

1_Die passende Metallvorbehandlung

Inhalt

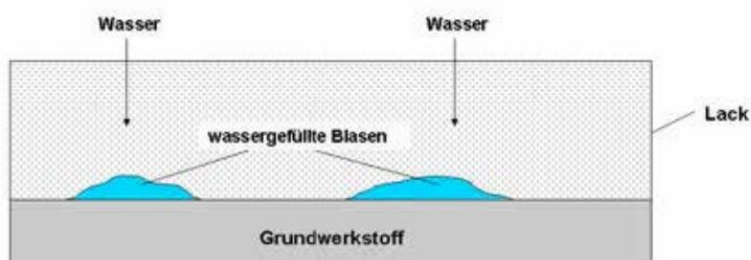
1. Allgemeines	2
2. Arten der Vorbehandlung	3
2.1 Physikalische Reinigung	3
2.2 Mechanische Reinigung	3
2.3 Chemische Reinigung	3
2.3.1 Stahl oder Edelstahl Rostfrei	3
2.3.2 Aluminium	4
2.3.3 Kupfer und Kupferlegierungen	4
3. Arten der Haftvermittlungsschichten / Konversionsschichten	5
4. Festlegung der Beanspruchungsgruppen	6
5. Auswahl der Verfahren für den Anwendungsfall	8

1. Allgemeines

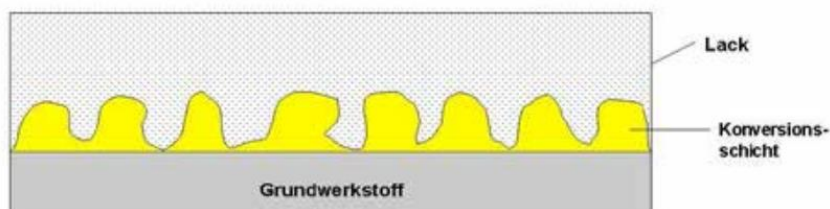
Die Qualität der Vorbehandlung spielt eine entscheidende Rolle für die Korrosionsbeständigkeit und Haltbarkeit von Teilen, die mit Pulver- oder Flüssiglack beschichtet werden. Eine metallisch blanke Oberfläche gilt dabei als grundlegende Voraussetzung für eine einwandfreie Beschichtung.

Häufig weisen die zu beschichtenden Teile arteigene oder artfremde Rückstände auf. Zu den arteigenen Rückständen zählen Oxidschichten und Oxidationsprodukte, während bei Stahl auch Rostablagerungen auftreten können. Artfremde Schichten umfassen Öle, Fette, Korrosionsschutzbeschichtungen und andere Überzüge, die teilweise kaum sichtbar sind (z. B. Passivierungen, Transparentchromatierungen, Schweißsprays sowie eingedrückte Fließ- und Ziehhilfsmittel wie Graphitrückstände, Trennmittel, Farben, Sinterungen und Kleberückstände). Wenn diese Rückstände nicht entfernt werden, können sie entweder als Trennmittel wirken und die Haftung des Lackfilms auf dem Grundwerkstoff beeinträchtigen oder bei einer Neubeschichtung zu sichtbaren Fehlstellen wie Kratern, Stippen oder Benetzungstörungen führen.

Feuchtigkeit, einschließlich Wasser, kann je nach Lage und Beanspruchung durch den Lackfilm bis zum Grundmaterial vordringen und dort teilweise kondensieren. Dies kann zu Blasen oder Lackablösungen führen, insbesondere wenn die Schicht mechanisch beansprucht wird. Die Bildung von Reaktionsprodukten mit Feuchtigkeit, beispielsweise Weißrost auf verzinkten Teilen, kann schnell zu einer Anhebung des Lackfilms aufgrund von Volumenzunahme führen und die Haftung des Lackfilms deutlich reduzieren. Auch das Eindringen anderer Flüssigkeiten wie organische Lösemittel in den Lackfilm kann bei unzureichender Vorbehandlung zu Lackablösungen und Runzelungen führen.



Bei einer fehlenden Konversionsschicht kann Wasserdampf durch den Lackfilm hindurch diffundieren und zur Blasenbildung auf der Grundwerkstoffschicht führen.



Hier ist die Verankerung des Lackfilms in der Konversionsschicht.

Feuchtigkeit, einschließlich Wasser, kann je nach Lage und Beanspruchung durch den Lackfilm bis zum Grundmaterial vordringen und dort teilweise kondensieren. Dies kann dann zu Blasen oder Lackablösungen führen, insbesondere wenn die Schicht mechanisch beansprucht wird.

