

Abb. 1 (links): Nicht homogen ausgebildete Zinkphosphatschicht – die helleren Bereiche sind auf freiliegenden Stahl zurückzuführen.

Abb. 2 (rechts): Homogen ausgebildete und intakte Zinkphosphatschicht.

# Nicht bestanden wegen Mangel bei Entfettung

Bei einer inhomogenen Zinkphosphatschicht schützt auch die KTL-Beschichtung nicht vor Korrosion

Bei Stahlbauteilen ist für viele Einsatzgebiete eine hohe Korrosionsbeständigkeit notwendig. Vor dem Einsatz können eine Vielzahl verschiedener Korrosionsprüfungen zum Einsatz kommen. Wenn die Bauteile den Korrosionstest nicht bestehen, muss die Ursache schnell ermittelt werden.

KTL-beschichtete Bauteile eines Automobilherstellers wiesen nach einer Korrosionsprüfung Blasenbildung auf und im Bereich des eingebrachten Ritzes kam es zu starker Korrosion.

Der Schadensfall wurde der DFO zur Ursachenklärung vorgelegt. Es handelte sich um gestrahlte Stahlbauteile, die einer mehrstufigen nasschemischen Reinigung mit anschließender Aktivierung für die Zinkphosphatierung unterzogen wurden. Nach der Zinkphosphatierung erfolgte die KTL-Beschichtung.

## Vorgelegte Proben wiesen Blasenbildung und Korrosion auf

Der DFO wurden mehrere KTL-beschichtete Bauteile zur Untersuchung zur Verfügung gestellt. Zur Probenpräparation wurden Teilstücke aus den Bauteilen, bei denen Blasenbildung und Korrosion

auftraten, entnommen. Bei der Untersuchung der Beschichtungsunterseite per Rasterelektronenmikroskopie (REM) und energiedispersiver Röntgenspektroskopie (EDX) ließen sich neben den Elementen Natrium und Chlor, die aus der Korrosionsprüfung stammten, nur die typischen Bestandteile einer KTL-Beschichtung detektieren.

Im weiteren Verlauf wurde die KTL-Beschichtung der Teilstücke entfernt, um die Substratoberfläche zu untersuchen. Bereits die REM-Aufnahme zeigte eine nicht homogen ausgebildete Zinkphosphat-Schicht (Abb. 1). Auch die Punktmessungen und das Mapping über den gesamten Probenbereich zeigten die inhomogene Ausbildung der Zinkphosphatschicht. Teilweise konnten auf dem selben Bauteil lokale große Unterschiede in der Homogenität und Kristallgröße der Zinkphosphatschicht festgestellt werden. Stellenweise war die

Schichtdicke zu gering und schützte das Stahlsubstrat nicht vor Korrosion. Das Stahlsubstrat war in diesen Bereichen nur durch die KTL-Beschichtung vor Korrosion geschützt. Da eine KTL-Beschichtung nicht porenfrei ist, dringt durch diese Poren die Natriumchloridlösung ein und es kommt zur Bildung von Korrosionsprodukten, die zu einer Volumenvergrößerung unterhalb der Beschichtung und somit zu Blasenbildung führen. Im Bereich des eingebrachten Ritzes kam es zu Enthftung der Beschichtung und durch das somit freigelegte Stahlsubstrat zu starker Rostbildung.

## Gründe für ungleichmäßig ausgebildete Zinkphosphatschichten

Bei einer gleichmäßig ausgebildeten Zinkphosphatschicht sollten die Kristalle gleichförmig und gleichmäßig auf der Substratoberfläche verteilt sein (Abb. 2). Nur korrekt eingestellte Reaktionsbedingungen während der Zinkphosphatierung und eine ausreichend saubere Substratoberfläche führen zu optimaler Ausbildung der Zinkphosphatschicht.

