

Blasenbildung durch falsche Vorbehandlung vermeiden

Enge Konzentrationstoleranzen bei der Vorbehandlungsschemie beachten

DAVID HOFFMANN

Im Bereich der Oberflächenbehandlung ist eine ausreichende Prozessüberwachung ein Qualitätsstandard. Doch was genau ist ausreichend? Um dies qualifiziert abschätzen zu können, muss man den Prozess technisch und chemisch-physikalisch verstehen. Hier kann es jedoch leicht zu Defiziten kommen.

Der folgende Schadensfall, der der DFO vorlag, zeigt eindrücklich, wie eine Prozessanpassung und mangelndes Fachwissen zu kostspieligen Feldschäden hätte führen können. Bei einem Lohnbeschichter wurden Stahlbauteile für einen Automobilzulieferer beschichtet. Nach der Umstellung des Vorbe-



Abbildung 1: Blasenbildung war nach Kondenswasser-Konstantklima-Prüfung deutlich zu erkennen. Fotos: DFO

handlungsprozesses auf eine silanbasierte (zirkonhaltige) Passivierung wurde jedoch vor dem Serienstart die Korrosionsbeständigkeit nicht geprüft. Glücklicherweise fiel früh auf, dass es zu massiver Blasenbildung an den Bau-

teilen mit der silanbasierten Vorbehandlung kam und die Teile wurden nicht ausgeliefert. Jedoch musste die Ursache gefunden werden. Hierzu wurde die DFO Service GmbH mit der Schadensanalytik beauftragt. Zunächst wurde



Abbildung 2: Mit dem bloßen Auge waren auf dem unbeschichteten vorbehandelten Bauteil Ablagerungen sichtbar.

ein betroffenes Bauteil untersucht, dass die Blasenbildung aufwies (s. Abb. 1).

Chemische Zusammensetzung muss bekannt sein

Für die Analyse war es wichtig, sowohl das Beschichtungsmaterial als auch die Bauteiloberfläche chemisch zu identifizieren. Auf diese Weise können mögliche Kontaminationen direkt von den Bestandteilen des Beschichtungsmaterials, des Substrats und der Vorbehandlung differenziert werden. Im ersten Schritt wurde das Beschichtungsmaterial per energiedispersiver Röntgenspektroskopie (EDX) analysiert. Bezüglich der Vorbehandlung gab es von Seiten des Kunden Angaben zum Prozessablauf und der Zusammensetzung der Vorbehandlungsmedien.

Als nächstes wurde ein Blasenbereich delaminiert und die Unterseite der Beschichtung ebenfalls per EDX untersucht. Im Bereich des Blasen-zentrums konnten große Mengen Eisenoxid und Zirkonium detektiert werden, die nicht Bestandteil des Beschichtungsstoffes waren. Auf der Substratoberfläche im Blasenbereich konnten ebenfalls Eisenoxid und bis zu 1,5% Zirkonium detektiert werden. Zirkonium war eindeutig der Passivierung zuzuordnen. Somit stand die Vorbehandlung im Fokus der weiteren Untersuchung. Um diese genauer zu charakterisieren, wurde ein weiteres vorbehandeltes aber unbeschichtetes Bauteil angefordert, bei dem bereits visuell eine mangelhafte Vorbehandlung erkennbar war (s. Abb. 2).

Die auf dem vorbehandelten Rohteil sichtbaren bräunlichen Ablagerungen bestanden zum Großteil aus Eisenoxid und der silanbasierten

Passivierung. Es konnten bis zu 11% Zirkonium und nur bis maximal 3% Silizium detektiert werden. Typischerweise sind bei einer silanbasierten Passivierung per EDX deutlich geringere Mengen an Zirkonium ($\leq 0,5\%$) detektierbar. Das ließ auf massive Konzentrationsprobleme im Passivierungsbad schließen. Durch zu hohe Konzentrationen der zirkoniumhaltigen Verbindungen wird die Passivierungsschicht unregelmäßig, zu dick und spröde. Es kommt zu kohäsiven Brüchen in der Passivierungsschicht, was mit einem Haftfestigkeitsverlust der Beschichtung und reduziertem Korrosionsschutz einhergeht. Bei solchen kohäsiven Brüchen lässt sich die Passivierung sowohl an der Beschichtungsunterseite als auch auf der Substratoberfläche nachweisen.

Enge Toleranzen beachten

Insbesondere bei zirkoniumhaltigen Passivierungen sind die Bad-Hygiene und enge Toleranzen bei den Stoffmengenkonzentrationen die wichtigsten Faktoren für eine optimale Passivierungsqualität. Es gibt wenige typische Ursachen für zu starke Konzentrationschwankungen, die zu solchen Fehlerbildern führen:

1. Wenn der Zirkoniumgehalt im Prozessbad nicht regelmäßig überprüft wird bzw. eine Konzentrationssteuerung nur über den pH-Wert erfolgt, kann eine Überdosierung der zirkoniumhaltigen Verbindungen übersehen werden. Nachdosierungen nach Zeitplan ohne Konzentrationsmessungen sind nicht sicher.

2. Die Passivierungsbäder arbeiten typischerweise bei Raumtemperatur. Da die eingesetzten Prozessmedien niedrig konzentriert sind, liegen ideale Lebensbedingungen für Mikroorganismen vor, so dass es zu einem mikrobiellen Befall der Aktivbäder kommen kann. Die Mikroorganismen können die zirkoniumhaltigen Verbindungen akkumulieren und entziehen sie somit dem Prozess. Dies fällt dann entweder durch eine messbare Reduzierung des Zirkoniumgehalts oder durch eine lückenhafte Ausbildung der Passivierung auf. Hier kann bspw. die Bildung von Rostflecken nach der Vorbehandlung beobachtet werden. Wird dann die zirkoniumhaltige Komponente nachdosiert, sinkt der pH-Wert des Bades. Dies führt zu einer Abtötung der Mikroorganismen, wodurch die akkumulierten zirkoniumhaltigen Verbindungen wieder freigesetzt werden. Die Folge ist eine schlagartige Überkonzentration.

3. Es kann zu Verschleppung alkalischer Flüssigkeit aus Reinigungsbädern durch die Rohteile oder Wärmeträger kommen. Dadurch erhöht sich der pH-Wert im Vorbehandlungsbad bei gleichbleibender Zirkoniumkonzentration. Wird nur der pH-Wert kontrolliert, so wird in diesem Fall die zirkoniumhaltige Komponente nachdosiert, was wiederum zu einer Überkonzentration der zirkoniumhaltigen Verbindungen führt.

Silanbasierte Passivierungen bieten einen sehr guten Korrosionsschutz, sind jedoch im gegenüber einer Zinkphosphatierung vergleichsweise anfällig gegenüber Prozessschwankungen und müssen intensiver überwacht werden. Die angemessene Schulung von Mitarbeitern/innen ist daher grundsätzlich unerlässlich. ■

Zum Netzwerken:
Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung e.V., Neuss, David Hoffmann, hoffmann@dfo-online.de, Tel. +49 2131 40811-12, www.dfo-online.de



ANZEIGE

**BESSER
LACKIEREN
AWARD 2021**

**Termin
vormerken!**

**25. November
Preisverleihung
Gewinner des
Award 2021**



**Informationen
& Anmeldung**

In Zusammenarbeit mit:



Partner:



Seien Sie dabei, wenn die Gewinner des Awards mit einem feierlichen Online-Event geehrt werden!

Ein exklusiver Fachvortrag wird das Programm vervollständigen.