Die Bildung von Reaktionsprodukten mit Feuchtigkeit, wie beispielsweise Weißrost auf verzinkten Teilen, kann sehr schnell dazu führen, dass der aufgetragene Lackfilm angehoben wird, bedingt durch Volumenzunahme, und zu einer deutlich reduzierten Haftung des Lackfilms führt. Auch das Eindringen anderer Flüssigkeiten wie organische Lösemittel in den Lackfilm kann bei unzureichenden Vorbehandlungsmaßnahmen zu Lackablösungen und Runzelungen führen. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, bei der Vorbehandlung alle möglichen Einflüsse zu berücksichtigen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen, um die Qualität und Haltbarkeit der Beschichtung zu gewährleisten.

2. Arten der Vorbehandlung

2.1 Physikalische Reinigung

Zur physikalischen Reinigung sind alle Verfahren zu zählen, die entweder mit Wasser im warmen oder kalten Zustand mit Netzmittel (Emulgatorzusatz) oder mit organischen Lösemitteln arbeiten. Festhaftende Schmutzablagerungen, auch artfremde Verunreinigungen werden dabei nicht in jedem Fall beseitigt. Oxidrückstände bleiben auf der Oberfläche erhalten. Das Verfahren dient in der Regel nur dazu, leicht haftende, teilweise wasserlösliche Substanzen von der Oberfläche zu entfernen.

2.2 Mechanische Reinigung

Dazu zählen alle Verfahren, bei denen durch Bürsten, Schleifen oder auch Strahlen arteigene oder artfremde Überzüge und Verunreinigungen von der Oberfläche entfernt werden. In der Regel sind diese Verfahren auch mit einer optischen Veränderung der Oberfläche verbunden. Meist führt aber ein Aufrauen der Oberfläche zu einer Verbesserung der Haftungseigenschaften des nachfolgend aufzubringenden Lackfilms. Diese Verfahren ermöglichen auch eine weitgehende Beseitigung von Oxidrückständen. Eine mechanische Reinigung ist, abhängig vom Strahlmittel nur bedingt geeignet Öle, Fette und Chloride zu entfernen.

2.3 Chemische Reinigung

Bei der chemischen Reinigung, die auch eine physikalische Reinigung miteinschließt, werden durch gleichmäßig chemisch aktive Substanzen Oxidschichten, Rostablagerungen sowie die oberen Schichtbereiche des Grundmaterials abgetragen und somit eine gleichmäßig chemisch aktive und völlig fettfreie Oberfläche erzeugt. Die durch Sprühen oder Tauchen aufgetragene Reinigungslösung kann auch in Hohlkammern, innen liegenden, kaum mechanisch zu bearbeitenden Teilbereichen des Werkstückes den für die spätere Beschichtung notwendigen Reinigungserfolg erzielen.

2.3.1 Stahl oder Edelstahl Rostfrei

Rohe Stahloberflächen werden je nach Anlieferungszustand in einer, auf Basis von Salpetersäure, Schwefelsäure oder auch Salzsäure bestehenden Lösung behandelt, um Zunder- oder Oxidschichten zu entfernen. Feuerverzinkte Teile (bandverzinkt/sendzimerverzinkt und stückverzinkt) werden meist in alkalischen Lösungen gereinigt und sauren, fluoridhaltigen Lösungen von leichter Weißrostbildung (Oxidrückstände) befreit.

Stärkere Weißbrostrückstände können nur mechanisch entfernt werden (z. B. durch sweepen). Bei galvanisch und bandverzinkten Oberflächen ist darauf zu achten, dass der Abtrag der relativ dünnen Zinkschicht möglichst gering gehalten wird. Oberflächen aus Edelstahl rostfrei sollten nur mit chlorfreien sauren Reinigungsmitteln behandelt werden, da sonst Lochfraß entstehen kann.

2.3.2 Aluminium

Der Werkstoff Aluminium zählt wie Zink zu den amphoteren Metallen, d. h. sie werden sowohl von sauren, als auch von alkalischen Lösungen angegriffen. Bei Legierungen mit hohen Zusätzen von Silizium, Magnesium oder ähnlichem, müssen die Reinigungsbehandlungen ggf. in alkalischen und danach in sauren Medien kombiniert werden, um nicht oder wenig lösliche Bestandteile von der Oberfläche abzutragen und so eine zur organischen Beschichtung notwendige Reinheit zu erreichen.

