Werknorm	Stand: 2020-08

AN 400 Teil 2

Korrosionsschutz von Kaufteilen

Erstellt von: P. Kießling, PEQAC

Ersetzte Version: 2019-01

Inhalt:

1. Geltungsbereich
2. Allgemeines
3. Beschichtung
3.1 Mitgeltende Normen
3.2 Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz
3.3 Freigegebene Beschichtungsprodukte
3.4 Anforderungen an das Oberflächenprofil
3.5 Oberflächenvorbereitung
3.6 Grundbeschichtung von Motor- und Turboladerkomponenten
3.7 Prüfung von Beschichtungen
3.8 Kathodische Tauchlackierung (KTL-Beschichtung)
3.9 Pulverbeschichtung
Neuerung
4. Temporärer Korrosionsschutz
4.1 Mitgeltende Normen
4.2 Anforderungen
4.3 Dampfphasenkorrosionsschutz (VCI-Methode)
4.4 Sperrschichtmethode
5. Prüfung und Dokumentation

Anhänge:

- Anhang C der AN 410 Teil 1.1 / Anhang 1 der AN 400 Teil 2
  Beschichtungssysteme und validierte Beschichtungsprodukte

- Anhang 2
  Wischtest zum Nachweis der Vernetzung eines zweikomponentigen Beschichtungssystems

- Anhang D der AN 410 Teil 1.1 / Anhang 3 der AN 400 Teil 2
  Beispielbilder zur Beschichtung von Turboladerteilen
  (separates Dokument)

1. Geltungsbereich

Diese Norm beschreibt die Anforderungen an den Korrosionsschutz von Komponenten und Baugruppen, die von der MAN Energy Solutions (MAN ES) an ihre Lieferanten gestellt werden. Die Angaben dieser Norm besitzen allgemeine Gültigkeit für alle Fälle, in denen ein temporärer Korrosionsschutz oder eine Beschichtung über den Bestelltext oder über eine Zeichnungsangabe gefordert wird.

 Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

AN 400 Teil 2

Korrosionsschutz von Kaufteilen

2. Allgemeines

Die Verantwortung für die korrekte Ausführung der Korrosionsschutzmaßnahmen und für die Sicherstellung eines korrosions- und beschädigungsfreien Anlieferzustandes liegt beim Lieferanten. Die Lackierung bzw. Konservierung muss zusammen mit der Verpackung und geeigneten Ladungsträgern insgesamt ein sinnvolles Konzept ergeben, damit Kaufteile in jeder Hinsicht sicher transportiert und gelagert werden können. Insbesondere für die Warenanlieferung am MAN ES Standort Augsburg sind die Vorgaben des Logistiklastenheftes zu beachten. Verpackungen von Kaufteilen sind so auszulegen und umzusetzen, dass es für die Dauer des Transportes und der Lagerung nicht zur Bildung von korrosionsförderndem Kondenswasser innerhalb der Verpackung kommen kann.

Bei erstmaliger Anwendung der benötigten und geforderten Produkte wie z. B. Reinigungsmittel, Beschichtungsstoffe, Konservierungsmittel, VCI-Träger und spezielle Verpackungsmaterialien, ist eine Beratung durch den Hersteller obligatorisch. Das Beschichten, Konservieren und Verpacken ist von fachkundigem Personal durchzuführen. Abhängig von den durchzuführenden Korrosionsschutzmaßnahmen ist vom Lieferanten eine entsprechende Dokumentation zu erstellen, wie im Abschnitt 5 dieser Norm definiert.

Es ist in jedem Fall darauf zu achten, dass sich vor dem Verpacken die Lösungsmittel aus verwendeten Beschichtungsstoffen und Konservierungsmitteln vollständig verflüchtigt haben und aufgebrachte Lacke vollständig getrocknet sind.

3. Beschichtung

3.1 Mitgeltende Normen

Auf die nachfolgend aufgelisteten Normen wird im Gesamten oder in Teilen im Abschnitt 3 und 5 der AN 400 Teil 2 Bezug genommen. Die genannten Normen gelten in der jeweils aktuellen Ausgabe.

ISO 2808, Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Schichtdicke

ISO 3274, Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Nenneigenschaften von Tastschnittgeräten

ISO 4287, Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit

ISO 8501-1, Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit – Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen

ISO 8502-3, Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit – Teil 3: Beurteilung von Staub auf für das Beschichten vorbereiteten Stahloberflächen (Klebeband-Verfahren)

ISO 8502-4, Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit – Teil 4: Anleitung zum Abschätzen der Wahrscheinlichkeit von Taubildung vor dem Beschichten

Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

ISO 8502-6, Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit – Teil 6: Lösen von wasserlöslichen Verunreinigungen zur Analyse – Bresle Verfahren

ISO 8502-9, Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit – Teil 9: Feldverfahren zum Bestimmen von wasserlöslichen Salzen durch Leitfähigkeitsmessung

ISO 8503-1, Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen – Teil 1: Anforderungen und Begriffe für ISO-Rauheitsvergleichsmuster zur Beurteilung gestrahlter Oberflächen

ISO 8503-2, Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen – Teil 2: Verfahren zur Prüfung der Rauheit von gestrahltem Stahl – Vergleichsmusterverfahren

ISO 8503-4, Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen – Teil 4: Verfahren zur Kalibrierung von ISO-Rauheitsvergleichsmustern und zur Bestimmung der Rauheit - Tastschnittverfahren

ISO 12944-1, Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 1: Allgemeine Einleitung

ISO 12944-2, Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen

ISO 12944-4, Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung

ISO 12944-7, Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten

ISO 19840, Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Messung der Trockenschichtdicke auf rauen Substraten und Kriterien für deren Akzeptanz

3.2 Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz

Es ist sicherzustellen, dass Risiken für die Gesundheit, für die Sicherheit und für die Umwelt auf ein Minimum begrenzt werden. Es gelten die unter Punkt 6 aufgeführten Vorgaben der ISO 12944 Teil 1. Die Sicherheitsdatenblätter und Produktinformationen der Hersteller zu den in dieser Norm spezifizierten Beschichtungsprodukten sind zu beachten.

Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

3.3 Freigegebene Beschichtungsprodukte

In Anhang 1 dieser Norm sind die Beschichtungssysteme aufgeführt, die für die unterschiedlichen Einsatzbereiche vorgesehen sind. Die Beschichtungssysteme sind entsprechend auf die Anforderungen der jeweiligen Einsatzbereiche abgestimmt, u. a. im Hinblick auf die thermische und chemische Beständigkeit, auf die erforderliche Korrosivitätskategorie, sowie auf die dekorativen Anforderungen. Jedem Beschichtungssystem ist ein konkretes Beschichtungsprodukt zugeordnet bzw. mehrere alternativ zu verwendende Beschichtungsprodukte unterschiedlicher Hersteller. Bei Nennung mehrerer Beschichtungsprodukte für ein Beschichtungssystem sind die Alternativen als gleichwertig anzusehen. Allerdings muss innerhalb einzelner Kundenprojekte darauf geachtet werden, dass für die finale Beschichtung im Sichtbereich jeweils nur eine Produktalternative durchgehend eingesetzt wird. Werden durch eine neue Version der AN 400 Teil 2 bestimmte Beschichtungsprodukte ersetzt, so dürfen die lagerhaltigen Produkte der Vorgängerversion noch im Rahmen ihrer Haltbarkeit aufgebraucht werden. Es sei denn, die Verwendung eines bestimmten Beschichtungsproduktes wird explizit ausgeschlossen.

3.4 Anforderungen an das Oberflächenprofil

Um einerseits die benötigte Haftung der Beschichtung zu gewährleisten und andererseits sicherzustellen, dass auch die Spitzen des Oberflächenprofils ausreichend bedeckt werden können, gelten die nachfolgenden Vorgaben für die Rauigkeit von Metallsubstraten.

Rauigkeit glatter (z. B. bearbeiteter) Metalloberflächen:
Für eine Beschichtung vorgesehene Metalloberflächen müssen mindestens eine Rauigkeit analog dem für die jeweilige Bearbeitungsmethode vorgesehenen Rugotest Vergleichsmuster N 7 aufweisen. Das entspricht einem Mittenrauwert R_a von mindestens 1,6 µm bzw. einer mittleren maximalen Rautiefe $R_{y5} \geq 8$ µm. Alternativ kann das Tastschnittverfahren nach ISO 3274 angewandt werden. Diese Oberflächenrauigkeiten sollten schon in der Zeichnung festgelegt und bei der Fertigung berücksichtigt werden. Andernfalls müssen zu glatte Flächen im Zuge der Oberflächenvorbereitung entsprechend angeraut werden.

Rauigkeit gestrahlter Metalloberflächen:
Auf zu strahlenden Oberflächen muss mittels eines geeigneten Strahlverfahrens und geeignetem Strahlmittel eine mittlere maximale Rautiefe R_{y5} von 25-100 µm erreicht werden. Für große Gusseisenteile wie Zylinderkurbelgehäuse ist ein R_{y5}-Wert von bis zu maximal 300 µm zulässig. Zur Überprüfung der Rautiefe können ISO-Rauheitsvergleichsmuster nach ISO 8503-1 verwendet werden oder das Tastschnittverfahren entsprechend der ISO 8503-4 herangezogen werden.

 Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

3.5 Oberflächenvorbereitung

Eine adäquate Oberflächenvorbereitung ist Grundvoraussetzung für die Funktionsfähigkeit der nachfolgenden Beschichtung. Vor der Beschichtung müssen Oberflächen so vorbereitet werden, dass alle Anforderungen des jeweiligen Beschichtungsstoffs erfüllt sind und die Beschichtung ihr volles Leistungsspektrum entfalten kann. Insbesondere müssen zu beschichtende Oberflächen frei von Fett, Staub und Feuchtigkeit sein. Des Weiteren dürfen sie keine Verunreinigungen wie beispielsweise Sandreste, verbliebenes Strahlmittel, Rost, Schlacke, Schweißperlen und Schweißtrennmittel aufweisen. Für die Vorbereitung zu beschichtender Oberflächen ist unter Punkt 6 der ISO 12944 Teil 4 eine geeignete Methode zu wählen. Für gestrahlte Flächen auf Gusseisen, Stahl und Aluminium, die zur Beschichtung vorgesehen sind, müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Die Bedingungen für den Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ nach ISO 8501 Teil 1 müssen erfüllt sein und visuell überprüft werden.

- Menge und Größe von Staubpartikeln, bestimmt nach ISO 8502 Teil 3, dürfen jeweils die Klasse 3 nicht übersteigen.

