

# Prüfvorschriften und Testmethoden zur Inspektion der Oberflächenvorbereitung

**IMO-PSPC BESCHICHTUNGSTANDARD** Um optimale Bedingungen für ein Korrosionsschutzsystem zu schaffen, ist die korrekte Oberflächenvorbereitung und deren fachgerechte Inspektion von elementarer Bedeutung. Die dabei einzusetzenden Mess- und Beurteilungsmethoden werden im Folgenden erläutert.

Frank Sijling

Der neue "IMO Performance Standard for Protective Coatings" (PSPC), der durch die IMO Resolution MSC.215(82) und MSC.216(82) für alle Schiffsneubauten ab 500 BRZ und für Massengutschiffe ab 150 Metern Länge seit dem 01. Juli 2008 verbindlich ist, verlangt, dass der gesamte Beschichtungsprozess in Ballastwassertanks und Double-Side Skin Spaces von qualifizierten und zertifizierten Beschichtungsinspektoren geprüft und dokumentiert wird. Als Grundlage und Richtlinie gelten die aktuellen internationalen Normen nach ISO, welche teilweise auch als EN ISO und DIN EN ISO erschienen sind oder sich noch in der Bearbeitung befinden. Für die Untergrundvorbereitung und -prüfung wird die ISO 850x-Familie über das Vorbereiten und Prüfen vorgeschrieben. Die primäre Vorbehandlung wird geprüft in Bezug auf:

- ▶ visuelle Reinheit,
  - ▶ Rauheit,
  - ▶ lösliche Salze (NaCl),
  - ▶ Öle, Fette und andere Verunreinigungen,
  - ▶ Temperatur der Stahloberfläche,
  - ▶ relative Luftfeuchte,
  - ▶ Taupunkt.
- Zu den vorgenannten Eigenschaften und Parametern wird bei der sekundären Vorbehandlung zusätzlich geprüft in Bezug auf:
- ▶ Ecken und Kanten,
  - ▶ Schweißperlen,
  - ▶ Schweißspritzer,
  - ▶ Staub.



Prüfarbeiten in einer Doppelhüllen-Leerzelle Foto: Luminous Technologies

Nachfolgend werden alle Prüfvorschriften und Testmethoden im Einzelnen erläutert.

## Visuelle Reinheit

Gemäß IMO-PSPC wird mit der Beurteilung der visuellen Oberflächenreinheit nach ISO 8501<sup>®</sup>, Teil 1 begonnen. Hierbei handelt es sich um ein spiralgebundenes Bildvergleichsbuch im Format DIN A5. Zu jeder Fotografie gibt es eine ausführliche Beschreibung, wie die Oberfläche vor und nach der Bearbeitung auszusehen hat. Der Bildband nach ISO 8501-1<sup>®</sup> beschreibt die Rost- und Oberflächenvorbereitungsgrade nach ganzflächigem Entfernen. Zunächst ist der Rostausgangszustand nach den Rostgraden A, B, C oder D zu bestimmen. Diese Grade sind in der ISO 8501-1<sup>®</sup> wie folgt definiert:

- ▶ Rostgrad A: Stahloberfläche weitgehend mit fest haftendem

ist oder sich abschaben lässt, die aber nur ansatzweise für das Auge sichtbare Rostnarben aufweist.

- ▶ Rostgrad D: Stahloberfläche, von der der Zunder abgerostet ist und die verbreitet für das Auge sichtbare Rostnarben aufweist.

Der Oberflächenvorbereitungsgrad muss dem Strahlgrad Sa2½ entsprechen. Gemäß Definition der ISO 8501-1<sup>®</sup>: Die Oberfläche muss – bei Betrachtung ohne Vergrößerung – frei sein von sichtbarem Öl, Fett und Schmutz und soweit frei von Zunder, Rost, Beschichtungen und artfremden Verunreinigungen, dass verbleibende Spuren allenfalls noch als leichte, fleckige oder streifige Schattierungen zu erkennen sind.