2.3.3 Kupfer und Kupferlegierungen

Auch hier gilt in der Regel die Reinigung mit einer sauren Lösung auf Basis von Schwefel- oder Salpetersäure. Auch gilt, dass Zunder- oder Oxidschichten rückstandslos vor der Beschichtung beseitigt werden.

3.Arten der Haftvermittlungsschichten / Konversionsschichten

Zur Untergrundvorbehandlung oder temporärem Korrosionsschutz dienen Umwandlungs- oder Konversionsschichten, die durch chemische oder elektrochemische Reaktion des Grundmaterials mit einer wässrigen Lösung entstehen. Dabei können arteigene Konversionsschichten ausgebildet oder artfremde anorganische Schichten auf die Oberfläche aufgebracht werden. Zu den artfremden Schichten zählen auch No-Rinse-Konversionsschichten oder chromfreie Schichten, bei denen Bestandteile aus der Behandlungslösung in die Schicht eingebaut werden. Charakteristisch für Konversionsschichten ist eine gute Haftfestigkeit, die eine Unterwanderung der Schicht, beispielsweise durch Korrosion, fast immer unterbindet.

Stahl:

Stahloberflächen werden oft durch Eisenphosphatierung mit einer Konversionsschicht versehen, die neben der Haftung des Lackfilms nur eine geringe Korrosionsbeständigkeit aufweist. Für Außenanwendungen oder korrosive Beanspruchungen hat sich die Zinkphosphatierung bewährt. Chromatfreie Konversionsschichten sind ebenfalls möglich. Bei galvanisch verzinkten oder feuerverzinkten Überzügen stellt die Gelb- oder Grünchromatierung und die Zinkphosphatierung die optimalste Behandlung dar. Chromatfreie Konversionsschichten erfüllen fast dieselben Anforderungen an Haftvermittlung und Korrosionsschutz. Bei rostfreien Stählen hat sich bisher nur eine chemische Reinigung mit entsprechender dampfdichter Grundierung bewährt, aber auch chromfreie Konversionsschichten auf Polymerbasis werden erfolgreich eingesetzt.

Aluminium:

Das Standardverfahren seit über 40 Jahren ist die Gelb- oder Grünchromatierung. Aufgrund der REACH-Verordnung werden zunehmend chromfreie Polymerschichten auf Titan- und Zirkonbasis verwendet. Sie können auch im No-Rinse-Verfahren angewendet werden. Spezielle Zinkphosphatierverfahren sind bei Werkstoffkombinationen von Stahl und Aluminium in vielen Fällen geeignet, erfordern jedoch eine gesonderte Eignungsprüfung für Aluminium (Badkontaminierungen). Eisenphosphatierverfahren erzeugen keine ausreichenden Konversionsschichten auf Aluminium.

Andere Metalle:

Bei Kupfer und Kupferlegierungen sind keine konversionsschichtbildenden Verfahren mit den beschriebenen Eigenschaften bekannt, da diese Werkstoffe häufig im Außenbereich ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen verwendet werden, und die sich bildende Oxidschicht ausreichenden Schutz bietet oder eine Patina gewünscht wird. Patinierte Teile lassen sich gut mit organischen Lacken beschichten. Eine Möglichkeit stellt die Verwendung chromfreier Polymerschichten dar, jedoch liegen dazu nur begrenzte Erfahrungen vor.

Für eine optimale Untergrundvorbehandlung und einen effektiven Korrosionsschutz ist es wichtig, die geeigneten Verfahren entsprechend des verwendeten Materials und der Anwendungsbedingungen zu wählen.

4. Festlegung der Beanspruchungsgruppen

Es gibt folgende Einteilung der Beanspruchungsgruppen anhand der Korrosivitätskategorien der DIN EN ISO 12944, DIN 55633.

Beanspruchungsgruppe I

Die Teile werden nur im Innenbereich ohne eine feuchte oder korrosive Beanspruchung verwendet.

Beanspruchungsgruppe II

Die Teile werden vereinzelt bzw. kurzfristig Temperatur- oder Feuchtebeanspruchungen ausgesetzt. Meist aber befinden sich derartig vorbehandelte Teile im Innenbereich.

Beanspruchungsgruppe III

Die Teile verfügen über eine Konversionsschicht, die es erlaubt, sie über eine längere Zeit unter leichten korrosiven und feuchtebelastenden Beanspruchungen zu belassen.

