

**Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung**

**Richtlinien
für die Erhaltung
von Ingenieurbauten**

RI-ERH-ING

**Richtlinien
für die Erhaltung
des Korrosionsschutzes von Stahlbauten**

RI-ERH-KOR

Inhalt	Seite	Seite
1	Allgemeines	5
2	Geltungsbereich	6
3	Begriffsbestimmungen	6
4	Mängel/Schäden am Korrosionsschutzsystem	6
5	Beispiele für die Bewertung des Korrosionsschutzzustandes	6
5.1	Stahlüber- und unterbauten	6
5.2	Seile und Kabel	7
6	Erfordernis und Zeitpunkt der Erhaltungsmaßnahme	9
7	Hinweise zur Vorbereitung einer Teilerneuerungsmaßnahme	10
7.1	Oberflächenvorbereitung.....	11
7.1.1	Sweep-Strahlen der intakten Flächen und Spot-Strahlen der Schadstellen	11
7.1.2	Druckwasserstrahlen der intakten Oberfläche und maschinelles Schleifen der Schadstellen.....	12
7.1.3	Vorgehensweise bei den vereinzelt auftretenden punktuellen Durchrostungen.....	13
7.2	Beschichten.....	13
8	Hinweise zum Anlegen von Probeflächen.....	14
9	Ausschreibungshinweise.....	14
10	Normen und sonstige Technische Regelwerke	16
10.1	Normen und DIN-Fachberichte	16
10.2	Sonstige Bestimmungen	17
10.3	Literatur	17
10.4	Bezugsquellen.....	17
Anhang		
	Handbuch für die Bewertung des Korrosionsschutzes	19

1 Allgemeines

(1) Der Eigentümer von Ingenieurbauten hat entsprechend seinem Auftrag und unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit für die Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit dieser Bauwerke einzustehen. Die regelmäßige und fachkundige Bauwerksprüfung ist ein wesentlicher Bestandteil einer ökonomischen Erhaltungsstrategie.

(2) Der zeitliche Ablauf der Bauwerksprüfungen ist für Straßen- und Wegbrücken in DIN 1076 „Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen, Prüfung und Überwachung“ und für Eisenbahnbrücken in der Richtlinie 804.8001 „Ingenieurbauwerke planen, bauen und instand halten; Inspektion von Ingenieurbauwerken: Allgemeine Grundsätze“ festgelegt. Im Rahmen dieser Prüfungen findet jedes sechste Jahr eine Hauptprüfung statt. Bei der Bauwerksprüfung ist unter anderem auch der Korrosionsschutz gemäß DIN 1076, Abschnitt 5 bzw. Ril 804.8001m, Abschnitt 6 zu prüfen.

(3) Um Schäden zweckmäßig und einheitlich darzustellen, wurden die „Richtlinien zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076“ (RI-EBW-PRÜF) herausgegeben. Diese enthalten zur Unterstützung der Arbeit des Bauwerksprüfungingenieurs im Anhang umfangreiche Bei-

spiele für die Schadensbewertung. Hier werden auch die im Verlauf der Bauwerksprüfung erfassten Mängel bzw. Schäden beschrieben und getrennt nach den Kriterien Standsicherheit (S), Verkehrssicherheit (V) und Dauerhaftigkeit (D) bewertet. Nach Abschluss der Schadenserfassung durch den Bauwerksprüfungingenieur wird zusätzlich eine Zustandsnote für das Bauwerk im Rahmen der Bauwerksprüfung errechnet.

(4) Die Stahlbauten im Zuge von Straßen und Wegen werden durch Beschichtungen und Überzüge vor Korrosion geschützt. Die Schutzdauer des Korrosionsschutzes ist kürzer als die Nutzungsdauer des Bauwerks. Der Korrosionsschutz muss somit im Laufe der Nutzungsdauer instandgesetzt bzw. erneuert werden. Dabei ist abzuwägen, ob unter den Gesichtspunkten des Umweltschutzes und der Kostenminimierung eine Teilerneuerung einer Vollerneuerung vorzuziehen ist. Diese Richtlinien dienen als Hilfestellung zur technischen Prüfung insbesondere bei größeren Objekten (ab ca. 5000 m² Fläche). Für die Prüfung der Wirtschaftlichkeit ist die „Richtlinie für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Rahmen von Instandsetzungs-/Erneuerungsmaßnahmen bei Straßenbrücken“ (RI-WI-BRÜ) heranzuziehen. Es wird empfohlen, die RI-WI-BRÜ auch bei Eisenbahnbrücken entsprechend zu berücksichtigen.