Die besten Ergebnisse werden durch Strahlen nach DIN ISO 12944-4<sup>®</sup> oder durch Hoch-

Zunder bedeckt, im Wesentlichen frei von Rost.

- ▶ Rostgrad B: Stahloberfläche mit beginnender Rostbildung und Zunderabblätterung.
- ▶ Rostgrad C: Stahloberfläche, von der der Zunder abgerostet



Rostgrad B, ISO 8501-1<sup>®</sup>



ISO-Vergleichsmuster B Sa 2½<sup>®</sup>

druckstrahlen Dw3, STG-Richtlinie 2222, erzielt.

Empfehlenswert sind ebenfalls die Bildvergleichsbücher nach ISO 8501<sup>®</sup>-Teil 2 und 4.

Der Teil 2 enthält die Oberflächenvorbereitungsgrade von beschichteten Oberflächen nach örtlichem Entfernen der vorhandenen Beschichtungen. Der Teil 4 beschreibt die Vorbereitungsgrade und Flugrostgrade in Verbindung mit Hochdruck-Wasserwaschen.

Da es bei gestrahlten Oberflächen farbliche Unterschiede geben kann, ist es sinnvoll, eine Probestrichfläche anzulegen, die anhand der Vergleichsbilder mit allen Parteien abgestimmt und dokumentiert werden kann. Diese Probestrichfläche kann während der Strahlarbeiten immer wieder zum Vergleich aufgesucht werden. Zur Dokumentation eignen sich hochwertige Fotografien, eventuell unter Zuhilfenahme eines Messmikroskops mit 20-facher Vergrößerung und Digitalkameraaufsatz.

### Taupunkt

Laut IMO darf das Strahlreinen nicht bei einer relativen Luftfeuchte (rF) über 85 Prozent rF und einer Oberflächentemperatur von weniger als 3 °C über dem Taupunkt ausgeführt werden. Bei plötzlichem Wetterwechsel müssen die klimatischen Bedingungen auch während des Strahlens ständig überwacht werden.

Zur Prüfung, ob Kondensation auf den fertig gestrahlten noch offenen Flächen anliegt, muss ebenfalls kurz vor dem Beschichten und während der Beschichtungsarbeiten diese ständig überwacht und die Oberflächentemperatur gemessen werden. Der vom Taupunktprüfgerät permanent kalkulierte Messwert „delta T“ sagt aus, ob Kondensation an der Oberfläche anliegt (delta T < 3 °C) oder



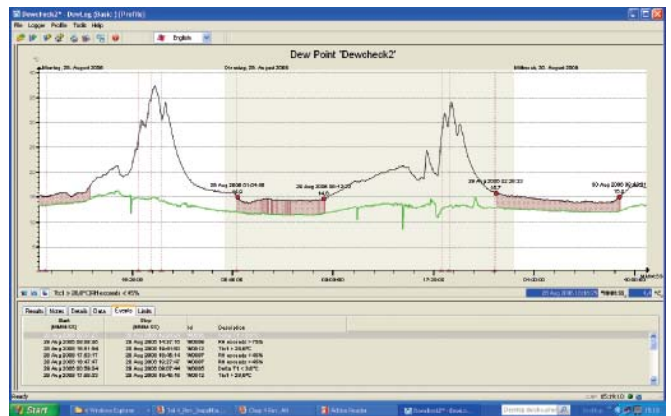
Taupunktprüfgerät

die Fläche zum Beschichten freigegeben werden kann (delta T ≥ 3 °C). Je nach Beschichtungsmittel gilt dies auch für die maximale relative Feuchte zur Applikation wie auch die minimale relative Feuchte zur Trocknung eines Beschichtungsmittels.