- Der Salzgehalt auf der Oberfläche, bestimmt mit dem Bresle-Verfahren nach ISO 8502 Teil 6 und 9, darf 42 mg/m^2 nicht übersteigen.

- Der Korrekturwert zur Berücksichtigung der Oberflächenrauheit bei der nachfolgend Bestimmung der Trockenschichtdicke muss nach ISO 19840 ermittelt werden.

Vor der Beschichtung einer glatten Metallfläche ist solange zu reinigen, bis die Benetzbarkeit durch eine Testtinte mit einer Oberflächenspannung von 38 mN/m oder höher erreicht werden kann. Zur Überprüfung dienen Testtinten mit definierter Oberflächenspannung, z. B. von arcotest GmbH, Mönsheim, www.arcotest.info. Ebenfalls darf der Salzgehalt auf der Oberfläche, bestimmt mit dem Bresle-Verfahren nach ISO 8502 Teil 6 und 9, nicht über 42 mg/m^2 liegen.

Vor der Folgebeschichtung einer bereits beschichteten Fläche ist anhand der Produktinformationen des Herstellers der Grundbeschichtung zu klären, ob ein Zwischenschliff nötig ist und dieser ggf. durchzuführen.

Bei sämtlichen Beschichtungsarbeiten muss sichergestellt werden, dass sich keine Feuchtigkeit auf dem Substrat niederschlägt. Daher muss die Temperatur der zu beschichtenden Oberfläche über die Dauer des gesamten Beschichtungsprozesses hinweg mindestens 3 K über dem nach ISO 8502 Teil 4 bestimmten Taupunkt liegen. Bei schwankenden klimatischen Verhältnissen, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von über 85 %, bei einer Temperatur der Umgebungsluft von unter 5 °C oder bei einer Temperatur der Substratoberfläche von über 30 °C darf generell nicht beschichtet werden.

Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

3.6 Grundbeschichtung von Motor- und Turboladerkomponenten

Die über diese Norm geforderte Grundbeschichtung von Kaufteilen bezieht sich auf die erste Beschichtung, die auf die Metalloberfläche eines Bauteils aufgebracht wird. Nicht in jedem Fall folgt auf die Grundbeschichtung auch eine Folgebeschichtung oder Decklackierung, sodass die Grundbeschichtung in einigen Fällen auch die alleinige Beschichtung und somit die Endbeschichtung einer Oberfläche darstellt. Im Einzelfall kann die Grundbeschichtung eines Teils auch als mehrlagiger Schichtaufbau spezifiziert werden. Bei Gusseisenteilen erfolgt die Grundbeschichtung i.d.R. vor der mechanischen Bearbeitung. Bei abnahmepflichtigen Teilen darf eine Beschichtung erst nach der Abnahme erfolgen.

Die geforderten Beschichtungen auf Kaufteilen werden über den Bestelltext, über Zeichnungsangaben oder über Qualitätsrichtlinien spezifiziert und dem Lieferanten teilebezogen mitgeteilt. Im Falle uneinheitlicher Vorgaben hat der Bestelltext Vorrang. Ist eine Nasslackierung vorgesehen, wird i.d.R auf die freigegebenen Beschichtungssysteme in Anhang 1 verwiesen. Für KTL- oder Pulverbeschichtungen siehe Abschnitte 3.8 und 3.9. Ohne eine Angabe zum Farbton gilt der Standardfarbton des jeweiligen Beschichtungssystems.

Zur zusätzlichen Verdeutlichung der Bestelltextangaben sind die beschichteten und unbeschichteten Flächen auf Turbinenzu- und -abströmgehäusen sowie auf Lager- und Verdichtergehäusen in dem als separates Dokument erhältlichen Anhang 3 der AN 400 Teil 2 anhand von farblich gekennzeichneten Beispielbildern dargestellt.

Wenn nicht abweichend über den Bestelltext, die Zeichnung oder eine Q-Richtlinie mitgeteilt, dürfen Flächen, die über die Zeichnung als bearbeitet ausgewiesen sind, nicht grundiert oder lackiert werden. In Fällen, in denen eine Beschichtung auf schwer zugänglichen Bereichen - insbesondere in Innenräumen - gefordert wird, muss die Beschichtung unterbleiben und Rücksprache mit MAN SE gehalten werden, wenn seitens des Lieferanten keine prozesssichere Oberflächenvorbereitung, Beschichtung und anschließende Qualitätskontrolle gewährleistet werden kann. Für die Ausführung der Beschichtungsarbeiten gelten die Vorgaben der ISO 12944-7. Sämtliche korrosionsgefährdeten Metallflächen müssen konserviert sein. Unbeschichtete, korrosionsgefährdete Metallflächen erhalten einen temporären Korrosionsschutz nach Abschnitt 4.

3.7 Prüfung von Beschichtungen

Die in Anhang 1 aufgelisteten Beschichtungsstoffe wurden auf ihre Eignung für die jeweiligen Anwendungsbereiche geprüft und erfüllen bei korrekter Anwendung alle an sie gestellten Anforderungen. Folgende Prüfungen sind durchzuführen, um die Qualität applizierter Schichten sicherzustellen:

- Um die Nassschichtdicke während der Applikation zu kontrollieren, empfiehlt sich die Messung mit einem Messkamm nach ISO 2808. Dabei ist der prozentuale Volumenfestkörpergehalt des jeweiligen Beschichtungsproduktes und der Verdünnungsgrad zu berücksichtigen.