Beanspruchungsgruppe IV

Aufgrund der hohen Anforderungen an die aufgetragenen Konversionsschichten ist es möglich, derartige Teile sowohl den üblichen Korrosionsbeanspruchungen als auch den Feuchtebeanspruchungen über die gesamte Nutzungsdauer hinweg auszusetzen. Eine Ausnahme bilden dabei die speziellen Korrosionsbeanspruchungen wie z.B. Filiformkorrosionsbeständigkeit u.ä. Sie erfordern sowohl bei Stahl als auch bei Aluminium zusätzliche Vorbehandlungs- und Schutzmaßnahmen.

Beanspruchungsgruppe V

Die Teile werden aufgrund der sehr hohen Anforderungen für industrielle und Küsten- sowie Offshore-Bereiche mit einer Schutzdauer von mehr als 15 Jahren mit meist mehrschichtigen Beschichtungssystemen versehen. Bei Aluminium ist dies nur mit einer Voranodisation oder einem 2-Schichtaufbau möglich.

Beanspruchungsgruppe VI

Die Stahl- oder Aluminiumteile werden aufgrund der sehr hohen Anforderungen für industrielle und Küsten- sowie Offshore-Bereiche mit einer Schutzdauer von mehr als 25 Jahren mit meist mehrschichtigen Beschichtungssystemen versehen. Bei Aluminium ist dies nur mit einer Voranodisation möglich.

Eine Gegenüberstellung der Beanspruchungsgruppen mit den Korrosivitätskategorien der DIN EN ISO 12944 Teil 6 „Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme“ und der hierin geforderten Prüfzeiten der neutralen Salzsprühnebelprüfung gibt die nachfolgende Tabelle wieder:

Beanspruchungsgruppe	Prüfdauer gem. DIN EN ISO 12944 Teil 6 (h)	Kurzbezeichnung Korrosivitätskategorie und Schutzdauer gem. DIN EN ISO 12944-6:2018
I	-	C2 (high)
II	250	C3 (medium) C4 (low)
III	480	C2 (very high) C3 (high) C4 (medium) C5 (low)
IV	720	C3 (very high) C4 (high) C5 (medium)
V	1.440	C4 (very high) C5 (high)
VI*	-	C5 (very high)

* nur für Beschichtungen auf verzinktem Grundmaterial mit einer KTL-Grundierung bzw. bei Aluminium mit Voranodisation

5. Auswahl der Verfahren für den Anwendungsfall

Nachfolgend aufgeführt sind die einzelnen Verfahren und ihre Zuordnung zu den Beanspruchungsgruppen:

Mechanische VBH	Beanspruchungsgruppen VBH					
Werkstoffe	I	II	III	IV	V	VI
Stahl	W/E + S	W/E + S	W/E + S	W/E + S	-	-
Stahl Verzinkt	W/E + S	W/E + S	W/E + S	W/E + S	W/E + S	-
Edelstahl Rostfrei	W/E + S	W/E + S	W/E + S	W/E + S	W/E + S	-
Aluminium	W/E + S	W/E + S	W/E + S	W/E + S	-	-

Chemische VBH	Beanspruchungsgruppen VBH					
Werkstoffe	I	II	III	IV	V	VI
Stahl blank	W/E	W/E + FeP	W/E + P-ZnP	W/E + P-ZnP	-	-
Stahl Verzinkt	W/E + FeP	W/E + FeP	P-Cr-ZnP	P-Cr-ZnP	P-Cr-ZnP	-
Edelstahl Rostfrei	W/E	W/E	W/E	W/E	-	-
Aluminium	W/E	W/E	W/E + P-Cr	W/E + P-Cr/VA	W/E + P-Cr/VA	W/E + VA

Erläuterung:

W/E = Waschen/Entfetten

Cr = Chromatieren

S = Strahlen, Sweepen

VA = Voranodisation

P = Polymerschichten (chromfrei)

FeP = Eisenphosphatieren

ZnP = Zinkphosphatieren

+ = Kombination

Anmerkung:

Durch das zusätzliche Aufbringen einer speziellen Grundierung, z. B. auf Epoxidbasis lassen sich die Anforderungen verbessern und die Zuordnung zu einer höheren Beanspruchungsgruppe vornehmen. Für bestimmte Beanspruchungsgruppen ist zwangsläufig eine Grundierung vorzunehmen.