

GALVANISCHE DREIFACHBESCHICHTUNG

Schwarze Schichten mit bestem Korrosionsschutz

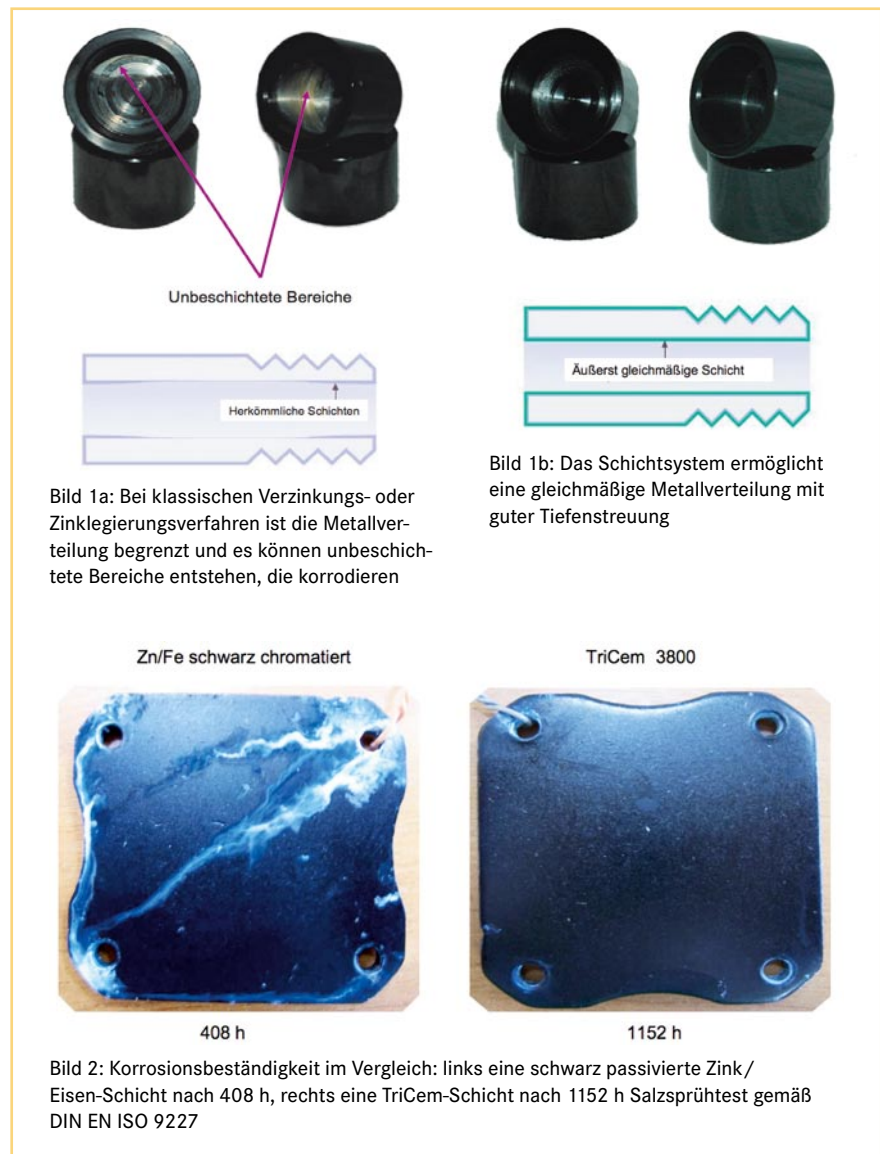
Ein schwarzes, dreistufig aufgebautes Schichtsystem erfüllt selbst extreme Korrosionsschutzanforderungen, wie sie zum Beispiel für Ventile, Getriebe oder auch Leitungen im Schiffsbau gelten. Die äußerst glatte Oberfläche mit hydrophobem Effekt und einem sehr gleichmäßigen Schichtaufbau liefert eine ausgezeichnete Maßhaltigkeit der Bauteile.

— Herkömmliche Zink- oder Zinklegierungsschichten mit schwarzem Finish sind aufgrund ihrer vergleichsweise schwachen Korrosionsschutzeigenschaften meist auf Innenräume beschränkt. Außerdem sind die Metallverteilung und Deckfähigkeit der Zinkschicht begrenzt. Die schwarze Konversionsschicht trägt sich zudem wieder ab und so kann es im Inneren kompliziert gestalteter Bauteile zu unbeschichteten Bereichen kommen (Bild 1a).