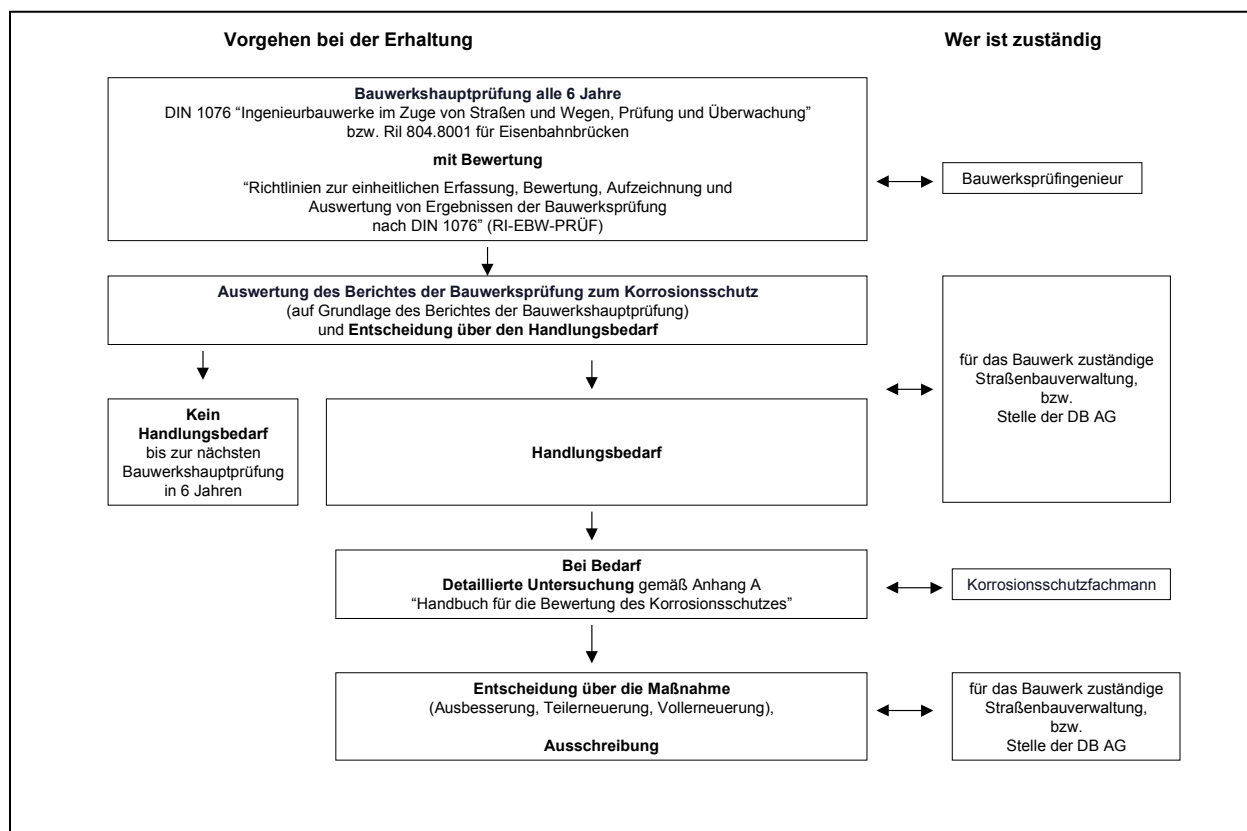


Bild 1: Schematische Darstellung der Erhaltungsstrategie des Korrosionsschutzes bei großen Bauwerken

(5) Wenn sich aus der Zustandsnote infolge der Bauwerksprüfung ein Handlungsbedarf bezüglich des Korrosionsschutzes ergibt, kommt meistens aus technischer Sicht nur eine Vollerneuerung in Frage. Um festzustellen, ob auch eine Teilerneuerung ausreichend ist, ist eine gesonderte Auswertung des Bauwerksprüfberichtes hinsichtlich des Korrosionsschutzes durchzuführen (siehe Bild 1). Diese Richtlinien geben Hinweise darauf, wann eine detaillierte Untersuchung des Korrosionsschutzes zusätzlich zu veranlassen ist und bei welcher Art und bei welchem Ausmaß von Mängeln oder Schäden eine Teilerneuerung in Frage kommt.

