendeten Elektrolyt.

Bild 1 (Seite 3) zeigt das System „Re-Zinc“ der Firma KAMATEC GmbH. Ein ähnliches Gerät wird von der Fa. FLOHR INNOTOOLS als „E-Zinc“ vertrieben. Nach Angaben der Fa. KAMATEC besteht durch das eingesetzte Elektrolyt keine Gesundheitsgefährdung bei Hautkontakt oder durch Einatmen von Dämpfen. Demzufolge seien keine Handschuhe und kein Atemschutz beim Verzinken notwendig. Beim Gerät „Dalic[®]“ (Bild 2, Seite 3) sind aufgrund des eingesetzten Elektrolyts dagegen während der Anwendung Handschuhe und

Atemschutz erforderlich. Alle Geräte umfassen folgende Hauptbestandteile:

- Stromquelle (Fahrzeuggatterie oder Stromversorgungsgerät)
- Elektrolyt
- Anode (sog. „Handhabe“)
- Kathode

Alle Geräte arbeiten nach dem gleichen Prinzip: Durch das Anlegen einer Gleichspannung lösen sich Zinkionen aus der Anode (der sog. „Handhabe“) und lagern sich auf der zu verzinkenden Blechoberfläche (Kathode) an. Als Stromquelle sollte anstatt der Fahrzeugbatterie ein geregeltes Stromversorgungsgerät eingesetzt werden, um einen gleichmäßigen Zinkauftrag zu gewährleisten.





Abbildung 1: Gerät „Re-Zinc“

Abbildung 2: Gerät „Dalic“[®]

Vorgehensweise zur Beurteilung der Praxistauglichkeit

In einem ersten Schritt wurden Grundsatzuntersuchungen durchgeführt und darauf aufbauend in einem zweiten Schritt praxisrelevante Spezialfälle näher untersucht. Ergänzend wurden zwei Systeme („Dalic“[®] und „Re-Zinc“) vergleichend gegenübergestellt.

Für die Grundsatzuntersuchungen wurden Materialproben aus verzinkten Türaußenblechen eines VW Golf V herausgetrennt und definiert eingedellt. Für die zweite Versuchsreihe „Sonderproben“ wurden spezielle Bleche unterschiedlicher Güte und Herkunft verwendet.

Eine zentrale Fragestellung der Untersuchung war, inwieweit nachträglich aufgebrachte Zinkbeschichtungen mit verschiedenen Füllstoffen verträglich sind. Zur Beantwortung dieser Frage wurde ein Teil der Proben gespachtelt und ein anderer Teil verzinkt. Um zu untersuchen, welchen Einfluss eine raue Oberfläche auf das Haftverhalten der nachträglich aufgebrachten Zinkschicht hat, wurde die Blechober-

fläche einer Probe vor dem Verzinken zusätzlich mit einem Schleifvlies aufgeraut.

Zum Verzinken wurde das saugfähige Textil mit der Anode in das Elektrolyt getaucht und die metallisch blanken Blechoberflächen gleichmäßig bestrichen (Bild 3, Seite 4).

Um repräsentative und reproduzierbare Ergebnisse hinsichtlich Korrosionsempfindlichkeit zu erhalten, wurden in beiden Versuchsreihen die im realen Betrieb eines Fahrzeugs auftretenden Umwelteinflüsse mit standardisierten Klimawechsel- und Salzsprühtests simuliert. Die gewählten und von Automobilherstellern anerkannten Prüfverfahren geben mitteleuropäische Klimabedingungen wieder. Die Probebleche wurden hierbei zunächst 96 Stunden lang einer Klimawechselprüfung (PV1200) unterzogen und anschließend für 240 Stunden in eine Salzsprühnebelkammer eingelagert (Bild 4, Seite 4). Ausgewählte Blechproben aus beiden Versuchsreihen werden derzeit zusätzlich in einem Langzeittest realer Witterung ausgesetzt.