Duplexsysteme mit schwarzem Lack oder lackähnlicher Deckschicht kommen wiederum für manche Anwendungen, beispielsweise wenn elektrische Leitfähigkeit der Oberfläche gefordert ist, nicht in Frage. Hier bewährt sich das erstmalig in einer englischen Galvanik eingesetzte Schichtsystem TriCem. Durch die gleichmäßige Metallverteilung mit einer außergewöhnlich guten Tiefenstreuung gehören unbeschichtete Bereiche am Bauteil der Vergangenheit an (Bild 1b).

Hoher Korrosionsschutz

Herkömmliche, einfache schwarzpassivierte Zinkschichten überstehen selbst mit sehr guten Topcoats kaum mehr als 200 Stunden im neutralen Salzsprühstest, bis sie sehr deutliche Zeichen von Zinkkorrosion zeigen. Schwarz passivierte Zink/Eisen- und sogar Zink/Nickel-



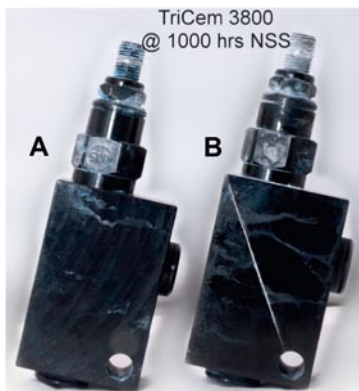


Bild 3: Im Kratztest zeigt sich der kathodische Schutz des Schichtsystems, der die Funktion des Grundmaterials bewahrt. Links (Teil A) ohne Verletzung; die Schicht von Teil B wurde vor dem Salzsprühtest bis zum Grundwerkstoff eingritzt.



Bild 4: Bei einer Gesamtschichtdicke von etwa 20 µm wird der Untergrund eben und es bildet sich eine äußerst glatte Oberfläche aus

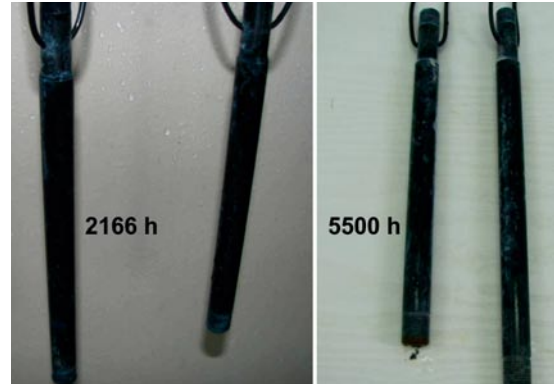


Bild 5: Die dreiwertige Passivierung zeigt in der Langzeitkorrosionsbetrachtung tendenziell bessere Ergebnisse als die sechswertige. TriCem 3850 Black Tri nach 2166 h (links) und nach 5500 h (rechts).

Legierungsschichten halten etwas länger. Je nach Verfahren und Ausführung können 500 Stunden erreicht werden.

Erstaunlicherweise hat sich gezeigt, dass mit TriCem eine tatsächlich tief-schwarze Schicht erzeugt werden kann, die auch nach 1000 Stunden noch keinerlei Zinkkorrosion aufweist (Bild 2). Hier wirken nicht nur die hydrophobierende Abschlusschicht, sondern alle aufeinander abgestimmten Schichten zusammen.

Der Untergrund, die Zinkschicht und auch die Passivierungen beeinflussen sich gegenseitig. Das wurde für galvanische Überzüge vielfach gezeigt und ist aufgrund ihrer riss- und porenhaltigen Struktur auch naheliegend. Der Untergrund bestimmt mit seinem Gitter, seinen spezifischen Störungen und Fehlern sehr stark die inneren Spannungen und die Textur der galvanischen Zink- oder Zinklegierungsschicht.

Mit dem schwarzen Schichtsystem wird im ersten Arbeitsgang eine dichte, glatte und homogene Schicht erzeugt, die die beste Voraussetzung für eine hervorragende Zinklegierungsschicht darstellt. Eine Konversionsschicht, also die so genannte Passivierung, ist ebenfalls umso gleichmäßiger und dichter, je

homogener die Textur der Zink- oder Zinklegierungsschicht vorliegt. Je dichter und schwerer löslich die Passivierungsschicht ist, umso höher ist auch ihr Korrosionsschutz. TriCem-Beschichtungen in verschiedenen Ausführungen zeigen selbst nach mehreren Tausend Stunden Korrosionsprüfung im Salzsprühschrank oder nach langem Praxis-einsatz im maritimen Bereich nur geringe Korrosionserscheinungen.