Zur Messung ist ein Taupunktprüfgerät einzusetzen, welches der DIN EN ISO 8502-4<sup>®</sup> entspricht. Alle Parameter wie Lufttemperatur, relative Feuchte, Oberflächen- und Taupunkttemperatur, sowie die Differenztemperatur (delta T) zwischen Taupunkt- und Oberflächentemperatur sind mit Datum und Uhrzeit zu dokumentieren. Moderne Geräte wie der DewCheck4 verfügen über mehrere Datenspeicher, Festlegung von Grenzwerten in allen Parametern und die Möglichkeit der Auswertung am PC. Das Gerät kann ebenfalls zur stationären Aufzeichnung verwendet werden. Dies ermöglicht die lückenlose Dokumentation.

### Rauheit

Nach Beendigung der Strahlarbeiten, ist das Rauheitsprofil visuell zu prüfen. Die Rauheit muss zwischen 30–75 µm liegen (die Angabe des Kennwertes fehlt in der IMO-Vor-



DewLog<sup>®</sup> Software-Diagramm Taupunkt- und Stahltemperatur, rot-schraffierte Flächen delta T < 3 °C

schrift). Hierzu wird das ISO-Rauheitsvergleichsmuster nach ISO 8503-1/2<sup>®</sup> vorgeschrieben. Es gibt zwei unterschiedliche Ausführungen, eine für kantiges (grit) und eine für kugeliges (shot), metallisches Strahlmittel. Jedes Vergleichsmuster hat vier Segmente mit unterschiedlichen Rauheiten. Gemäß PSPC wäre die Einstufung für zum Beispiel kantiges Strahlmittel wie Segment 2 und feiner, aber gröber als Segment 1. Das Segment 1 hat eine Rauheit im Kennwert Ry5 von 26,46 µm und das Segment 2 eine Rauheit Ry5 62,7 µm.

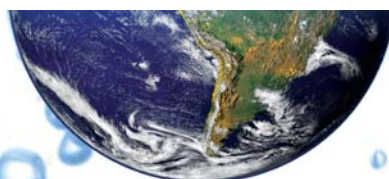
Zur Dokumentation von Absolutwerten empfiehlt sich das so genannte Testex-Verfahren nach der DIN EN ISO 8503-5<sup>®</sup> Abdruckbandverfahren zum Bestimmen der Rauheit. Ein Abdruckband wird einem Dosienspender entnommen und mit einem balligen Stift an die zu prüfende Oberfläche gerieben. Dadurch entsteht ein Abdruck des Rauheitsprofils. Da es Abdruckbänder mit verschiedenen Messbereichen gibt, ist darauf zu achten, das richtige Abdruckband einzusetzen, um Falschaussagen zu vermeiden. Für den Messbereich 30–75 µm ist das Testex-Band mit dem Messbereich 40–115 µm zu

verwenden. Der Abdruck wird mit einem speziellen Präzisions-Foliendickenmessgerät vermessen. Das heißt das Rauheitsprofil wird vom „Tal zur Spitze“ gemessen, das der maximalen Rautiefe entspricht. Vom Ablesewert müssen dann noch 50 µm für die Foliendicke abgezogen werden, um das Messergebnis zu erhalten.

Durch die Schließkraft wird der Abdruck gestaucht und der Messwert nähert sich der durchschnittlichen maximalen Rautiefe. Das heißt also in Richtung des Kennwertes Rz. Laut Anhang A der Norm ergab ein Ringversuch „... dass die Messungen nach dem Abdruckbandverfahren und nach dem mikroskopischen Verfahren (ISO 8503-3<sup>®</sup>) innerhalb der Vertrauensbereiche der Verfahren von 95 Prozent in 11 von 14 Fällen übereinstimmten. Der durchschnittliche Unterschied zwischen den beiden Messverfahren war 4,5 µm...“. Die Standardabweichung beim Abdruckbandverfahren betrug 5,4 µm und beim mikroskopischen Verfahren 8,1 µm. Für Vertrauensbereiche wird üblicherweise die zweifache Standardabweichung festgelegt. Das heißt, dass die gemessene Rauheit mit dem ▶

## OceanGuard™ Ballast Water Management

keine Chemie • keine Verbrauchsmaterialien • minimaler Platzbedarf • höchste Effizienz bei geringem Energieverbrauch



maretrade  
marine equipment distribution

Ihr Vertriebspartner im Norden Europas.

