

# Hochwertige Pulverlackschichten setzen eine Vorbehandlung voraus

Vor jeder Pulverbeschichtung kommt die Bauteilvorbehandlung, die mindestens aus einer Reinigung besteht. Wird die Pulverlackschicht Feuchtigkeit ausgesetzt, ist zusätzlich eine Konversionsschicht notwendig, gegebenenfalls mit Grundierung. Spätestens in diesem Fall ist zu prüfen, ob der Betrieb die Voraussetzungen erfüllt.

HANS PFEIFER

Im Bereich der Industrielackierung wird Pulverlack heute aufgrund der umweltverträglichen Verarbeitung und der geringen Abfallproblematik als idealer Beschichtungsmittel angesehen. So verfügt die Pulverlackschicht über eine Reihe von Eigenschaften, die für viele alltägliche Gebrauchsgegenstände ideale Voraussetzungen sind. Besonders die Schlagempfindlichkeit und die allgemeinen exzellenten Haftungseigenschaften auf metallischen Untergründen bestätigen die universellen Eigenschaften des organischen Überzugs. Trotzdem müssen an die verschiedenen Oberflächen vor der eigentlichen Pulverbeschichtung eine Reihe von Anforderungen gestellt werden, um die über die geforderte Gebrauchsdauer nötigen Oberflächeneigenschaften zu gewährleisten.

## Metallisch blanke Oberflächen sind eine Grundvoraussetzung

Wesentlich für diese Gebrauchseigenschaften sind Kenntnisse über die spätere Bauteilanzwendung. Auch sollte bereits bei der Auswahl des Substratwerkstoffs geprüft werden, ob die metallische Oberfläche pulverbeschichtungsfähig ist und ob sie für den vorgesehenen Verwendungszweck die notwendige Basis im Zusammenhang mit einer nachfolgenden Pulverbeschichtung bietet. Für die Gebrauchstauglichkeit – zum Beispiel für die Korrosionsbeständigkeit – eines mit Pulverlack beschichteten Bauteils ist die Art der Vorbehandlung von wesentlicher Bedeutung.

Hans Pfeifer ist Geschäftsführer des IFO Institut für Oberflächentechnik GmbH in 73529 Schwäbisch Gmünd, Tel. (0 71 71) 1 04 07-0, Fax (0 71 71) 1 04 07-50, info@ifo-gmbh.de



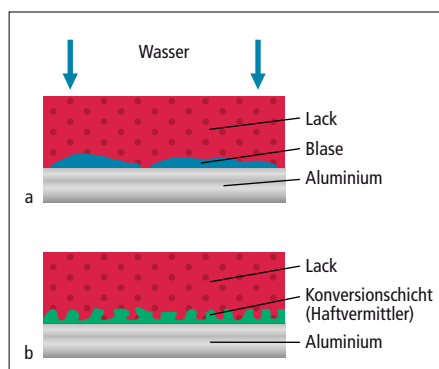
Bild: Weimisch

**Vor der Beschichtung mit Pulverlack werden Aluminiumprofile in einer Mehrstufenanlage entfettet und gebeizt. In der Regel folgt die Abscheidung einer chemisch beständigen Schicht als Haftvermittler und Feuchtigkeitsbarriere.**

Generell gilt als Voraussetzung für eine einwandfreie Beschichtung das Vorhandensein einer metallisch blanken Oberfläche. Diese Voraussetzung wird aber in den wenigsten Fällen erreicht. Meist sind die zu beschichtenden Teile mit artigen oder auch artfremden Rückständen überzogen. Dazu zählen Oxidschichten, Oxidationsprodukte und beim Stahl Rostablagerungen oder Flugrost. Zu den artfremden Schichten zählen Öl-, Fett-, Korrosionsschutzfilme, die teilweise kaum oder nicht sichtbar sind.

Typische Korrosionsschutzschichten werden bei bandverzinkten Oberflächen verwendet, um bei Lagerung Weißrost zu verhindern. Zu den unerwünschten Überzügen zählen auch sogenannte Fließhilfsmittel, besonders bei Tiefziehteilen, oder Trennmittel bei Druckgussteilen. Nicht unerwähnt bleiben dürfen Kennzeichnungen mit Faserstiften sowie Farb- und Kleberückstände. All diese Stoffe wirken wie ein Antihafmittel. Im Extremfall können sie zu Benetzungsschwierigkeiten führen oder Krater bilden.