Tolerant gegenüber Kratzern

Auf Kratzer reagiert das Schichtsystem verblüffend tolerant. Zwei relativ komplexe Bauteile (Bild 3) wurden mit TriCem beschichtet, fertig montiert und einem Salzsprühtest unterzogen. Teil A wurde dabei nicht verletzt, Teil B jedoch

bis zum Grundwerkstoff diagonal eingegritzt. Zwar ist die Kratzspur selbst weiß, aber es zeigen sich auch nach 1000 Stunden keinerlei Anzeichen für Unterwanderung oder Grundmetallkorrosion.

Selbst im Vergleich zu einer Chemisch-Nickel-Beschichtung zeigt sich das Mehrschichtsystem deutlich überlegen. So wurde jeweils ein Rundstab mit Gewinde 20 µm dick beschichtet, einmal mit Chemisch Nickel (mittlerer Phosphorgehalt), einmal mit TriCem. Nach dem Eintauchen in Leitungswasser wies das vernickelte Teil bereits nach 72 Stunden erste Eisenkorrosionsstellen am Gewinde auf und nach 764 Stunden auch deutlich am Schaft, während die Oberfläche des schwarzen TriCem-Stabes vollkommen unverändert war.

Farbe	tief schwarz
Schichtdicke	< 20 µm
Maßhaltigkeit	gleichmäßige Metallverteilung, kein Kantenaufbau, hervorragende Tiefenstreuung
Korrosionsschutz	> 1000 h Salzsprühbeständigkeit ohne Weißkorrosion bei einer Schichtdicke von 12 µm
Haftung	hervorragende Haftung auf allen üblichen Metallen
Oberfläche	äußerst glatte, eingeebnete Schicht mit hydrophobem Effekt
Umweltaspekt	erfüllt mit TriCem 3850 die Anforderungen von WEEE, RoHS, ELV

Das Eigenschaftsprofil des TriCem-Schichtsystems

Eine Schicht, die sich klein macht

Die typische Oberfläche von Bauteilen ist mehr oder weniger rau. Sie weist Spuren der vorausgegangenen Bearbeitung auf, beispielsweise Rillen vom Drehen, Überwälzungen, Fehlstellen und Rauheiten von Gussprozessen, Überlappungen durch Strahlen, Korrosionsnarben und vieles mehr. Diese Rauheit bewirkt eine starke Vergrößerung der effektiven Oberfläche und bietet damit sehr viele Angriffspunkte für Benetzung, biologische Besiedelung und Korrosionsvorgänge. In Kavitäten, kleinen Hohlräumen, können Elektrolytreste und sogar Säuren oder Laugen aus der Vorbehandlung eingeschlossen sein. Verzinkungsverfahren bilden diese Oberfläche ab und vergrößern meist sogar die Rauheit.

Das Schichtsystem ebnet jedoch ein, füllt die Kavitäten und bildet schließlich eine äußerst glatte Oberfläche (Bild 4). Diese Oberfläche ist hydrophob und besitzt damit eine sehr geringe Benetzbarkeit. Wassertropfen perlen ab. Bakterien und Algen können die Oberfläche schlecht besiedeln. Zudem wirken Zinkionen hemmend auf Mikroorganismen. TriCem ist also eine ideale Schicht für den Einsatz in feuchten Medien, bei denen nicht nur die Gefahr elektrochemischer, sondern auch bakterieller Korrosion besteht.

Der Schichtaufbau ist dreiteilig. Eine erste Levelingschicht erzeugt den glatten, homogenen Untergrund, auf dem sich die Schutzschicht störungsarm und wenig verzerrt ausbilden kann. Sie liefert den eigentlichen kathodischen Korrosionsschutz. Die Schwarzchromatierung (TriCem 3800 Black) mit einer Nachtauchlösung oder eine dreiwertige Schwarzpassivierung (TriCem 3850 Black Tri) mit einer Versiegelung bilden die schwarze Oberfläche (Bild 5). Alle oben zitierten Werte wurden sowohl mit sechswertiger als auch dreiwertiger Konversionsschicht erzielt. In der Langzeitkorrosion zeichnet sich sogar eine tendenzielle Überlegenheit der dreiwertigen Passivierung ab.