- Die Ermittlung der Trockenschichtdicke erfolgt auf Grundlage der ISO 19840 und der für jedes Beschichtungsprodukt spezifizierten Sollschichtdicke bzw. maximalen Trockenschichtdicke (max. TSD). Dabei gelten die Annahmekriterien der ISO 19840.

- Eine Prüfung auf Aushärtung zweikomponentiger Beschichtungsstoffe erfolgt durch einen Wischtest, wie in Anhang 2 beschrieben.

 Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

- Nach der Aushärtung einer Beschichtung muss das beschichtete Teil visuell kontrolliert werden, um eventuelle Beschichtungsfehler und -defekte wie z. B. Blasen, Poren oder Läufer festzustellen.

- Zerstörende Prüfungen zur Beurteilung der Haftfestigkeit wie Gitterschnitt- und Kreuzschnittprüfungen oder Abreissversuche sind nur in Sonderfällen nötig und zugelassen. Durch Prüfungen beschädigte Stellen in einer Beschichtung erfordern ein Ausbessern.

Für die Überwachung der Beschichtungsarbeiten gelten die Vorgaben der ISO 12944-7.

3.8 Kathodische Tauchlackierung (KTL-Beschichtung)

Wird über den Bestelltext oder eine Zeichnungsangabe eine Grundbeschichtung im KTL-Verfahren gefordert, sind folgende Beschichtungsprodukte zugelassen:

- *25 µm Sollschichtdicke, 40 µm maximale Trockenschichtdicke*
  Axalta Aqua EC 3000
  Kathodischer Elektrotauchlack auf Epoxidharzbasis
  www.axalta.com

- *25 µm Sollschichtdicke, 45 µm maximale Trockenschichtdicke*
  PPG Powercron 6200HE
  Kationischer Epoxy-Elektrotauchlack
  www.ppg.com

Zur Reparatur kleiner Beschädigungen ist für nicht medienführende Bereiche folgendes Produkt zugelassen:

PPG KTL-Ausbesserungs-Spray
SPR 51133-ZL
P166-6200-EE3
Acryllack seidenglänzend, schwarz
www.ppg.com

3.9 Pulverbeschichtung

Wird über den Bestelltext oder eine Zeichnungsangabe eine Pulverbeschichtung als Decklack auf KTL-grundierten Flächen gefordert, ist folgendes Beschichtungssystem zugelassen:

70 µm Sollschichtdicke, 130 µm Höchstschichtdicke
Pulverit Beschichtungspulver auf Basis von Polyesterharzen, Serie 50
Pulverit Deutschland GmbH, 73560 Böbingen / Rems

 Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

4. Temporärer Korrosionsschutz

4.1 Mitgeltende Normen

Auf die nachfolgend aufgelisteten Normen wird im Gesamten oder in Teilen im Abschnitt 4 und 5 der AN 400 Teil 2 Bezug genommen. Die genannten Normen gelten in der jeweils aktuellen Ausgabe.

DIN 55474, Packhilfsmittel – Trockenmittelbeutel – Anwendung, Berechnung der erforderlichen Anzahl Trockenmitteleinheiten

ISO 8502-6, Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit – Teil 6: Lösen von wasserlöslichen Verunreinigungen zur Analyse – Bresle Verfahren

ISO 8502-9, Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit – Teil 9: Feldverfahren zum Bestimmen von wasserlöslichen Salzen durch Leitfähigkeitsmessung

4.2 Anforderungen

Sämtliche korrosionsgefährdeten Metallflächen sind sicher vor einem korrosiven Angriff zu schützen. Der Korrosionsschutz muss für die Dauer des Transports und einer nachfolgenden Hallenlagerung von insgesamt mindestens 12 Monaten ausgelegt sein, wobei für den Transport wie auch für die Lagerung von Industrieatmosphäre auszugehen ist.

Die von MAN ES für den kontinentalen Transport favorisierte Korrosionsschutzmethode ist der in Abschnitt 4.3 beschriebene VCI-Korrosionsschutz. Im Falle einer See- oder Luftfracht ist die VCI-Methode verpflichtend vorgeschrieben. Bei Seefracht oder absehbar widrigen Witterungsbedingungen auf dem Transportweg ist eine zusätzliche Sperrschichtverpackung erforderlich, wie im Abschnitt 4.4 beschrieben. Insbesondere für die Warenanlieferung am MAN ES Standort Augsburg sind die Vorgaben des Logistiklastenheftes zu beachten.

Vor dem Konservieren sind die Teile zu Reinigen. Oberflächen müssen trocken sein, frei von Verschmutzungen und Rückständen jeglicher Art, frei von Öl und Fett und frei von Korrosionsspuren. Es darf kein Hand- / Körperschweiß auf die blanken Metalloberflächen gelangen. Im Umgang mit den Bauteilen sind Handschuhe zu tragen. Der Salzgehalt zu konservierender Flächen, bestimmt mit dem Bresle-Verfahren nach ISO 8502 Teil 6 und 9, darf 36 mg/m^2 nicht übersteigen. Reinigungsmedien sind entsprechend zu überwachen und rein zu halten.