Für mehr Informationen sind wir gerne persönlich für Sie da. Rufen Sie uns an: +49 (0)40 - 611 644 85. Oder besuchen Sie uns im Internet unter [www.maretrade.de](http://www.maretrade.de)



Testex-Messuhr

Abdruckbandverfahren bei einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent nicht mehr als 10,8 µm (2-fache Standardabweichung) vom Nennwert abweicht. Weitere Messverfahren sind das Tastschnittverfahren nach ISO 8503-4° sowie die Profilmessuhr. Beim Tastschnittverfahren ist bei der Auswahl des Messbereiches darauf zu achten, dass die korrekte Cut-off-Länge eingestellt werden kann. Gemäß DIN EN ISO 4288° und 3274 ist für einen Messbereich bis 50 µm Rz eine Cut-off-Länge von 2,5 lr (mm) als Einzelmessstrecke vorgeschrieben. Der Kennwert Rz ist die gemittelte Rauhtiefe der fünf Rz-Werte aus den fünf Einzelmessstrecken lr. Das ergibt eine Taststrecke von insgesamt 15 lr (mm). Beim Messen der gleichen Strahlprobe mit unterschiedlichen Cut-off-Längen wurden von uns folgende Ergebnisse

ermittelt. Mit der richtigen Cut-off-Länge von 8 lr (mm) wurde Rz 55,77 µm gemessen. Mit der falschen Cut-off-Länge von 2,5 lr (mm) wurde Rz 47,68 und bei einer Cut-off-Länge von 0,8 lr (mm) wurden Rz 34,73 gemessen. Im letzten Fall entsprach dies schon fast der Hälfte des tatsächlichen Rauheitsprofils. Die gleichen Abweichungen wurden an unterschiedlichen Strahlproben festgestellt.

**Lösbare Salze und andere Verunreinigungen**

Kurz vor dem Beginn der Beschichtungsarbeiten ist die visuell saubere Oberfläche auf Oberflächenreinheit in Bezug auf lösbare Salze und andere visuell nicht feststellbare Verunreinigungen wie Kondensation, Staub, Öle und Fette zu prüfen. Die technischen Merkblätter und Richtlinien der Beschichtungsstoffhersteller sind vor der Applikation zu klären und abzustimmen.

**Lösbare Salze (NaCl)**

Neue Techniken ermöglichen nun die Messung von kleineren Probenvolumen durch Verwendung der „Direct Sample Procedure“ (DSP). Diese von TQC weiterentwickelte Methode ist gegenüber anderen Methoden um das sechzigfache genauer und entspricht der DIN EN ISO 8502-6° „Lösen von wasserlöslichen Verunreinigungen zur Analyse, Bresle-Verfahren“ genannt. Zur Auswertung wird das Feldverfahren zum Bestimmen von wasserlöslichen Salzen durch Leitfähigkeitsmessung nach DIN EN ISO 8502-9° angewendet. Beide Normen sind

im Zusammenhang gemäß IMO-PSPC anzuwenden.

Zunächst ist, die Temperatur der Stahloberfläche mit einem Kontaktthermometer auf 0,5 °C genau zu ermitteln. Zur Probenahme wird ein Pflaster auf die zu prüfende Oberfläche geklebt. Für das Auswaschen der lösbaren Salze wird 2,5 ml voll entsalztes Wasser verwendet, welches vorher mit einem Leitfähigkeitsmessgerät geprüft wurde.

