

Produktionsfehler durch korrekte Vorbehandlung vermeiden

Die Dünnschichtvorbehandlung stellt in vielen Bereichen eine gute Alternative zur Chromatierung oder Zinkphosphatierung dar. In der Praxis sind allerdings zahlreiche Fehlerbilder zu beobachten, die sich jedoch durch eine genaue und korrekte Durchführung des Vorbehandlungsprozesses vermeiden lassen.

Dr. Jens Pudewills

Mit der EU-Altfahrzeugverordnung (Richtlinie 2000/53/EG), die seit 2003 gilt, wurde sechswertiges Chrom weitgehend aus der Automobilindustrie verbannt. Dies betrifft unter anderem die Vorbehandlung von Bauteilen aus unterschiedlichen Substraten vor dem Lackieren. Durch REACH wird die Verwendung der Chromatierung in der allgemeinen Industrie immer weiter eingeschränkt. Daher müssen Alternativen zur Chromatierung gefunden werden. Im Bereich des Fahrzeugbaus hat sich vor allem die Zinkphosphatierung zur Erzielung hoher Korrosionsbeständigkeiten durchgesetzt. Mit der Zinkphosphatierung als Konversionsschicht wird in Verbindung mit der KTL-Beschichtung auf Fahrzeugen die notwendige hohe Korrosionsbeständigkeit erreicht. Allerdings handelt es sich dabei um einen relativ aufwendigen und teuren Prozess. Obwohl das Verfahren sehr gut etabliert ist, wird aus Kostengründen nach weiteren Möglichkeiten gesucht.

Vor- und Nachteile der Dünnschichttechnologie

Eine mögliche Alternative ist die Dünnschichtvorbehandlung. Im weitesten Sinne handelt es sich hierbei um fluoridhaltige Mischoxide des Zirconiums und des Titans, darüber hinaus sind unterschiedliche Mengen einer polymeren Komponente enthalten. Große Vorteile beim Einsatz der Dünnschichtvorbehandlung im Vergleich zur Zinkphosphatierung bestehen in der einfachen Prozessführung, dem geringen Einsatz von Chemikalien, der niedrigen Prozesstemperatur und den ungiftigen Stoffen.



Bild 1 > Der Gitterschnitt zeigt aufgrund der fehlerhaften Vorbehandlung keinen Verbund zwischen Substrat und Beschichtung.



Bild 2 > Die Dünnschichtvorbehandlung bietet keinen Blankmetallkorrosionsschutz, selbst in Innenräumen kann es zur Bildung von Korrosionsprodukten kommen.

Diese Methode wird bereits bei zahlreichen Automobilanbauteilen eingesetzt. Insbesondere bei Aluminiumteilen wird eine sehr gute Korrosionsbeständigkeit erreicht, für Bauteile aus Stahl gibt es ebenfalls Anwendungen. Schwierigkeiten tre-

ten auf, wenn unterschiedliche Materialien wie Aluminium, Zink oder Stahl in demselben Bad vorbehandelt werden sollen (Multimetallvorbehandlung). Im Vergleich zur Chromatierung oder Zinkphosphatierung gibt es bei der Dün-

schichtvorbehandlung große Unterschiede in der Bildung der Konversionsschicht und in der Prozessführung, die eine aufwendigere Prozessüberwachung erfordern.

Überdosierung verursacht Haftfestigkeitsstörungen

Die DFO hat sich Anfang 2010 erstmals intensiv mit der Dünnschichtvorbehandlung auseinandergesetzt. In mehreren Mitgliedsfirmen, die die Dünnschichtvorbehandlung eingesetzt haben, sind sporadische Haftfestigkeitsstörungen aufgetreten. Diese waren meist großflächig und traten für zwei bis drei Stunden in der Produktion auf. Danach waren alle Teile wieder in Ordnung.

Im Rahmen der daraufhin initiierten Untersuchungen hat sich herausgestellt, dass die automatische Baddosierung über den pH-Wert gesteuert wurde. Bei der Produktion kam es allerdings zu Verschleppungen aus der alkalischen Reinigungszone. Hierdurch stieg der pH-Wert im Vorbehandlungsbecken an, woraufhin Vorbehandlungsschemie nachdosiert wurde. Es kam zu einer Überdosierung der Bäder und damit zu einer Überbeschichtung. Da die Schichten in sich spröde sind, konnte die spätere Beschichtung nach dem Einbrennen mit dem Fingernagel leicht entfernt werden. Charakteristisch war auch das Knacken der Beschichtung bei der Durchführung einer Gitterschnittprüfung. In *Bild 1* ist zu sehen, dass die

Beschichtung praktisch keinen Verbund mit dem Untergrund aufwies.

Obwohl die Bestimmung des Wirkmediums relativ aufwendig ist, hat es sich mittlerweile am Markt durchgesetzt, neben dem pH-Wert auch die Chemikalienkonzentration zu überwachen. Enthält das Vorbehandlungsmedium nur Zirkonium- und keine Titanverbindungen, kann eine vereinfachte photometrische Badüberwachung mittels Teströhrchen durchgeführt werden.

Da eine gleichmäßige Konzentration in den Vorbehandlungsbädern sehr wichtig ist, muss gerade bei manueller Badführung auf einen kontinuierlichen Betrieb geachtet werden. Das heißt, bei den Bädern ist in kleinen Schritten regelmäßig die verbrauchte Chemie zu ergänzen. In der Praxis kommt es vor, dass montags die komplette Menge an Vorbehandlungsschemikalien für die Wochenproduktion in das Bad gegeben wird. Feldschäden sind meist die Folge.

