

KTL-Pulverlack-Beschichtungssystem

Neue Alternative für höchsten Korrosionsschutz

Ein neues 3-lagiges Beschichtungssystem kombiniert die Vorteile der kathodischen Tauchlackierung mit denen moderner Pulverlacke und übertrifft die Korrosionsbeanspruchungen nach ISO 20340.

Zum Korrosionsschutz von Stahlbauteilen werden heute häufig Beschichtungsverfahren eingesetzt, deren Grundkonzept noch aus den Anfängen des industriellen Zeitalters stammt. Gerade beim schweren Korrosionsschutz ist der Einsatz von Verfahren wie Feuerverzinken oder Flüssiglack-Beschichtungen jedoch mit Nachteilen verbunden.

Die BOT Oberflächentechnik GmbH, Kulmbach, hat daher ein alternatives System entwickelt – eine Kombination von Zinkphosphatierung, kathodischer Tauchlackierung (KTL) und Pulverlacken. Eine aktuelle Prüfung am iLF, Magdeburg, belegt die Korrosionsschutzwirkung des Systems: Die Vorgaben der Basisnorm für Korrosi-

onsschutz DIN EN ISO 12944 werden weit übertroffen. Selbst die extremen Vorgaben der für den Offshore-Bereich geltenden ISO 20340 erfüllt das BOT-System mühelos.

Traditionelle Systeme mit Nachteilen

Die Normen-Reihe DIN EN ISO 12944 ist die grundlegende Hilfe bei Planung, Auswahl und Ausführung der Arbeiten mit Beschichtungssystemen für den Korrosionsschutz von Stahlbauten. Allerdings werden hier aus der historischen Entwicklung der Norm heraus ausschließlich Beschichtungen mit Flüssiglacken beschrieben. „Flüssiglack-Systeme werden allerdings meist erst vor Ort auf der Baustelle aufgebracht“,

so Frank Zimmermann von der Inver GmbH. „Das ist aufwendig, sehr wetterabhängig und zeitintensiv. Zudem erfordert es hochqualifizierte Facharbeiter, die die Schichten so gewissenhaft aufbringen, dass auch tatsächlich ein hoher Korrosionsschutz gewährleistet ist. In der Summe sind Flüssiglack-Systeme für den schweren Korrosionsschutz daher sehr kostenintensiv.“

Zudem erfordert ein hoher Korrosionsschutz mit Flüssiglacken eine entsprechend hohe Schichtdicke, die durchaus mehr als 320 µm betragen kann – der sehr anspruchsvolle norwegische Standard Norsok M-501 fordert sogar Schichtdicken von mehr als 1000 µm.

Eine Alternative zum Flüssiglack sind Zinküberzüge. Doch auch die weit verbreitete Feuerverzinkung hat Nachteile: Zum einen werden im bis zu 460° heißen Verzinkungsbad die Eigenschaften des Stahls beeinflusst; das Bauteil kann sich verziehen, das Materialgefüge ändert sich. Die Folge: Stahl versprödet, an besonders beanspruchten Stellen wie Schweißnähten besteht Bruchgefahr.

Zum anderen korrodiert Zink in aggressiver Umgebung wie im Offshore-Bereich oder in der Chemie-Industrie: Unter anderem bei chlorid- beziehungsweise sulfathaltigen Bedingungen entsteht der sogenannte Weißrost – ein weißer „Staub“, der sich auf der Oberfläche bildet und ein Zeichen dafür ist, dass die Zinkschicht abgetragen wird. Hier muss der Zinküberzug wiederum durch eine Flüssig- oder Pulverbeschichtung geschützt werden (Duplex-Verfahren). Wird diese Lackschicht jedoch beschädigt, droht die Zinkschicht unter dem Lack zu korrodieren. Zwischen Lack-



Das BOT-Beschichtungssystem wird schon seit Längerem erfolgreich eingesetzt, unter anderem bei Landmaschinen

und Zinkschicht bildet sich Weißrost, der wiederum zu einem großflächigen Abplatzen der Lackschicht führt. Dadurch kann das gesamte Korrosionsschutz-System ausfallen.