Moderne Geräte verfügen über eine Dezimalstelle hinter dem Komma und eine automatische Temperaturkompensation von 0 bis +50 °C. Darunter kann nur noch indikativ gemessen werden oder die Proben sind in einer Umgebung oberhalb von 0 °C zu vermessen. Der für die Nullreferenz ermittelte Wert darf nach IMO nicht über 5 µS/cm liegen. Dieser Wert wird notiert. Mit einer Spritze wird das VE-Wasser in

Ergebnis von µS/cm 1:1 nach mg/m² konvertiert. Nach IMO-PSPC ist die maximal zulässige Menge Natriumchlorid (NaCl) ≤50 mg/m².

**Staub**

Zur Beurteilung von Staub auf gereinigten Stahloberflächen vor dem Beschichten ist die Methode nach der Norm DIN EN ISO 8502-3° durchzuführen. Ein Staubtestklebeband wird normgerecht auf die zu prüfende Oberfläche geklebt bzw. angebracht und wieder abgezogen. Nach Teil 2 der Norm wird zum gleichmäßigen Ankleben des Klebebandes eine spezielle Anpressrolle empfohlen, um eine reproduzierbare Anpresskraft auszuüben. Die am Klebeband anhaftenden Partikel werden anhand von Vergleichsbildern nach Menge und Partikelgröße klassifiziert.

Die IMO fordert Staubmenge „1“ für Partikelgrößen nach

Klasse	Beschreibung der Staubpartikel
0	Partikel nicht sichtbar bei zehnfacher Vergrößerung
1	Partikel sichtbar bei zehnfacher Vergrößerung, aber nicht mit normalem oder korrigiertem Sehvermögen (gewöhnlich Partikel mit weniger als 50 µm Durchmesser)
2	Partikel gerade sichtbar mit normalem oder korrigiertem Sehvermögen (gewöhnlich Partikel zwischen 50 µm und 100 µm Durchmesser)
3	Partikel deutlich sichtbar mit normalem oder korrigiertem Sehvermögen (Partikel bis zu 0,5 mm Durchmesser)
4	Partikel zwischen 0,5 mm und 2,5 mm Durchmesser
5	Partikel größer als 2,5 mm Durchmesser

Tabelle 1: Klassen für die Partikelgröße (ISO 8502-3°)

das Pflaster injiziert. Ohne die Spritze herauszuziehen, wird das Wasser zehn Mal zurück in die Spritze gesogen und wieder injiziert. Beim letzten Mal wird soviel Wasser wie möglich aufgesogen und die Spritze herausgezogen, wodurch das ursprüngliche Volumen fast wieder erreicht wird. Von dieser Menge werden 1,5 ml mit dem Leitfähigkeitsmessgerät geprüft und der Messwert, sobald dieser stabil ist, notiert. Von diesem Wert wird die Nullreferenz abgezogen und das

das Pflaster injiziert. Ohne die Spritze herauszuziehen, wird das Wasser zehn Mal zurück in die Spritze gesogen und wieder injiziert. Beim letzten Mal wird soviel Wasser wie möglich aufgesogen und die Spritze herausgezogen, wodurch das ursprüngliche Volumen fast wieder erreicht wird. Von dieser Menge werden 1,5 ml mit dem Leitfähigkeitsmessgerät geprüft und der Messwert, sobald dieser stabil ist, notiert. Von diesem Wert wird die Nullreferenz abgezogen und das

## Anker und Ankerstegketten

- **Anker und Ankerstegketten**  
Anker und HHP-Anker in allen Größen und Gewichten. Ankerketten und Zubehör. 12,5 mm bis 162 mm.
- **Güteklassen:**  
II, III und IIII.
- **Klassifikationen:**  
DNV, BV, LRS, ABS, GL.

**SEACAT  
SCHMEDING**

Tel.: +49 40 373 646  
Fax: +49 40 367 373  
hamburg@seacat-schmeding.com  
www.seacat-schmeding.com

Wir haben ein großes Lager und können weltweit liefern.