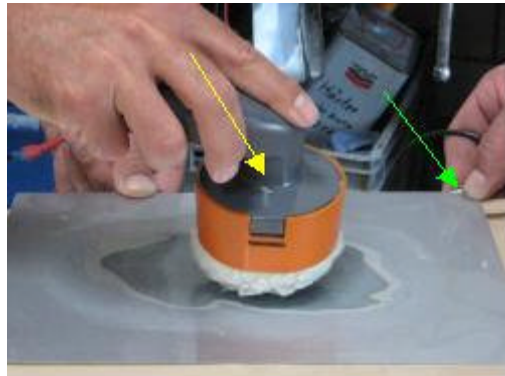


Abbildung 3: Anode mit saugfähigem Textil und Zinkeinsatz (gelber Pfeil); Kathode (grüner Pfeil)



Abbildung 4: Proben in der Salzsprühnebelkammer

Ergebnisse der Grundsatzuntersuchung

An einer Probe war die Lackschicht nach dem Klimawechsel- u. Salzsprühstest eingerissen und die darunter liegende Blechoberfläche korrodiert. Es handelt sich hierbei um diejenige Probe, an der die Metalloberfläche mit einem Schleifvlies zusätzlich aufgeraut wurde. Daher ist davon auszugehen, dass auch bei nachträglich verzinkten Blechen eine raue Oberfläche das Korrosionsverhalten negativ beeinflusst.

An allen weiteren Probeblechen der ersten Testreihe wurden keine Schäden infolge des Klimawechsel- und Salzsprühstestes festgestellt. Mit Ausnahme der mit einem Schleifvlies zusätzlich aufgerauten Probe verhinderte demzufolge der Lackaufbau die Einwirkung korrosionsfördernder Medien auf das Metall. Die langzeitige Schutzwirkung des Lackaufbaus ist im Allgemeinen jedoch begrenzt, da Beschichtungen nie ganz diffusionsdicht gegenüber Sauerstoff und Wasserdampf sind.

Ergebnisse der Untersuchung „Sonderproben“

An zwei Proben wurde die Korrosionsschutzwirkung des nachträglichen Verzinkens in Flanschen untersucht (Vermeidung von Spaltkorrosion, Kriechfähigkeit des Elektrolyts usw.). Dazu wurden unverzinkte Bleche abkantet, mittels Widerstandspunktschweißung miteinander verbunden und anschließend lackiert. Zur definierten Korrosionsvorschädigung wurden die Proben in die Klimawechsel- u. Salzsprühkammer gegeben. Wie erwartet, fand sich nach dem Testdurchlauf in den Spalten Korrosion. Beim darauffolgenden Verzinken einer der beiden Proben stellte sich eine reinigende und korrosionslösende Wirkung des

Elektrolyts heraus: Im Spalt vorhandene Korrosionsprodukte wurden beim nachträglichen Verzinken in dem für die „Handhabe“ (Anode) erreichbaren Bereich entfernt. In diesem Zustand wurden beide Proben (unverzinkt und nachverzinkt) in den Langzeit-Bewitterungstest gegeben. Im Spalt der nicht verzinkten Probe entstand dadurch im Gegensatz zur nachverzinkten Probe deutlich erkennbare Korrosion (Bild 5, Seite 5). An beiden Proben (verzinkt und nicht verzinkt) korrodierte die Spaltrückseite (Bild 6, Seite 5).



Abbildung 5: Spalt der unverzinkten Probe nach 9 Wochen realer Witterung



Abbildung 6: Spaltrückseite der unverzinkten Probe nach 9 Wochen realer Witterung

Es wurde weiterhin die korrosionsschützende Wirkung des nachträglichen Verzinkens bei mechanisch beschädigten Lackflächen (z. B. durch tiefe Kratzer und Steinschläge) untersucht. Eine Probe wurde vor dem Lackieren verzinkt. Der Lackaufbau wurde gezielt mit einer Prüfspitze verkratzt und Steinschläge eingebracht.

Nach dem Klimawechsel- u. Salzsprühtest waren an der nicht verzinkten Blechprobe in den Kratzern stellenweise Korrosionsspuren vorhanden (Bild 7) und unter einer geöffneten Lackblase fand sich eine kreisförmige Korrosi-

onsstelle mit einem Durchmesser von ca. 4 mm. Unterhalb eines Kratzers fanden sich ebenfalls korrodierte Flächen. Korrosion war weiterhin an einzelnen Steinschlägen vorhanden.