(6) Detaillierte Untersuchungen werden bei Altbeschichtungen empfohlen, die nach der Auswertung der Bauwerkshauptprüfung für eine Teilerneuerungsmaßnahme in Frage kommen. Sie sind von einem auf dem Gebiet des Korrosionsschutzes Fachkundigen durchzuführen und haben vorrangig die Beurteilung der Altbeschichtung im Hinblick auf eine Teilerneuerung, insbesondere

- ihrer noch vorhandenen Korrosionsschutzwirkung und
- ihrer Eignung als Untergrund für die neue Deckbeschichtung ggf. auch Zwischenbeschichtungen zum Ziel.

(7) Anhand der Auswertung der detaillierten Untersuchung entscheidet die zuständige Straßenbauverwaltung über die Maßnahme unter Beachtung der „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten ZTV-ING“ Teil 4 Abschnitt 3, der „Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Beschichtungsstoffe für den Korrosionsschutz von Stahlbauten TL/TP-KOR-Stahlbauten“ und ggf. der ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 4.

2 Geltungsbereich

(1) Diese Richtlinien gelten für die Erhaltung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten.

(2) Diese Richtlinien legen die Vorgehensweise bei der Erhaltung des Korrosionsschutzes fest. Die Mängel und Schäden am Korrosionsschutz werden beschrieben und in Schadensklassen eingeteilt. Anhand der Schadensklassen wird das Erfordernis weiterer Maßnahmen, z. B. die Veranlassung einer detaillierten Untersuchung, abgeleitet.

(3) Das „Handbuch für die Bewertung des Korrosionsschutzes“ (Anhang A) dient hauptsächlich als Hilfsmittel zur detaillierten Untersuchung im Vorfeld einer Erhaltungsmaßnahme. Die Art und Weise der durchzuführenden Untersuchungen werden dort beschrieben und entsprechende Anforderungen und Grenzwerte als Entscheidungshilfen genannt.

(4) Diese Richtlinien gelten nicht für die Mängelbeseitigung im Zusammenhang mit Mängelansprüchen.

3 Begriffsbestimmungen

(1) Bauwerkserhaltung

Die Bauwerkserhaltung umfaßt alle Tätigkeiten der Unterhaltung, Instandsetzung und Erneuerung eines Bauwerks oder einzelner Bauteile

(2) Ausbesserung (betriebliche Unterhaltung)

Die Ausbesserung ist das Wiederherstellen des Korrosionsschutzes durch Aufbringen geeigneter Korrosionsschutzsysteme an kleinflächigen Fehlstellen.

(3) Teilerneuerung (Instandsetzung)

Die Teilerneuerung ist das Wiederherstellen des Korrosionsschutzes durch Aufbringen geeigneter Korrosionsschutzsysteme an Fehlstellen und das Aufbringen von mindestens einer ganzflächigen Deckbeschichtung.

(4) Vollerneuerung (Erneuerung)

Die Vollerneuerung ist das restlose Entfernen der alten Korrosionsschutzbeschichtung und das Aufbringen eines neuen Korrosionsschutzsystems.

4 Mängel/Schäden am Korrosionsschutzsystem

(1) Die Begriffsbestimmungen von Mangel und Schaden richten sich nach RI-EBW-PRÜF.

(2) In der Tabelle 1 sind Mängel/Schäden an Korrosionsschutzsystemen mit – soweit vorhanden – den entsprechenden Normen aufgezählt.

5 Beispiele für die Bewertung des Korrosionsschutzzustandes

5.1 Stahlüber- und unterbauten

(1) Grad und Schwere der festgestellten Mängel/Schäden bestimmen die Notwendigkeit der erforderlichen Maßnahmen.

(2) In der Tabelle 2 sind für Stahlüber- und unterbauten angegeben:

- die Einteilung der Mängel/Schäden in Schadensklassen (SK),
- Beispiele der Mängel und Schäden und ihre Zuordnung zu Schadensklassen (SK), die jeweilige Verknüpfung mit den RI-EBW-PRÜF unter Berücksichtigung des Kriteriums der Dauerhaftigkeit (D-Note), Standsicherheit (S-Note) und Verkehrssicherheit (V-Note) und

– Empfehlungen über einzuleitende Maßnahmen.