Kombination von KTL und Pulverlack als Alternative

Doch die Empfehlungen für Beschichtungssysteme in der DIN EN ISO 12944 sind kein Dogma, sondern geben ausreichend Spielraum, innovative Lösungen für einen wirtschaftlichen und effizienten Korrosionsschutz zu berücksichtigen. Das von BOT gemeinsam mit den Firmen Inver, BASF und Henkel entwickelte Kombi-System bietet also eine normgerechte Alternative zu Flüssiglack und Zinküberzug.

Die Basis des Systems bildet die Tauch-Zinkphosphatierung von Henkel. Sie sorgt für eine gute Verankerung der folgenden Beschichtungen und erschwert zusätzlich die Unterrostung an eventuell schadhaften Stellen.

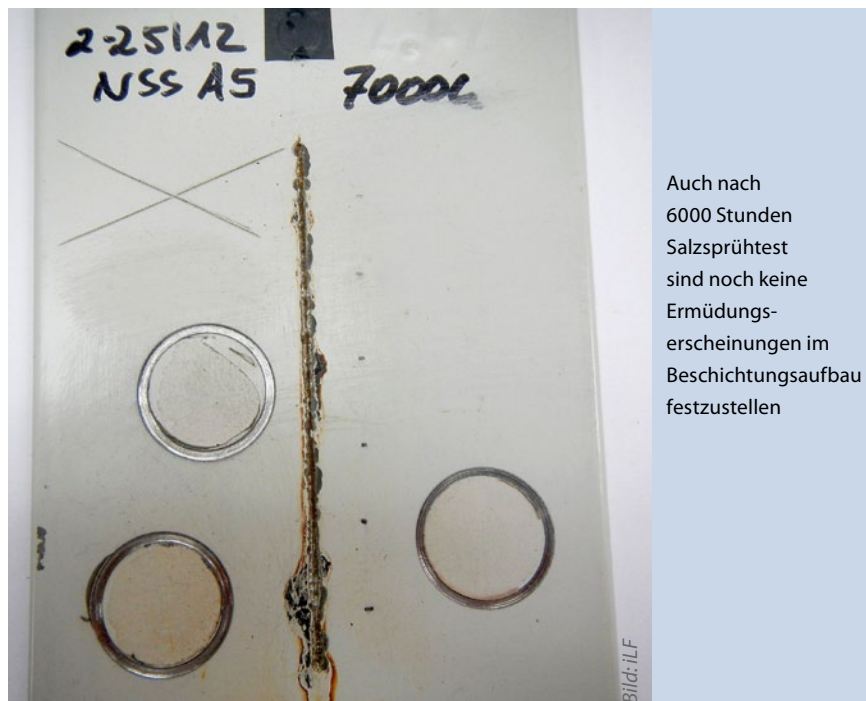
Anschließend erhalten die Bauteile eine KTL-Beschichtung mit Produkten von BASF. Die aus der Automobilbranche bekannte kathodische Tauchlackierung (KTL) ist weitgehend resistent gegen Treibstoffe, Öle, Säuren oder Laugen. Außerdem ist die KTL-Schicht neben der hohen Temperaturbeständigkeit von 150 °Celsius besonders gleichmäßig in der Schichtdicke. Beschichtete Gewinde bleiben gängig und die Passgenauigkeit der Werkstücke vollständig erhalten.

BOT verfügt dafür über eine der größten KTL-Beschichtungsanlagen in Europa: Hier können bis zu 12.200 x 700 x 2300 Millimeter große und bis zu 2 Tonnen schwere Bauteile vollautomatisch beschichtet werden.

Für höchste Anforderungen an den Korrosionsschutz folgt der KTL-Beschichtung eine Grundierung mit einem speziellen Epoxidharz-Pulverlack von Inver, der eine besonders hohe Barrierewirkung bietet.

Den Abschluss bildet schließlich ein hoch-witterungsbeständiger Pulver-Decklack, ebenfalls von Inver, mit dem die unterschiedlichsten Farben realisiert werden können.