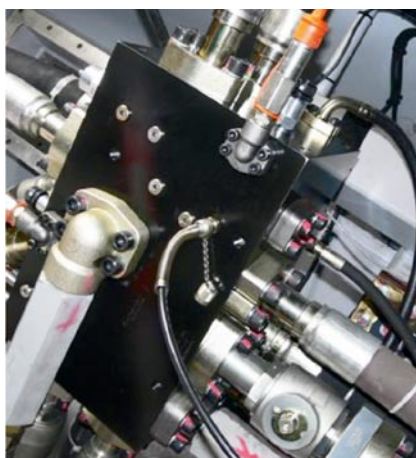


Bild 6: Vor Korrosion gut geschützt: Ein typischer beschichteter Pelamis-Ventilmanifold mit den Maßen 450 x 250 x 280 mm und einem Gesamtgewicht von 128 kg.

Beständig im Meerwasser

TriCem ist see- und meerwasserbeständig. Daher findet diese Schicht ein großes Anwendungsgebiet im Offshorebereich oder in der Erdöl- und Erdgasförderung bei Manifolds, großen Bauteilen von Pumpsystemen mit zahlreichen Anschlüssen, Gewinden, Bohrungen und Sacklöchern. Im harten Einsatz vor der Küste werden die Bauteile vielfältigen Medien, mechanischer Belastung und Temperaturschwankungen ausgesetzt.

An ihre Beschichtung werden daher allerhöchste Ansprüche gestellt. Es hat sich herausgestellt, dass das Beschichtungssystem hierfür ideal ist, denn es besitzt nicht nur eine äußerst gute Korrosionsbeständigkeit, die gerade die Bohrungen gut vor Rost schützt, sie kann auch relativ dünn mit sehr engen Toleranzen aufgebracht werden und ist sehr gut kratzbeständig. Weitere Anwendungsfelder finden sich bei Manifolds für den Landbau, bei Tauchapparaturen, Ankerkettengliedern für mittelgroße Boote, Kränen und Liften, um Boote ins Wasser zu lassen, bei Achsen für Windkraftwerke, Luftströmungsrotoren, Stellschrauben für den Offshorebereich, hydraulischen Kupplungen und Stangen für Lkw sowie in der optischen Industrie, die für Geräte in schwer zugänglichen Zonen schwarze,

maßhaltige Schichten mit sehr guter Beständigkeit benötigt. Der Einsatz für U-Boot-Deckel wird derzeit von der niederländischen Marine getestet.

Einsatz im Pelamis-Projekt

Pelamis ist ein Wellenkraftwerk, also ein Wasserkraftwerk, das die Energie der Meereswellen zur Gewinnung elektrischen Stromes nutzt. Im Unterschied zum Gezeitenkraftwerk wird jedoch nicht der Tidenhub, sondern die kontinuierliche Wellenbewegung genutzt. Neben pneumatischen Kammern, die in ihrer Leistung bisher eher enttäuscht haben, und Rampen, quasi Wellenkonzentratoren, die erst als Prototypen existieren, gibt es das Funktionsprinzip des Auftriebskörpers. Das erste kommerzielle Wellenkraftwerk, das vor der schottischen Nordküste entwickelt und gebaut wurde, besteht aus Auftriebskörpern und ähnelt im Aussehen einer insgesamt 150 Meter langen Seeschlange (griechisch: „pelamis“). Es besteht aus vier miteinander verbundenen, langen Stahlzylindern von 3,5 Metern Durchmesser und drei Energieumwandlungsmodulen. Eine solche Anlage hat eine Nennleistung von 750 kW und wiegt mit Ballast 700 Tonnen. Diese Stahlröhren schaukeln auf den Wellen. In den Gelenken befinden sich Hydraulikpumpzylinder. Durch die Bewegung auf den Wellen wird biologisch abbaubares Öl als Arbeitsflüssigkeit mit einem Hochdruck von bis zu 350 bar durch Röhren mit integrierten Turbinen und Generatoren in die Ausgleichszylinder gedrückt. Das Öl treibt in jedem der Module einen Hydraulikgenerator an, der eine Leistung von 250 Kilowatt erbringt. Neben dem schottischen Wellenkraftwerk wurden 2008 drei weitere Anlagen bei Porto/Portugal in Betrieb genommen. Bei diesem Anlagentyp sind die Ventilmanifolds mit TriCem beschichtet (Bild 6).

Die Autoren:

Bettina Kerle, SurTec Benelux, BKe.NL@SurTec.com, und Patricia Preikschat, SurTec International, Zwingenberg, PP@SurTec.com. www.SurTec.com