5.2 Seile und Kabel

(1) Seile können, z.B. an älteren Bauwerken, nur in den oberen Drahtlagen feuerverzinkt, galvanisch verzinkt oder in allen Drahtlagen blank sein. An der Oberfläche können alte Beschichtungen und alte Dichtstoffe oder Kitte vorliegen. Vor einer Erneuerung oder Instandsetzung des Korrosionsschutzes ist eine Bestandsaufnahme durchzuführen.

(2) Bei der Bestandsaufnahme ist neben einer Bewertung des Korrosionsschutz-Zustandes nach der RI-EBW-PRÜF (siehe auch Tabelle 3) auch der Schadensumfang am Seil, Kabel und an Armaturen festzustellen und zu bewerten (z.B. Korrosion, Drahtbrüche, offenes Seilgefüge, Schubrisse in der Beschichtung, Aufweitung des Seildurchmessers). In die Bestandsaufnahme sind ebenfalls die Verankerungskonstruktionen, Umlenksättel und Schellen einzubeziehen. Demontagen dieser Armaturen und stichprobenweises Öffnen der Verankerungskonstruktionen und Schellen oder Ausheben der Seile aus der Verankerung können dabei erforderlich werden.

(3) Bei Kabeln sollten durch Auflösen des Kabelverbandes Abstände zwischen den Seilen geschaffen werden (z.B. Aufkeilen mit Hartholz und Aufweiten mit Luftkissen), so dass jedes Seil einzeln mit Korrosionsschutz versehen werden kann.

(4) Die Auflösung (Spreizung) kann auch als Dauerlösung geplant werden (Umbau, siehe dazu auch [1]).

(5) Wenn dieses technisch nicht möglich ist, ist eine Injizierung des Kabels vorzusehen.

(6) Die Bewertung des Korrosionsschutzes setzt eine Bestandsaufnahme durch Bauwerkshauptprüfung voraus. Bei der Bestandsaufnahme sind über die in DIN 1076, bzw. Ril 804.8001 und in der RI-EBW-PRÜF genannten Bauteilbereiche hinaus die folgenden Seil- und Kabelbereiche besonders zu beachten, wie zum Beispiel die:

- im Spritz- und Sprühbereich befindlichen Seil- bzw. Kabelbereiche (siehe dazu auch ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 4 Nr. 1.2 (2)),
- Einleitungsbereiche der Seile und Kabel im Brückenträger und Pylon/Bogen,
- Abdichtungen, z.B. zwischen Seilen und Abdeckhauben,
- Verankerungen,
- Umlenksättel,
- Klemm- und Spreizschellen,
- verdeckte Seilbereiche.

(7) Dabei muss sich die Bestandsaufnahme erstrecken zum Beispiel auf:

- Veränderungen der Beschichtung, wie z. B. Poren, Risse, Runzeln, Blasen, Ablätterungen,
- Korrosionserscheinungen, z.B. Weißrostbildung, Braunfärbung, geringer bzw. starker Rost, Narbenbildung, Lochfraß, Unterrostungen,
- Aufweitung des Seiles durch Rostbildung im Innern,
- Risse (Spaltbildung) in den Dichtungen,
- Drahtbrüche (Schubrisse der Beschichtung entlang der Drahtzwickel),

Tabelle 1: Mängel/Schäden an Korrosionsschutzsystemen und entsprechende Normen soweit vorhanden. Erläuterungen zu Mängel und Schäden siehe Anhang A

Mängel/Schäden	Messung bzw. Bewertung nach
Schichtdickenabbau	DIN EN ISO 2808
Rostgrad	DIN ISO 4628-3
Ablätterungen	DIN ISO 4628-5
Blasenbildung	DIN ISO 4628-2
Rissbildung	DIN ISO 4628-4
Farbveränderung	-
Glanzverlust	-
Haffestigkeitsverlust, Unterrostung, Unterwanderung	-
Spaltkorrosion	-
Kontaktkorrosion	-
Kantenkorrosion	-
Korrosion an Verbindungsmitteln	-
Austritterscheinungen von Seilverfüllmitteln an beschichteten Seilen	-