Generell sind nur solche Korrosionsschutzverfahren und Produkte zulässig, die eine Verwendung des Kaufteils ohne aufwändige Entkonservierung zulassen. Die Verwendung von Korrosionsschutzmitteln, die vor Verwendung des Kaufteils entfernt werden müssen (z. B. hochviskose Öle oder Wachse), ist nur für sehr große Bauteile (z. B. Zylinderkurbelgehäuse, Fundamentrahmen oder Kurbelwelle) und nur nach Rücksprache mit MAN ES und schriftlicher Genehmigung zulässig. Unverhältnismäßig große Überschüsse an Konservierungsmittel sind zu vermeiden. Bei der Verwendung von Korrosionsschutzölen ist sicherzustellen, dass von ihnen bei normalem Gebrauch keine Gesundheitsgefahren ausgehen, dass sie mit den Motorbetriebsstoffen (z. B. Schmieröl) verträglich sind und es dürfen keine Silikonöle enthalten sein. Dies ist durch die Verwendung der nachfolgend als Beispiele genannten Produkte gewährleistet:

 Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

- *PrimeServ Protect*
  Vollsynthetisches, VOC-, säure-, silikon- und harzfreies, niedrigviskoses Korrosionsschutzöl
  Vertrieb durch: MAN Energy Solutions 86224 Augsburg, Deutschland
  Tel.: +49 821 322-0, Fax: +49 821 322-3574, E-Mail: primeserv-aug-commercial@man-es.com

- *Rivolta K.S.P. 204 non VOC*
  Öliger, vollsynthetischer Korrosionsschutz; VOC- und silikonfrei
  Vertrieb durch: Bremer & Leguil GmbH, Am Burgacker 30-42, 47051 Duisburg, Deutschland
  www.bremer-leguil.de

4.3 Dampfphasenkorrosionsschutz (VCI-Methode)

VCI steht für *Volatile Corrosion Inhibitor* und bezeichnet ein Verfahren, bei dem innerhalb einer zugluftfrei geschlossenen Verpackung ein korrosionsverhindernder Wirkstoff aus einem Trägermaterial ausdampft und eine Schutzschicht auf der Metalloberfläche ausbildet. nach dem Öffnen der Verpackung verflüchtigt sich der Wirkstoff und das Bauteil kann rückstandsfrei und ohne vorherige Reinigungsmaßnahmen in die Montage einfließen.

Typische VCI-Träger sind wirkstoffhaltige Kunststofffolien, Folienbeutel, VCI getränkte Papiere, Kartonagen oder Zellstoffplatten und spezielle Korrosionsschutzöle (z. B. Branorol 32/10 von Branopac oder Rivolta K.S.P. 204 VCI bzw. Rivolta K.S.P. 252 VCI Depotöl von Bremer & Leguil). Es gibt verschiedene Hersteller von VCI-Produkten, die auch weltweit vertreten sind. Beispielhaft sei hier die Firma Branopac (www.branopac.de) genannt, die auch im asiatischen Raum vertreten ist.

Für große Bauteile wird von MAN ES eine Einzelverpackung in VCI-Folie empfohlen und der zusätzliche Einsatz eines der oben genannten Korrosionsschutzöle für blanke Metalloberflächen und Bohrungen. Kleinere Teile und Schüttgut können zu sinnvollen Verpackungseinheiten gruppiert werden und entweder in VCI-Folie verpackt werden oder einzeln in VCI-Papier eingeschlagen und in einer Kiste zusammengefasst werden.

VCI-Verpackungen sind so zu gestalten, dass sie ein Wiederverschließen nach einer Teilentnahme bzw. ein Wiederverpacken nach kurzzeitiger Entnahme - z. B. im Rahmen einer Qualitätskontrolle – ermöglichen. Auf diese Weise kann sich die Schutzatmosphäre in der Verpackung wieder aufbauen und der Korrosionsschutz besteht weiter. Außerdem kann die Menge an VCI-Wirkstoff in der Verpackung durch Zugabe neuer VCI-Träger aufgestockt werden.

Für einen wirksamen Korrosionsschutz mit VCI-Materialien sind insbesondere noch folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Es darf nur neuwertiges, intaktes VCI-Material verwendet werden. Der Einsatz von Rezyklat ist nicht zulässig.

- Bei der Wahl der Folienstärke ist auf einen ausreichenden Schutz vor eindringender Feuchtigkeit zu achten.

- Es muss darauf geachtet werden, dass ausschließlich VCI-Produkte verwendet werden, die auf die zu schützenden Werkstoffe abgestimmt sind.

- Beim Verpacken darf die Temperatur der Bauteile nicht von der Umgebungstemperatur abweichen, sonst besteht die Gefahr von Kondenswasserbildung.

 Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

- Um die Wirkung einer VCI-Folienverpackung zu verbessern, wird empfohlen mit zusätzlichen VCI-Trägern in der Verpackung zu arbeiten. Ein maximaler Abstand zwischen VCI-Trägern und zu schützenden Oberflächen darf nicht überschritten werden. In Abhängigkeit des Packvolumens ist eine entsprechende Menge VCI-Wirkstoff einzubringen. Beispielsweise kann das zu verpackende Teil erst in VCI-Papier eingeschlagen und dann in VCI-Folie verpackt werden.

- Innerhalb der VCI-Folienverpackung dürfen keine feuchtigkeitsspeichernden Materialien wie beispielsweise Holz, Wellpappe und unbehandelte Faserwerkstoffe eingesetzt werden.

- Der VCI-Wirkstoff kann nur in einer geschlossenen Verpackung wirken. Daher ist die Folie so zu verschließen, dass über die geforderte Konservierungsdauer zugluftfreie Bedingungen im Inneren herrschen und die Schutzatmosphäre nicht abdampfen kann.