Der Vergleich beider Proben (nachverzinkt und nicht nachverzinkt, vgl. Bild 7 und 8) zeigt die korrosionsschützende Wirkung des nachträglichen Verzinkens, wenn der Lackaufbau instandgesetzter Bereiche bspw. durch Steinschläge oder Kratzer lokal begrenzt beschädigt wird.



Abbildung 7: Mikroskopische Aufnahme eines Kratzers in der unverzinkten Probe nach Klimawechsel- und Salzsprüh-test



Abbildung 8: Mikroskopische Aufnahme eines Kratzers in der nachverzinkten Probe nach Klimawechsel- und Salzsprüh-test

Des Weiteren wurde die Korrosionsschutzwirkung auf porösen Oberflächen (z. B. an Schutzgasschweißnähten) näher betrachtet. Der Vergleich zwischen den Vorderseiten der verzinkten und unverzinkten Probe zeigt, dass augenscheinliche Unterschiede hinsichtlich Korrosionsstärke minimal sind. Zurückzuführen ist der fast gleiche Korrosionsgrad mit einer nahezu vollständig aufgelösten Zinkschicht durch aggressive Medien im Salznebeltest. Die Rückseiten der Proben wurden in der Salzkammer nicht direkt mit aggressivem Niederschlag bedeckt. Die Korrosionsbelastung ist daher gegenüber den Vorderseiten geringer. An der Schweißnaht auf der Rückseite der verzinkten Probe ist an Stellen, an denen die Zinkschicht gelöst wurde, punktförmig leichte Korrosion vorhanden. An der nicht verzinkten Probe zeigt sich dagegen an der unbehandelten Schweißnaht flächige Korrosion.

An zwei weiteren Proben wurde untersucht, inwieweit das nachträgliche Verzinken an Blechen korrosionsschützend wirkt, an denen im Zuge einer Instandsetzung bereits Korrosion entfernt wurde. Die Proben stammen aus

einem hinteren Radlauf eines VW Passat B5. Sie wurden an der äußeren Seite metallisch blank geschliffen und zur definierten Vorschädigung nicht verzinkt einem Klimawechsel- und Salzsprühtest unterzogen. Die Proben waren nach dem Klimawechsel- und Salzsprühtest mit einer lockeren Korrosionsschicht bedeckt. Die Korrosionsrückstände wurden von beiden Proben mit einer Drahtbürste und Schleifpapier entfernt und eine Probe nachträglich verzinkt. Hierbei zeigte sich eine rostlösende Wirkung des Elektrolyts. Dadurch wurde die Blechoberfläche nicht nur mit einer Zinkschicht überzogen, sondern zugleich von Korrosionsrückständen gereinigt. Im Witterungstest zeigen sich Unterschiede in Bereichen mit Lackabplatzungen: Während die Metalloberfläche der verzinkten Probe korrosionsfrei blieb (Bild 9), bildete sich am nicht verzinkten Radlaufbogen Korrosion (Bild 10). An beiden Proben bildete sich Kantenkorrosion. Dies kann auf unzureichende nachträgliche Verzinkung oder mangelnde Lackschichtdicke an den Schnittkanten zurückgeführt werden. Daher sollten Schnitt- und Bördelkanten beim nachträglichen Verzinken besonders gründlich bearbeitet werden.



Abbildung 9: verzinkter Radlauf ohne Korrosion



Abbildung 10: Korrosion an der Blechoberfläche der nicht verzinkten Probe (Pfeil)

Um die Wirkung auch geringer Mengen Streusalz auf nachträglich aufgebrachte Zinkschichten zu prüfen, wurden zwei weitere Blechproben der realen Witterung ausgesetzt und während einer Regenphase mit Salz bestreut. Hierbei entstand innerhalb weniger Stunden

sowohl an der nicht verzinkten als auch an der nachträglich verzinkten Probe deutliche Korrosion (Bild 11 und 12). Damit bestätigt sich die oben festgestellte Korrosionsempfindlichkeit auch nachträglich verzinkter Stahloberflächen bei Einwirkung von Salz.