RI-ERH-KOR

Tabelle 2: Bewertung des Korrosionsschutzes von Hauptbauteilen von Stahlbauten (Stahlüber- und unterbauten)

Schadensklasse (SK) Auswirkungen	Mängel bzw. Schäden nach den RI-EBW-PRÜF Beispiel	Empfehlung über ein- zuleitende Maßnahmen	Schadensbewertung (nach den RI-EBW-PRÜF)		
			S ^{*)} Stand- sicher- heit	Note V ^{*)} Verkehr- sicherheit	D Dauer- haftig- keit
SK 0 Keine Mängel			0	0	0
SK 1 Sehr leichte Mängel Ohne Einschränkung der Bauwerksnutzung und ohne Folgen für den Korrosions- schutz	<ul style="list-style-type: none"> - Glanzverlust und/oder Farbveränderung Kreidung, Ausbleichen der Beschichtung, - Mittelwert der Schichtdicke der Beschichtung zu gering, d.h. größer gleich 90 % der Sollschichtdicke jedoch nicht kleiner als 200 µm, wenn Sollschichtdicke unbekannt, - örtliche Durchrostung der Beschichtung, Rostgrad Ri 1 bis Ri 2 	keine	0	0	0
SK 2 Leichte Mängel Ohne Einschrän- kung der Bau- werksnutzung, jedoch mit verkür- zender Wirkung auf die Schutz- dauer des Korrosi- onsschutzsystems	<ul style="list-style-type: none"> - Starke Schmutz- bzw. Salzablagerung oder starke Bemoosung - Mittelwert der Schichtdicke der Beschichtung zu gering, d.h. kleiner 90 % bis 75 % der Sollschichtdicke jedoch nicht kleiner als 160 µm, wenn Sollschichtdicke unbekannt - örtliche Durchrostung der Beschichtung, Rostgrad Ri 3 bis Ri 4 - großflächige Durchrostung der Beschichtung bis Rostgrad Ri 1 bis Ri 2 - vereinzelte Risse in der Beschichtung nicht bis zum Stahl, kein Rostaustritt - vereinzelt Abblätterungen und/oder Blasen in der Beschichtung nicht vom Stahl 	Ausbesserung im Rahmen der Bau- werksunterhaltung bzw. Meldung und langfristi- ge Planung einer detail- lierten Untersuchung	0	0	1
SK 3 Mittelschwere Schäden Noch ohne Ein- schränkung der Bauwerksnutzung, aber mit deutlicher Beeinträchtigung der weiteren Schutzfunktion des Korrosionsschutz- systems	<ul style="list-style-type: none"> - Starke Vogelkotablagerung - Mittelwert der Schichtdicke der Beschichtung zu gering, d.h. kleiner 75 % bis 50 % der Sollschichtdicke jedoch nicht kleiner als 120 µm, wenn Sollschichtdicke unbekannt - örtliche Durchrostung der Beschichtung, Rostgrad Ri 4 bis Ri 5, ohne Substanzverlust - großflächige Durchrostung der Beschichtung bis zu Rostgrad Ri 3 - Rostaustritt aus den Spalten ohne sichtbaren Substanzverlust (Spaltkorrosion) - Durchrostung an den Kanten - Durchrostung im Bereich der Nietköpfe/Schrauben - großflächiges Auftreten von Rissen in der Beschichtung nicht bis zum Stahl, kein Rostaustritt - großflächiges Auftreten von Abblätterungen und/oder Blasen der Beschichtung nicht vom Stahl - vereinzelt Abblätterungen und/oder Blasen in der Beschichtung vom Stahl 	Schadenbeseitigung mittelfristig erforderlich. Kurzfristige Planung einer detaillierten Un- tersuchung, ggf. Teiler- neuerung	0	0	2
SK 4 Schwere Schäden Mit bald zu erwart- ender Einschränkung der Bau- werksnutzung in- folge Verlust jegli- cher Schutzfunkti- on	<ul style="list-style-type: none"> - großflächige Durchrostung der Beschichtung mit Rostgrad Ri 4 bis Ri 5 ohne Substanzverlust - Risse in der Beschichtung bis zum Stahl mit Rostaustritt - großflächiges Auftreten von Abblätterungen und/oder Blasen der Beschichtung vom Stahl - beginnende Querschnittsminderung durch Korrosion 	Schadenbeseitigung kurzfristig erforderlich. Durchführung einer detaillierten Untersu- chung und i. d. R. Vollemeruerung	0 oder 1	0 oder 1	3
*) Die Bewertungen bzgl. Standsicherheit und/oder Verkehrssicherheit erfolgen immer unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und können deshalb variieren.					