- Das eingeschlossene Luftvolumen und die damit einhergehende Luftfeuchtigkeit ist möglichst gering zu halten.

- Nach dem Verpacken sind unbedingt die Herstellerangaben bezüglich der Wartezeit und der Temperatur zu beachten, damit sich die Funktion des VCI-Produktes entfalten kann und eine Schutzwirkung gewährleistet ist.

- Eine zuverlässige Konservierung mit der VCI-Methode setzt voraus, dass die Folie während des Transports nicht beschädigt wird. Hierfür ist durch die Wahl eines geeigneten Ladungsträgers, einer geeigneten Verpackung und einer Kennzeichnung zu sorgen.

- Es ist darauf zu achten, dass die in VCI-Folie verpackten Güter möglichst witterungsgeschützt transportiert und gelagert werden.

- In VCI-Folie verpackte Güter müssen bei einer Temperatur transportiert und gelagert werden, die dauerhaft in einem Bereich von -20 bis +50 °C liegt. Bei kurzzeitigen Abweichungen ist darauf zu achten, dass die Verpackung geschlossen bleibt und nicht mechanisch beansprucht wird.

Damit auch im Fall einer Beschädigung der VCI-Verpackung ein wirksamer Korrosionsschutz für mindestens 12 Monate besteht, müssen alle korrosionsgefährdeten Metallflächen zusätzlich mit einem Korrosionsschutzöl behandelt werden.

4.4 Sperrschicht-Methode

Ist für ein Kaufteil eine Seefracht vorgesehen oder sind entsprechend widrige Witterungsverhältnisse auf dem Transportweg absehbar, muss im Konservier- und Verpackungskonzept eine zusätzliche Sperrschicht berücksichtigt werden. Diese zusätzlich geforderte Sperrschicht um das bereist konservierte Teil herum muss in Bezug auf den Packstoff selbst und auf das Verschlussverfahren entweder vollständig wasserdampfundurchlässig sein oder im geeigneten Maße eine entsprechend geringe Wasserdampfundurchlässigkeit aufweisen, um einen ausreichenden Schutz vor den spezifischen, äußeren Einflüssen der gegebenen Transportbedingungen zu bieten. Insbesondere in Kombination mit einem Trockenmittel, das initial die eingeschlossene Feuchtigkeit in der Verpackung bindet, soll die Sperrschicht darauf ausgelegt sein, das Eindringen von Wasser, Wasserdampf und schädlichen Gasen für die Dauer des Transportes und der nachfolgende Lagerung zuverlässig zu unterbinden.

 Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

Beispielsweise kann ein entsprechend mit Öl konserviertes und in VCI-Material verpacktes Bauteil für eine Seefracht zusätzlich mit einer Trockenverpackung geschützt werden. Die Trockenverpackung kann mit einer luftdicht verschweißten Aluminium-Verbundfolie umgesetzt werden. Zwischen die Sperrschichtfolie und die VCI-Verpackung können Trockenmittelbeutel platziert werden.

Für einen wirksamen Korrosionsschutz mit der Sperrschicht-Methode sind insbesondere noch folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Innerhalb der Sperrschichtverpackung dürfen keine feuchtigkeitsspeichernden Materialien wie beispielsweise Holz, Wellpappe und unbehandelte Faserwerkstoffe eingesetzt werden.

- Es muss eine ausreichende Anzahl an Trockenmitteleinheiten in die Verpackung eingebracht werden, um das Packgut für die Dauer des Transports und der nachfolgenden Lagerung zuverlässig vor Korrosion zu schützen. Hierzu sind die Vorgaben der DIN 55474 zu berücksichtigen.

- Das Trockenmittel muss vor seiner Anwendung gut vor Feuchtigkeit geschützt werden und die Sperrschichthülle muss direkt nach dem Einbringen des Trockenmittels verschlossen werden.

- Das Trockenmittel muss bevorzugt im oberen Bereich der Verpackung gleichmäßig verteilt eingebracht werden.

- Das Trockenmittel muss so beschaffen sein und so platziert und ggf. befestigt werden, dass es beim Auspacken einfach entnommen werden kann, dass es das Bauteil nicht mit Staub und losen Partikeln verunreinigen kann und dass es sich nicht unkontrolliert in der Verpackung bewegen oder verteilen kann.

- Das Trockenmittel darf nicht direkt auf blanken oder beschichteten Metallflächen des Bauteils anliegen.

- Eine zuverlässige Konservierung mit der Sperrschicht-Methode setzt voraus, dass die Sperrschicht einwandfrei verschlossen ist und auch während des Transports nicht beschädigt wird. Hierfür ist durch die Wahl eines geeigneten Ladungsträgers, den Einsatz von Kantenschutzmaterialien, einer geeigneten Verpackung und einer entsprechenden Kennzeichnung auf der Verpackung zu sorgen.

- Das eingeschlossene Luftvolumen und die damit einhergehende Luftfeuchtigkeit ist durch Absaugen von dem Verschließen möglichst gering zu halten.

- Benötigte Durchbrüche der Sperrschicht, beispielsweise an Anschlagpunkten, sind in geeigneter Weise abzudichten.