Hohe Anforderungen an die Bauteilsauberkeit

Die Schichtbildung erfolgt bei der Dünnschichtvorbehandlung ohne Beizschritt. Während bei der Zinkphosphatierung oder der Chromatierung durch das Anbeizen der Oberfläche geringe Mengen an filmischen Verunreinigungen, wie Öle oder Fette, auf der Oberfläche noch entfernt werden, ist dies bei einer Dünnschichtvorbehandlung nicht der Fall. Dies bedeutet, dass geringste Mengen an filmischen

Verunreinigungen zu Produktionsfehlern durch Haftfestigkeitsstörungen führen.

Üblicherweise liegt die wenige Nanometer dicke Konversionsschicht nur auf dem Schmutzfilm auf. Die Bauteile sehen optisch zunächst in Ordnung aus. Aber innerhalb von sechs bis zwölf Monaten, kommt es im Feld zur Blasenbildung und Haftfestigkeitsstörungen, selbst in Innenräumen. Die filmischen Verunreinigungen, die zu Schäden führen, können dabei so gering sein, dass sie mit dem bloßen Auge nicht sichtbar sind. Dies erschwert die Qualitätskontrolle.

Biologische Kontamination verhindern

Bäder zur Dünnschichtvorbehandlung können bei Raumtemperatur betrieben werden, häufig werden sie auf 35 °C temperiert. Der pH-Wert der Bäder ist mit pH 4 bis 5 sehr mild und es befinden sich keine toxischen Substanzen in den Bädern. Dies wirkt sich positiv auf die Energieeffizienz, die Umwelt und die Werkarbeiter aus, es kann allerdings auch zu Schwierigkeiten führen:

Unter den milden Bedingungen können sich sehr schnell Mikroorganismen entwickeln, die die Bäder an Rändern, Filtern oder Rohrleitungen massiv befallen. Dies führt in der Regel zur Instabilität der Bäder. Produktionsausfälle oder Feldschäden können die Folge sein. In Betrieben werden die Bäder häufig freitags entleert und montags ohne Zwischenreinigung neu befüllt. Empfehlenswert ist eine regelmäßige

Reinigung der Bäder mit Wasserdampf beziehungsweise einem Mikroorganismen abtötenden Aktivmedium.

Eine potenzielle Quelle von „Biologie“ ist häufig auch das VE-Wasser. Wird dieses im Lagertank nicht mit geeigneten Methoden, zum Beispiel Ozonisierung, von Mikroorganismen frei gehalten, so werden schon mit dem Nachfüllwasser Mikroorganismen zugeführt. Besonders dann, wenn das VE-Wasser aus einer Verdampfer-Anlage zur Abwasseraufbereitung stammt. Bei der Abwasseraufbereitung werden häufig bestimmte Stoffe wie Amine oder polymere Bestandteile der Vorbehandlungschemikalien verschleppt, die als Nahrungsgrundlage für die Mikroorganismen dienen.

Korrosionsprobleme beachten

Für den Außeneinsatz eines Bauteils ist eine hohe Beständigkeit der Beschichtung notwendig. Dabei muss beachtet werden, dass die Dünnschichtkonversionsschichten sensibel auf salzhaltige Verunreinigungen reagieren. Werden salzhaltige Kontaminationen, wie sie beispielsweise

im Stadtwasser vorkommen, mit in die Schicht eingebaut, verschlechtert sich die Korrosionsbeständigkeit massiv. Aus diesem Grund muss in der letzten Spüle VE-Wasser eingesetzt werden, auch in den Zwischenschritten sollte teilweise **mit** damit gespült werden. Die Qualität des VE-Wassers ist zuvor zu kontrollieren.

Die Dünnschichtvorbehandlung bietet keinen Blankmetallkorrosionsschutz. Die vorbehandelten Bauteile müssen direkt, am besten in einer Produktionslinie, beschichtet werden. Bei zwischengelagerten Bauteil besteht die Gefahr der Korrosionsbildung. Selbst Fingerabdrücke schützen besser vor Korrosion als **die** die Vorbehandlungsschicht, wie *Bild 2* zeigt. Allerdings verschlechtern Fingerabdrücke wiederum die Haftfestigkeit der Beschichtung.

Fazit

Vorbehandlungsmethoden der Dünnschichttechnologien stellen in vielen Bereichen eine gute Alternative zur Chromatierung oder Zinkphosphatierung dar. Gerade auf Aluminiumbauteilen wird teil-

weise eine bessere Korrosionsbeständigkeit als bei einer Chromatierung erreicht. Allerdings ist die Dünnschichtvorbehandlung weniger tolerant gegenüber Anwendungsfehler und muss in einem kleinen Prozessfenster gefahren werden. Den besten Schutz vor Produktionsfehlern bieten gut ausgebildete Werkarbeiter, die mögliche Fehlerquellen schnell **kennen- erkennen**. Mit dem IGF-Forschungsprojekt „Entwicklung einer Methode zur Inline-Qualitätssicherung nasschemischer, Cr(VI)-freier Konversions- und Anodisierschichten“ arbeitet die DFO daran, die Qualitätskontrolle zukünftig zu erleichtern. //

Der Autor

Dr. Jens Pudewills

Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung e. V.
Neuss, Tel. 02131 40811 20
pudewills@dfo-online.de
www.dfo-online.de