Ein besonderes Augenmerk sollte auf die Aktivierung der Substratoberfläche gelegt werden, denn eine schlechte Aktivierung führt zu einer unregelmäßigen Verteilung der Zinkphosphatschicht auf der Substratoberfläche und zu partiell dickeren Schichten und größeren Kristallen.

Die Ursache für eine mangelhafte Aktivierung kann im einfachsten Fall in

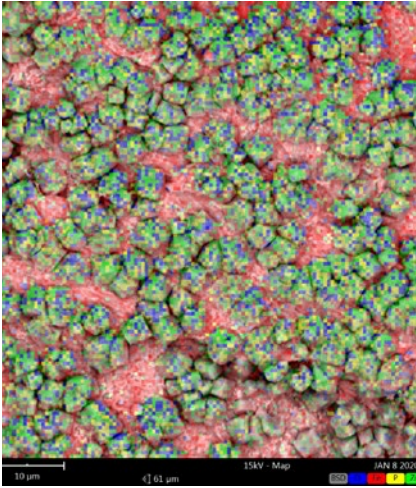


Abb. 3: Das EDX-Mapping zeigt eine nicht homogen ausgebildete Zinkphosphat-Schicht, die roten Bereiche sind unbeschichteter Stahl.

einem unzureichenden Entfettungsprozess liegen. Ein Indiz für eine unzureichende Entfettung ist häufig eine scheinbar unsystematische Ausbildung der Zinkphosphatschicht. Hier kommt es zum Beispiel auf dem selben Bauteil lokal zu sehr unterschiedlich gut ausgeprägten Zinkphosphatschichten.

Im Gegensatz dazu wäre bei grundsätzlich nicht optimalen Parametern die Zinkphosphatschicht tendenziell überall gleich schlecht ausgebildet. Nachdem die Ursache für den Ausfall nach der Korrosionsprüfung aufgeklärt war, wurden beim Kunden die Zinkphosphatierungschemie gewechselt und die Parameter optimiert.

Als dann die optimierten Bauteile erneut zur Untersuchung bei der DFO eintrafen, entfernten die Spezialisten bei diesen Bauteilen ebenfalls die KTL-Beschichtung, um die Substratoberfläche zu untersuchen. Doch es gab keine nennenswerte Verbesserung, die REM-Aufnahme zeigte erneut lokal große Qualitätsunterschiede in der nicht homogen ausgebildeten Zinkphosphatschicht. Besonders das EDX-Mapping (Abb. 3) über den gesamten Probenbereich zeigte die inhomogene Ausbildung der Zinkphosphat-Schicht und das stellenweise freiliegende Stahlsubstrat (roter Bereich). Der Wechsel der Zinkphosphatierungschemie hatte also keinen Effekt. Das zeigt einmal mehr dass es wichtig ist, von vorneherein alle in Frage kommenden Problemursachen auszuschließen. In diesem Anwendungsfall war der Reinigungsprozess beziehungsweise

### Fehlerbild des Monats

In dieser Rubrik berichtet die Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung (DFO) e.V. über aktuelle Schadensfälle aus der Praxis, die von der DFO aufgeklärt wurden. Ziel ist es, Anregungen zu geben, wie Fehlerbilder interpretiert werden können und welche Ursachen für außergewöhnliche Beschichtungsfehler infrage kommen.

**Deutsche Forschungsgesellschaft  
für Oberflächenbehandlung  
(DFO) e.V., Neuss**  
**Heike Schuster**  
**Tel. +49 2131-40811-28**  
**[schuster@dfo-service.de](mailto:schuster@dfo-service.de)**  
**[www.dfo-service.de](http://www.dfo-service.de)**

die Entfettung der Bauteile nicht ausreichend, so dass die Aktivierung nicht in ausreichendem Maße stattfinden konnte – völlig unabhängig von der Zinkphosphatierungschemie.

Somit hätte einiges an Zeit- als auch Geld eingespart werden können, hätte man die Vorbehandlung von Anfang an in die Überlegungen zur Problemlösung mit einbezogen. ●