- Da es sich bei einer Sperrschicht in der Regel um eine undurchsichtige Verpackung handelt und der Zustand des Packgutes nicht direkt ersichtlich ist, empfiehlt sich der Einsatz von Feuchtigkeits-indikatoren, mit deren Hilfe auf unterschiedliche Art und Weise die vorhandene relative Luftfeuchtigkeit innerhalb der Sperrschicht überwacht werden kann.

Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

5. Prüfung und Dokumentation

Sämtliche schriftlichen Übereinkünfte zwischen dem Lieferanten und MAN ES, die zusätzlich zu den Angaben in Bestelltext, Zeichnungen, Qualitätsrichtlinien und Normen getroffen werden und den Korrosionsschutz betreffen, sind vom Lieferanten in Papierform oder als digitale Daten für mindestens 10 Jahre aufzubewahren und bei Bedarf MAN ES vorzulegen.

Bei kennzeichnungspflichtigen Teilen (alle Bauteile die mit einer Seriennummer gekennzeichnet sind bzw. gekennzeichnet werden müssen) ist die Trockenschichtdicke gemäß ISO 19840 zu ermitteln und zu dokumentieren. Dabei ist der nach ISO 19840 ermittelte Korrekturwert zu berücksichtigen. Der Prüfbericht ist in Anlehnung an das Beispiel in Anhang E der ISO 19840 zu gestalten.

Zusätzlich ist der Lieferant bei kennzeichnungspflichtigen Teilen verpflichtet, eindeutig dem jeweiligen Teil zuordenbar, alle zutreffenden Punkte der folgenden Liste zu dokumentieren. Diese Informationen sind vom Lieferanten zusammen mit dem Prüfbericht der Trockenschichtdicke in Papierform oder als digitale Daten für mindestens 10 Jahre aufzubewahren und bei Bedarf MAN ES vorzulegen:

Angaben zur Untergrundvorbereitung

- Oberflächenrauheit R_{y5} (Mittlere maximale Rautiefe in µm) der zu beschichtenden Flächen als Bereich oder als Wert nach ISO 8503-1, -2, -4, oder mit Hilfe eines Rugotest Vergleichsmusters
- Korrekturwert für raue, zu beschichtende Flächen in µm nach ISO 19840
- Beschreibung der eingesetzten Reinigungsmittel
- Visuell bestimmter Oberflächenvorbereitungsgrad gestrahlter Flächen nach ISO 8501-1 (Anforderung: Sa 2½)

Angaben zur Beschichtung pro eingesetztem Beschichtungsstoff und pro Beschichtungsvorgang

- Lage der Beschichtung im Beschichtungsaufbau (Grund-, Zwischen- oder Deckbeschichtung)
- Bezeichnung des Beschichtungsstoffes
- Hersteller des Beschichtungsstoffes
- Farbton
- Chargennummer (der Komponente A) (Nachweis über Lieferschein)
- ggf. Chargennummer der Komponente B (Nachweis über Lieferschein)
- Mischungsverhältnis und Angabe, ob nach Gewicht oder Volumen gemischt wurde
- Bezeichnung der Verdünnung
- Chargennummer der Verdünnung (Nachweis über Lieferschein)
- Anteil der Verdünnung (Vol.-% oder Gew.-%)
- Beschreibung des Applikationsverfahrens bzw. des Applikationsgerätes
- Taupunktbestimmung mit den zugrunde liegenden Daten (Relative Luftfeuchtigkeit in % sowie Luft- und Oberflächentemperatur in °C)
- Beschreibung der Trocknungsbedingungen
- Datum
- Name des Lackierers
- Prüfung der Vernetzung zweikomponentiger Beschichtungen mit dem Wischtest wie in Anhang 2 beschrieben (kein, geringer oder erheblicher Abrieb)
- Durch wen und wann wurde die Ware für Verpackung und Versand freigegeben? (Name, Datum)

 Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

AN 400 Teil 2

Korrosionsschutz von Kaufteilen

Angaben zum temporären Korrosionsschutz pro eingesetztem Konservierungsmittel

- Benennung der konservierten Bauteilbereiche
- Bezeichnung des Konservierungsmittels
- Hersteller des Konservierungsmittels
- Chargennummer des Konservierungsmittels (Nachweis über Lieferschein)
- Angaben zu zusätzlich verwendeten Stoffen (z. B. Verdünnung)
- Name des Durchführenden
- Datum
- Beschreibung der Trocknungsbedingungen

Die Ermittlung der Oberflächenspannung mit Testtinten, die Durchführung eines Wischtests sowie die Bestimmung von Staubpartikeln und des Oberflächensalzgehaltes kann verbindlich über den Bestelltext gefordert werden.

Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

AN 400 Teil 2

Korrosionsschutz von Kaufteilen

Anhang C der AN 410 Teil 1.1 / Anhang 1 der AN 400 Teil 2

Beschichtungssysteme und validierte Beschichtungsprodukte

Beschichtungs-system		Alternative I Mankiewicz Gebr. & Co. Georg-Wilhelm-Straße 189 21107 Hamburg, Deutschland www.mankiewicz.com	Alternative II Süddeutsches Lackwerk Zelle GmbH+Co.KG Velaskostraße 10 85622 Feldkirchen, Deutschland www.wetterwart.com
D1	Bezeichnung:	Seevenax Schutzlack 112-42	UHS Rostbarriere SL-2306
	Standardfarbton:	RAL 7040 Fenstergrau	RAL 7040 Fenstergrau
	Glanzgrad:	glänzend	glanzreduziert
	Sollschichtdicke:	90 µm	90 µm
	max. TSD:	180 µm	140 µm
	Bemerkungen:	Projektspezifischen Farbton beachten!	Projektspezifischen Farbton beachten!
D5	Bezeichnung:	Alexit Decklack 461-H2	2K Thermo Acryl Lack
	Standardfarbton:	Weißaluminium	Silber
	Glanzgrad:	seidenmatt	glanzreduziert
	Sollschichtdicke:	100 µm	90 µm
	max. TSD:	150 µm	140 µm
	Bemerkungen:	-	-
D6	Bezeichnung:	Alexit Decklack 461-H2	2K Thermo Acryl Lack
	Standardfarbton:	RAL 9005 Tiefschwarz	Schwarz
	Glanzgrad:	seidenmatt	glanzreduziert
	Sollschichtdicke:	100 µm	90 µm
	max. TSD:	150 µm	140 µm
	Bemerkungen:	-	-
F	Bezeichnung:	Seevenax Grundierung 113-77	-
	Standardfarbton:	Fenstergrau	
	Glanzgrad:	matt	
	Sollschichtdicke:	90 µm	
	max. TSD:	180 µm	
	Bemerkungen:	-	
G1	Bezeichnung:	Finalux Universal-Haftgrund 823-14	1K Alkyd-/Cyclokautschukgrund 992 Tropical
	Standardfarbton:	Lichtgrau	RAL 7040 Fenstergrau
	Glanzgrad:	-	matt
	Sollschichtdicke:	40 µm	40 µm
	max. TSD:	80 µm	60 µm
	Bemerkungen:	-	-
G3	Bezeichnung:	Celerol Thermoschutz 997-09	-
	Standardfarbton:	9M42 MAN Weißaluminium	
	Glanzgrad:	matt	
	Sollschichtdicke:	80 µm	
	max. TSD:	120 µm	
	Bemerkungen:	-	
G4	Bezeichnung:	Alexit Decklack 461-H2	2K Thermo Acryllack SL-2107
	Standardfarbton:	Weißaluminium	Silber
	Glanzgrad:	seidenmatt	glanzreduziert
	Sollschichtdicke:	40 µm	20 µm
	max. TSD:	80 µm	40 µm
	Bemerkungen:	-	-
G7 / G8	Bezeichnung:	Alexit Decklack 461-H2	-
	Standardfarbton:	Weißaluminium	
	Glanzgrad:	seidenmatt	
	Sollschichtdicke:	100 µm	
	max. TSD:	150 µm	
	Bemerkungen:	-	

Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE

AN 400 Teil 2

Korrosionsschutz von Kaufteilen

Anhang 2

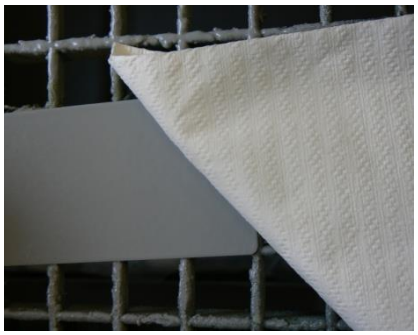
Wischtest zum Nachweis der Vernetzung eines zweikomponentigen Beschichtungssystems

Die geforderten, zweikomponentigen Beschichtungssysteme sind bei korrekter Anwendung und nach einer entsprechenden Trocknungsphase resistent gegen eine Belastung mit dem zur Verdünnung eingesetzten Lösungsmittel. Mit dem Wischtest kann der Grad der Vernetzung einfach und kostengünstig überprüft werden. Auf der Grundlage des Wischtests kann die Qualität einer Beschichtung zum jeweiligen Zeitpunkt bestimmt werden.

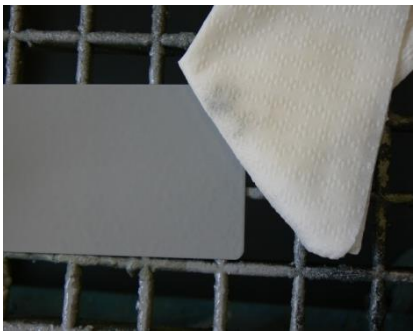
Durchführung:

- Ein reißfestes, saugfähiges und weißes Einwegtuch (z. B. Kimberly-Clark Wypall X70) wird mit der Verdünnung des zu prüfenden Beschichtungsproduktes getränkt.
- Mit moderatem Druck wird das Tuch auf einer Strecke von ca. 30 cm auf der Beschichtung 3x hin und her gerieben.
- Daraufhin wird das Tuch auf Lackablösungen untersucht und der Abrieb auf dem Tuch mit einem Bild dokumentiert.

Auswertung:



kein Abrieb
akzeptabel



geringer Abrieb
akzeptabel

erheblicher Abrieb
nicht akzeptabel

Bei metallisch pigmentierten (z. B. Aluminium) Beschichtungen ist in vielen Fällen ein schwarzer Abrieb festzustellen. Dieser Abrieb darf jedoch nicht mit einem Abrieb verwechselt werden, der durch das Anlösen des Bindemittels verursacht wird. Der zweite Fall fällt durch eine klebrig weiche Oberfläche auf, die das mit Lösungsmittel getränkte Tuch beim Wischen ausbremst.

Copyrights and utilization only allowed with obligation of MAN Energy Solutions SE