Insgesamt beträgt die Schichtdicke des Kombi-Systems nur rund 120 bis 230 µm (abhängig vom jeweiligen



Auch nach 6000 Stunden Salzsprühtest sind noch keine Ermüdungserscheinungen im Beschichtungsaufbau festzustellen



Die Proben mit der BOT-Beschichtung nach 4200 Stunden Seewassertauchttest

Schichtaufbau), also deutlich weniger als bei einem Flüssiglack-System. Zudem wird das Bauteil im gesamten Prozess nur mit Temperaturen von maximal 180 °C belastet (beim Einbrennen des Pulverlacks) – eine Änderung der Materialeigenschaften droht hierbei also nicht.

Laborprüfungen nach DIN EN ISO 12944-6

Dennoch bietet dieses System einen Korrosionsschutz, der weit über den Forderungen der DIN EN ISO 12944 liegt. Das belegt aktuell eine Prüfung im iLF in Magdeburg. Dazu wurde der beschriebene Beschichtungsaufbau auf

Sa 2 ½ gestrahlten Prüfblechen appliziert und umfangreich ausgeprüft. „Das BOT-System erfüllte die Bedingungen der höchsten Beanspruchungskategorie nach DIN EN ISO 12944-6, Im3 ohne Probleme“, so Cornelia Dreyer, Leiterin der Anwendungstechnik am iLF.

Härtetest nach ISO 20340, mit Korrosivitätskategorie C5-M und Lm2

In einem zweiten Schritt wurde das Beschichtungssystem entsprechend der Bedingungen der ISO 20340 geprüft, die die deutlich anspruchsvolleren Anforderungen an Beschichtungssysteme für Bauwerke im Offshore-Bereich be-

Proben-Nr.	Blasen-grad	Rost-grad	Enthaftung d [mm]	Korrosion c [mm]	Kreuz-schnitt	N/mm ²	Bruchbild
P 1/1	0(S0)	Ri 0	d = 0,8 mm	c < 0,5 mm	KW 0	10,0 8,0	100-Y 100-Y
P 1/2	0(S0)	Ri 0	d < 0,5 mm	c < 0,5 mm	KW 0	9,0 12,0	100-Y 40%D 60-Y
P 1/3	0(S0)	Ri 0	d = 0,8 mm	c < 0,5 mm	KW 0	8,0 10,0	10%D 90-Y 100-Y
P 2/1	0(S0)	Ri 0	d = 0,7 mm	c < 0,5 mm	KW 0	10,0 10,5	100-Y 100-Y
P 2/2	0(S0)	Ri 0	d < 0,5 mm	c < 0,5 mm	KW 0	8,0 10,0	100-Y 100-Y
P 2/3	0(S0)	Ri 0	d < 0,5 mm	c < 0,5 mm	KW 0	10,0 10,0	100-Y 10%D 90-Y

P 1 – mit Decklack RAL 7035, P 2 – mit Decklack RAL 5010 (Quelle: iLF)

Prüfergebnisse nach 4200 Stunden Korrosionswechseltest

Proben-Nr.	Blasen-grad	Rost-grad	Enthaftung d [mm]	Korrosion c [mm]	Kreuz-schnitt	N/mm ²	Bruchbild
P 1 /1	0(S0)	Ri 0	d = 0,5 mm	c < 0,5 mm	KW 0	10,0 8,0	100-Y 100-Y
P 1/2	0(S0)	Ri 0	d < 0,5 mm	c < 0,5 mm	KW 0	8,0 14,0	100-Y 100-Y
P 1/3	0(S0)	Ri 0	d = 0,5 mm	c < 0,5 mm	KW 0	7,5 16,0	100-Y 50%D 50-Y
P 1/4	0(S0)	Ri 0	d < 0,5 mm	c < 0,5 mm	KW 0	14,0 12,5	30%D 70-Y 100-Y

P 1 – mit Decklack RAL 7035, P 2 – mit Decklack RAL 5010 (Quelle: iLF)

Prüfergebnisse nach 4200 Stunden Seewassertauchtest

schreibt. Im Vergleich zur DIN EN ISO 12944 wird hier die Prüfzeit um das Dreifache verlängert – von 1440 Stunden auf 4200 Stunden (25 Wochen). Die vorgegebenen Prüfungen Seewassertauchtest und die Prüfung der kathodischen Delamination über je 4200 Stunden wurden genauso wie der zyklische Wechselstest ohne erkennbare Beschichtungsschäden absolviert.