**Staubtest-Anpressrolle nach ISO 8502-3° Teil 2**

### Öle, Fette

Zur Prüfung von gereinigten Oberflächen vor dem Beschichten auf visuell nicht feststellbare Verunreinigungen wie Öle und Fette ist der DIN-Fachbericht 28 empfehlenswert.

Neben den darin beschriebenen zum Teil aufwändigen chemischen Verfahren bietet sich für den Nachweis im Feldeinsatz der Wassersprühstest oder die Fluoreszenzprüfung an. Beim Wassersprühstest wird die Oberfläche 30 Sekunden fein mit kaltem Wasser ein-

genebelt. Fließen die Tropfen zusammen, ist die Oberfläche fettfrei.

Für die Fluoreszenzprüfung muss zunächst anfallendes Fremdlicht abgeschirmt werden. Verschiede Öle und Fette werden beim Bestrahlen mit UV-Licht sichtbar. Dieses Verfahren erfordert jedoch Erfahrung beim Ermitteln solcher Verunreinigungen. Es eignet sich besonders, wenn die Art der Verunreinigungen und ihre Fluoreszenzeigenschaften bekannt sind.

### Schweißnähte, Kanten, Oberflächenfehler

Als Grundlage zur Beurteilung dient die Norm DIN EN ISO 8501°-Teil 3: Vorbereitungsgrade von Schweißnähten, Kanten und anderen Flächen mit Oberflächenunregelmäßigkeiten. In diesem Normblatt sind technische Skizzen der unterschiedlichen Vorbereitungsgrade ausführlich beschrieben. Für eine beschichtungsgerechte Oberflächenvorbereitung nach DIN EN ISO 8501-3° sind Schweißnähte grundsätzlich durchzuschweißen. Sie müssen frei von Schweißspickeln, Kerben, Poren und scharfen Kanten sein. Unzulässige Schweißnahterhöhungen, Überstände und zu tiefe Raupentäler sind zu beseitigen. Zu scharfe Kanten sind auf einen Radius von mindestens 2 mm abzurunden, um zu gewährleisten, dass auf der Schnittkante eine ebenso dicke Schicht aufgetragen werden kann wie auf den übrigen Flächen. Auf zu scharfen Kanten kommt es sonst zur sogenannten Kantenflucht bei der Beschichtung.

### Dokumentation

Alle gewonnenen Ergebnisse sind nach IMO in einem „Coating Technical File“(CTF) zu dokumentieren, welches ein Schiff das gesamte Schiffsleben lang begleitet. Dies betrifft auch zukünftige Inspektionen, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten.

### Vorbehandlungstestkoffer nach IMO-PSPC

TQC bietet insbesondere Beschichtungsinspektoren zur Überwachung und Abnahme strahlgereinigter Stahloberflächen einen Koffer an, der alle vorgeschriebenen Mess- und Prüfmittel zur Inspektion bei der Vorbehandlung und vor dem Beschichtungsprozess im Stahl- und Schiffsbau beinhaltet.

### Der Autor:

**Frank Sijlsing,**  
Technical Sales and  
Management PPA,  
TQC GmbH, Hilden

The Flagship Maritime Trade Fair in Northeast Asia.



# Shiptec China 2010

26 - 28 October 2010, Dalian World Expo Center  
Dalian, Liaoning Province, China  
[www.shiptec.com.cn](http://www.shiptec.com.cn)

Welcome to join us and take part in the growth of the Chinese shipbuilding in the northern region.

Sponsors:  
China Association of the National Shipbuilding Industry  
China Shipowners' Association  
The Chinese Society of Naval Architects & Marine Engineers  
Dalian Municipal People's Government

Organizer:  
Dalian Xinghai Exhibitions Co., Ltd.

Media Supporter:  
DVV Media Group GmbH



Tel: +86-411-3991-6911 / 3991-6904 E-mail: [shiptec.china@gmail.com](mailto:shiptec.china@gmail.com)