Wichtig ist auch, zu wissen, dass eine Pulverlackschicht – wie jedes Lacksystem – Wasser, Feuchtigkeit und Wasserdampf aufnehmen kann. In allen drei Formen kann Wasser dann bei entsprechend langer Einwirkzeit bis zum Grundwerkstoff durchdringen. Die Folgen sind im Extremfall wassergefüllte Blasen zwischen Substrat und Lackschicht (Bild 1). Es können sich jedoch auch Oxidations- oder Korrosionsprodukte bilden, zum Beispiel Rotrost bei Stahlteilen, der den Pulverlackfilm nach oben drückt und die Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigt. Auch sich nicht sofort Blasen bilden, kann der auf dem Grundwerkstoff vorhandene Kondenswasserfilm bei mechanischer Beanspruchung der Pulverlackoberfläche zum Abheben des Lackfilms führen (Bild 2).



**Bild 1: Wirkungsweise einer Konversionsschicht.**

a fehlende Konversionsschicht – Wasser diffundiert durch die Lackschicht und führt zur Blasenbildung, b Verankerung des Lacks in der Konversionsschicht – zusätzlich zur Diffusionssperre ist die Haftung bei Feuchteinfluss gewährleistet

### Drei Verfahrensgruppen für die Vorbehandlung

Verfahren zur Vorbehandlung werden in drei Gruppen unterteilt – in die physikalische, mechanische und chemische Reinigung:

► Physikalische Reinigungsverfahren arbeiten mit warmem oder kaltem Wasser, das als Netzmittel einen Emulgatorzusatz enthält – oder mit organischem Lösemittel. Fest haftende oder artfremde Verunreinigungen werden damit nicht immer beseitigt. Insbesondere verbleiben Oxidrückstände auf der Oberfläche. Die physikalische Reinigung dient in der Regel dazu, leicht haftende, in der Flüssigkeit lösliche Substanzen von der Oberfläche zu entfernen.

► Bei der mechanischen Reinigung werden im Bürst-, Schleif- oder Strahlverfahren art-eigene oder artfremde Überzüge von der Oberfläche entfernt. Diese Verfahren bewirken eine optische Veränderung der Oberfläche. Jedoch kommt es durch Aufrauen zu besseren Haftungseigenschaften. Die mechanische Reinigung ermöglicht eine weitgehende Beseitigung von Oxidrückständen.

► Bei der chemischen Reinigung, die auch eine physikalische Reinigung mit einschließt, werden gleichmäßig durch chemisch aktive Substanzen Oxidschichten, Rostablagerungen, aber auch der obere Schichtbereich des Grundwerkstoffs entfernt. Es entsteht eine gleichmäßige – für nachfolgende weitere schichtbildende Verfahren – fettfreie Oberfläche. Meist sind derartige Reinigungsverfahren Bestandteil einer Sprüh- oder Tauchvorbehandlung. Besonders im Tauchverfahren lassen sich in wenig oder schlecht zugänglichen Hohlkammern, zum Beispiel in Bohrungen, störende Beläge beseitigen.

Rohe Stahloberflächen werden je nach Anlieferungszustand mit Lösungen auf Basis

von Salpetersäure, Schwefelsäure oder Salzsäure behandelt, um Zunder oder Oxidschichten zu entfernen (Beizen). Bei feuerverzinkten Teilen findet dagegen meist eine auf Fluoriden basierende saure oder alkalische Oberflächenreinigung statt. Damit ist auch gewährleistet, dass bei einer leichten Weißrostbildung die Beläge rückstandslos entfernt werden. Bei galvanisch verzinkten Teilen ist aber darauf zu achten, dass bei einer auf Fluoriden basierenden Reinigung kein hoher Abtrag stattfindet, weil sonst die wenige Mikrometer dicken Schichten in sauren oder alkalischen Lösungen relativ schnell entfernt werden. Bei Oberflächen aus Edelstahl rostfrei sollten nur chlorfreie saure Reiniger verwendet werden.