Keine Ermüdungserscheinungen nach 6000 Stunden

Parallel dazu wurden Probestplatten im neutralen Salzsprühstest bis zum Versagen des Beschichtungsaufbaus weitergeprüft. Doch auch hier weist das 3-lagige Beschichtungssystem von BOT keinerlei Ermüdungserscheinungen auf, wie Cornelia Dreyer betont: „Inzwischen haben wir den Salzsprühstest über einen Zeitraum von 6000 Stunden durchgeführt, die Vorgaben der ISO 20340 sind damit weit übertroffen. Doch ich kann immer noch in keinem Wert erkennen, dass der BOT-Beschichtungsaufbau ermüdet. Das ist au-

ßergewöhnlich – üblicherweise zeigen selbst hochwertige Beschichtungen im Nasslackbereich nach dem Prüfzeitraum von 4200 Stunden irgendeine Form der Ermüdung. Das BOT-System zeigt jedoch bislang weder Korrosionserscheinungen oder Blasenbildung noch Enthaftung oder Korrosion vom Ritz ausgehend. Erwartungsgemäß verändern sich Haftungseigenschaften über diese lange Prüfzeit. Die Abrissprüfung nach ISO 4624 zeigt jedoch, verglichen zur Ausgangshaftung, keinerlei Ermüdungserscheinungen, wie Haftzugwerte von 13 N/mm² ohne AB-Bruchbildlage nachweisen.“ Damit ist BOT nachweislich in der Lage, Beschichtungs-Aufbauten zu erzeugen, die langzeit-stabil stark korrosiven Umgebungen ausgesetzt werden können.

In kontrollierter Qualität zur Baustelle

Einen Grund für die hohe Korrosionsbeständigkeit des Beschichtungssystems sieht Zimmermann auch in dem

bei BOT realisierten Beschichtungsprozess: „Mit dem BOT-Verfahren kann ein bereits geschlossener Korrosionsschutzaufbau, der höchsten Beanspruchungsarten genügt, zur Baustelle geliefert werden.“

Dank des automatisierten Prozesses – das Bauteil hängt bei BOT vom Strahlen bis zur Pulverlackierung an einem Fördersystem – kann jeder einzelne Schritt des Beschichtungsaufbaus kontrolliert mit einer wiederholbaren Qualität ausgeführt werden.

Zudem können durch den automatisierten Prozess die einzelnen Komponenten des Beschichtungssystems exakt aufeinander abgestimmt werden – „nur so kann das System das leisten, was jetzt in der Prüfung des iLF nachgewiesen wurde“, betont Zimmermann. Unwägbarkeiten wie Witterung oder Qualifikation der Facharbeiter, wie sie bei den häufig erst auf der Baustelle aufgetragenen Nasslacksystemen vorkommen, spielen keine Rolle mehr. Dadurch ergibt sich ein gewaltiger Kostenvorteil, ist sich Zimmermann sicher: „Ich schätze, dass man 50 Prozent der Beschichtungskosten im Vergleich zum auf der Baustelle aufgetragenen Flüssiglack-System sparen kann.“

Vielfältige Einsatzmöglichkeiten in unterschiedlichen Branchen

Das BOT-System bietet damit sowohl in Bezug auf Korrosionsschutz, als auch hinsichtlich der Kosten eine interessante Alternative zu den „klassischen“ Flüssiglack-Systemen und zu Zinküberzügen. Der Einsatz ist nicht nur im Offshore-Bereich zum Beispiel für die Türme von Windkraftanlagen interessant, sondern auch in jedem anderen Bereich, in dem Stahl korrosiven Medien ausgesetzt ist. So hat sich das Beschichtungssystem bereits in der Praxis zum Schutz von Stahlbauteilen in der Architektur im Küstenbereich, im Wasserbau, bei Land- und Baumaschinen, bei Bahn-Anwendungen oder in der Chemie-Industrie bewährt.

Olaf Meier

Kontakt:

BOT Oberflächentechnik GmbH, Kulmbach,
Tel. 09221 69037-0, info@bot.eu, www.bot.eu