Abbildung 11: Probe nachträglich verzinkt



Abbildung 12: nicht verzinkte Probe

Fazit

Das nachträgliche Verzinken erfordert einen geringen Zeitaufwand. So kann z. B. ein kompletter Radlauf in wenigen Minuten nachträglich galvanisch verzinkt werden. Dabei löst das Elektrolyt Korrosionsrückstände und reinigt die Metalloberfläche.

Nachverzinken ist mit den derzeit angebotenen Geräten jedoch nur an direkt zugänglichen Stellen möglich. Eine raue Metalloberfläche beeinflusst den Korrosionsschutz auch an nachträglich verzinkten Blechen negativ.

Nachträglich aufgebrachte Zinkbeschichtungen sind mit verschiedenen Füllstoffen (Zinn und Spachtel) gleichermaßen verträglich. Unterschiedliches Korrosionsverhalten wurde in Abhängigkeit des Füllstoffes nicht beobachtet.

Schnitt- und Bördelkanten sollten beim nachträglichen Verzinken besonders gründlich bearbeitet werden um Kantenkorrosion vorzubeugen.

Bei tiefen Lackschäden wirkt die Zinkschicht als Opferelektrode. Daher korrodiert bei Lackschäden, die bis zur Stahloberfläche reichen, zunächst nur das umgebende unedlere Zink. Zink zersetzt sich jedoch innerhalb weniger Stunden bei Einwirkung von Salz (z. B. Streu-

salz im Winter). Nachträglich verzinkte Oberflächen müssen daher (analog zu gespachtelten Flächen) durch geeignete Beschichtung vor Feuchtigkeit und aggressiven Medien geschützt werden. Bei freiliegender Zinkschicht kann die korrosionsschützende Wirkung ansonsten verloren gehen.

Da galvanische Zinkschichten höchstfesten Stahl verspröden lassen können, sollte das nachträgliche Verzinken nur in Bereichen erfolgen, in denen keine derartigen Stähle verbaut sind (Fahrzeugaußenhaut, Anbauteile usw.). Crashrelevante und hochbeanspruchte Bauteile moderner Fahrzeuge (z. B. B-Säulen, Schweller) sollten nicht nachträglich verzinkt werden, um derartige Teile nicht zu schwächen.

Hinsichtlich Korrosionsschutzwirkung konnten zwischen den getesteten Geräten („Dalic[®]“ und „Re-Zinc“) keine offensichtlichen Unterschiede festgestellt werden. Unterschiede zeigten sich allerdings in der Handhabung der Systeme. Das „Re-Zinc“ ist gegenüber dem „Dalic[®]“ unkomplizierter und flexibler einsetzbar, da keine persönliche Schutzausrüstung (Atemschutz, Handschuhe) notwendig ist.



Es stellte sich heraus, dass bei Nutzung der Fahrzeugbatterie als Stromquelle die Bearbeitungszeiten, insbesondere zu Beginn, länger sind und der Zinkauftrag stärkeren Schwankungen unterliegt. Es sollte daher ein stromstärkeres Stromversorgungsgerät eingesetzt werden.

Einsatzgebiete des Nachverzinkens ergeben sich nicht nur bei der eigentlichen Karosserieinstandsetzung sondern bspw. auch beim Ersatz geklebter Scheiben, wenn beim Heraustrennen die Lackschicht auf dem Scheibenflansch abgetragen wurde. Auch bei der Oldtimer-Restauration bietet sich der Korrosionsschutz durch Nachverzinken an.

Dipl.-Ing. (FH) Helge Kiebach

Ansprechpartner

KTI GmbH & Co. KG
Waldauer Weg 90a
34253 Lohfelden
Telefon: 0561 / 51081-0

Kamatec GmbH
Pleutersbacher Straße 30
69412 Eberbach
Telefon: 06271 / 94 757 – 0

Flohr Innotools
Industriestr. 27 a
82194 Gröbenzell
Telefon: 08142 / 50761

Dalicworld
Rue des Eaux 41
35501 VITRÉ FRANCE
Telefon: (33) 02 99 75 53 80



KTI Kraftfahrzeugtechnisches Institut
Waldauer Weg 90a
34253 Lohfelden bei Kassel
Telefon 0561/51081-0
Telefax 0561/51081-13