Aluminium zählt wie Zink zu den sogenannten amphoteren Metallen. Das heißt: Sie werden sowohl in sauren als auch in alkalischen Lösungen angegriffen. Bei Legierungen mit Zusätzen von Magnesium, Silizium und Zink, insbesondere bei Gussteilen, müssen die Reinigungsbehandlungen kombiniert werden. Zuerst erfolgt eine Behandlung der Teile in alkalischen und danach in sauren Lösungen, um die entsprechenden Oxidschichten und Legierungsbeimengungen rückstandslos zu entfernen. Geschieht das nicht, kann es zur ungenügenden Schichthaftung kommen. Auch bei der chemischen Reinigung von Kupfer und Kupferlegierungen gilt in der Regel die Verwendung von sauren Produkten auf Schwefel- und Salpetersäurebasis. Damit werden auch Zunder oder Oxidschichten rückstandslos entfernt.

Wie bereits erwähnt, muss bei einer Pulverbeschichtung in feuchter Umgebung dafür gesorgt werden, dass Feuchtigkeit nicht

**Bild 2:** Aufgrund einer fehlenden Konversionschicht hat sich nach einem etwa sechs Wochen dauernden Bewitterungstest der Klarlackfilm vom Substrat gelöst.



Bilder: IFO

bis zum Grundwerkstoff vordringen kann. Dies lässt sich prinzipiell auf zwei Arten im Rahmen einer zusätzlichen Vorbehandlung bewerkstelligen: Einmal durch Aufbringen einer Grundierung, die wegen der enthaltenen Bestandteile als sehr „dampfdicht“ gilt, zum andern durch eine chemisch oder elektrochemisch erzeugte Barrierschicht. Diese Grundierung kann natürlich nur dort eingesetzt werden, wo sich die Pulverlackschicht

applizieren lässt – also zum Beispiel nicht in Bohrungen oder Hohlräumen. Ferner spielt die Überzugdicke für die Funktion einer derartigen Grundierung eine wichtige Rolle.

Fast immer wird bei der industriellen Beschichtung durch chemische oder elektrochemische Reaktionen mit einer speziellen Prozesslösung eine sehr dünne, chemisch beständige Schicht erzeugt, die zusätzlich zur notwendigen Haftvermittlungseigenschaft auch

einen teilweise sehr guten Widerstand gegen Feuchteinwirkung bietet. Zu diesen Schichten zählen auch die sogenannten Chrom(VI)-freien Konversionsschichten, die auf der Basis von Zirkon oder Titan und deren inniger Verbindung mit dem Grundwerkstoff einen organischen Überzug bilden, der ähnliche Funktionen wie die klassischen Chromatier- oder Phosphatierschichten hat.

### Bei wenig Feuchtigkeit reicht Eisenphosphatierung aus

Bei Anwendung der Pulverbeschichtung für Stahlteile im Innenbereich mit wenig Feuchtebelastung reicht eine Eisenphosphatierung aus. Dieses Verfahren führt zusätzlich zu den oberflächenreinigenden Eigenschaften – ähnlich wie die physikalische Reinigung – auch zu einer Deckschichtbildung, die zur Verbesserung der Haftung von Pulverlackschichten dient. Für Beanspruchungen im Außenbereich hat sich seit Jahren die Zinkphosphatierung bewährt. Dabei entstehen graue gut sichtbare Schichten, die außer ausgezeichneten Haftungseigenschaften auch einen, wenn auch begrenzten, Korrosionsschutz bieten.

## Konversionsschichten

### Beste Sperre gegen Feuchtigkeit

Generell ist davon auszugehen, dass metallische Oberflächen ohne eine Konversionsschicht für feuchtebelastete Anwendungsfälle nicht geeignet sind. Deshalb sollten für derartige Anwendungen immer nach dem Reinigen die erwähnten sogenannten chemisch oder elektrochemisch erzeugten Konversionsschichten (anodisch erzeugte Oxidschichten) zum Einsatz kommen. Die QIB Qualitätsgemeinschaft Industriebeschichtung e.V., Schwäbisch Gmünd, hat die in der Industriebeschichtungsbranche etablierten Verfahrensvarianten in ihrem Regelwerk (Qualitätsvorschriften) festgelegt und insgesamt fünf Beanspruchungsgruppen zugeordnet, die nachfolgend kurz beschrieben sind.

- ▶ Beanspruchungsgruppe I: Die Teile werden nur im Innenbereich ohne feuchte oder korrosive Beanspruchung verwendet. Die Vorbehandlung kann ein Entfetten und Strahlen oder andere, gleichwertige Verfahren umfassen.
- ▶ Beanspruchungsgruppe II: Die Teile werden vereinzelt oder kurzfristig Temperatur- oder Feuchtebeanspruchungen ausgesetzt. Meist aber befinden sich derartig vorbehandelte Teile im Innenbereich. Zur Vorbehandlung ist eine Eisenphosphatierung oder ein gleichwertiges Verfahren erforderlich.
- ▶ Beanspruchungsgruppe III: Die Teile verfügen über eine Konversionsschicht, die es erlaubt, sie

über eine längere Zeit unter leichten korrosiven und feuchtebelastenden Beanspruchungen zu belassen. Für die Vorbehandlung werden schichtbildende Verfahren benötigt, wie die Chromatierung oder Zinkphosphatierung.

- ▶ Beanspruchungsgruppe IV: Aufgrund der hohen Anforderungen an die aufgetragenen Konversionsschichten ist es möglich, derartige Teile sowohl einer üblichen Korrosionsbeanspruchung als auch einer Feuchtebeanspruchung über die gesamte Nutzungsdauer hinweg auszusetzen. Auch bei dieser Gruppe sind zur Vorbehandlung schichtbildende Verfahren erforderlich.
- ▶ Beanspruchungsgruppe V: Diese ausschließlich für Stahl geltende Gruppe wurde für den schweren Korrosionsschutz von Stahlbauteilen (im Architekturbereich oder Außenbereich gemäß DIN EN 12944 – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme) geschaffen. Für den „schweren“ Korrosionsschutz ist eine Pulverbeschichtung ohne eine ein- oder zweischichtige Pulverlackgrundierung nicht verwendbar. Es empfiehlt sich, dann den Nachweis des Beschichtungstoffherstellers anzufordern, der belegt, dass die extrem hohen Beanspruchungen erfüllt werden. Die Vorbehandlung besteht entweder aus einem schichtbildenden Verfahren oder aus Strahlen mit nachfolgender Grundierung, zum Beispiel Epoxidharz-Haftgrund.

Bei galvanisch verzinkten oder feuerverzinkten Bauteilen stellt derzeit die Gelb- oder Grünchromatierung eine optimale Oberflächenbehandlung zur Bildung einer in fast allen Fällen ausreichenden Haftvermittlungs- und Schutzschicht dar. Die bereits erwähnten Chrom(VI)-freien Korrosionsschutzschichten auf organischer Basis führen bereits zu ähnlichen Eigenschaften wie die zuvor genannten chemisch erzeugten Schichten.

### Polymere Konversionsschichten erreichen gute Ergebnisse

Bei rostfreien Stählen hat sich neben einer chemischen Reinigung bisher für den Außenbereich die Grundierung mit einem dampfdichten Pulverlackgrund bewährt. Seit kurzem gibt es auch Konversionsschichten auf Polymerbasis auf dem Markt, die dort mit gutem Erfolg eingesetzt werden. Auf jeden Fall sollte sich der Auftraggeber von der Verwendungsfähigkeit dieser polymeren Oberflächen vorher überzeugen.

Seit mehr als 50 Jahren ist die Gelb- und Grünchromatierung gemäß DIN 50939 etabliert. Im Automobilbereich kommen zunehmend auch die auf Basis von Titan, Cer und Zirkon aufgebauten Polymerschichten zur Anwendung. Bei einer Beschichtung von Substratkombinationen aus Zink und Aluminium können auch Zinkphosphatierverfahren eingesetzt werden. Eine entsprechende Eignung für beide Oberflächentypen ist aber vorher zu überprüfen.

Bei Metallen wie Kupfer und Kupferlegierungen sind keine konversionsschichtbildenden Verfahren bekannt, die ähnliche Eigenschaften wie bei Stahl oder Aluminium bewirken. Oft werden diese Teile im unbehandelten Zustand eingesetzt, um die sich dann bildende Patina zu nutzen, die auch ein dekoratives Aussehen ergibt. Zwar lassen sich bei diesen Metallen beispielsweise die bereits mehrfach erwähnten Polymerschichten verwenden. Jedoch liegen dazu bisher keine Erfahrungen in größerem Maße vor. **MM**