Tabelle 2 (Fortsetzung): Bewertung des Korrosionsschutzes Hauptbauteilen von Stahlbauten (Stahlüber- und unterbauten)

Schadensklasse (SK) Auswirkungen	Mängel bzw. Schäden nach den RI-EBW-PRÜF Beispiel	Empfehlung über einzuleitende Maßnahmen	Schadensbewertung (nach den RI-EBW-PRÜF)		
			S*) Stand-sicher-heit	Note V*) Verkehrs-sicherheit	D Dauer-haftig-keit
SK 5 Sehr schwere Schäden Mit sofortiger Einschränkung der Nutzung infolge unkontrollierten Korrosionsfortschrittes	- fortgeschrittene Querschnittsminderung durch Korrosion - starke Querschnittsminderung durch Korrosion und/oder Kerbwirkung	umgehende Durchführung einer Vollerneuerung	2 bis 4	0 bis 4	4
*) Die Bewertungen bzgl. Standsicherheit und/oder Verkehrssicherheit erfolgen immer unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und können deshalb variieren.					

- Lockerungen und andere Veränderungen des Seilgefüges,
- Schichtdickenmessung der Beschichtung gemäß Anhang B der ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 4.

(8) Bei der Bestandsaufnahme sind alle Bereiche der Seile und Kabel sowie deren Armaturen in der Regel unter Zuhilfenahme einer Seilbefahranlage handnah zu prüfen.

(9) Soweit erforderlich, sind folgende weitergehende Prüfungen durchzuführen:

- Magnetinduktive Prüfung auf Veränderung des Seilgefüges (siehe auch Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Beschichtungs-, Dicht- und Injizierstoffe für den Korrosionsschutz von Seilen und Kabeln (TL/TP-KOR-Seile) Nr. 4 Anmerkung 2),
- Prüfung der Seildrähte im Bereich der Vergusskörper auf Schlupf oder Drahtbruch durch Ultraschall (siehe auch TL/TP-KOR-Seile Nr. 4.2.3.4),
- Verdeckte Seilbereiche, z.B. in Kabelschellen, an Umlenkpunkten, bei Durchdringungen (z.B. Verankerungen, Anprallschutz) sind im Sonderfall mit Hilfe von Endoskopen oder durch Öffnen auf ihren Zustand zu prüfen.

(10) In der Tabelle 3 sind für Seile und Kabel angegeben:

- die Einteilung der Mängel/Schäden in Schadensklassen (SK),
- Beispiele der Mängel und Schäden und ihre Zuordnung zu Schadensklassen (SK), die jeweilige Verknüpfung mit den RI-EBW-PRÜF unter Berücksichtigung des Kriteriums der Dauerhaftigkeit (D-Note), Standsicherheit (S-Note) und Verkehrssicherheit (V-Note) und
- Empfehlungen über einzuleitende Maßnahmen.

6 Erfordernis und Zeitpunkt der Erhaltungsmaßnahme

(1) Bei den SK 0 oder SK 1 sind keine Maßnahmen erforderlich. Liegt in größerem Umfang die Schadensklasse SK 2 und/oder die SK 3 vor, so ist zu entscheiden, ob die Planung einer Erhaltungsmaßnahme durch Ausbesserung oder Teilerneuerung des Korrosionsschutzes einzuleiten ist.

(2) Bei kleineren Bauwerken (bis ca. 5000 m² Fläche) ohne besondere ästhetische Anforderungen kann der vorhandene Korrosionsschutz ausgebaut werden.

(3) Bei größeren Bauwerken (ab ca. 5000 m² Fläche) mit vielen Schadstellen ist anstelle der Ausbesserung eine Teilerneuerung vorzusehen. Dabei erhält die Altbeschichtung nach Ausbesserung zusätzlich mindestens eine neue Deckbeschichtung.

(4) Zur Ermittlung des tatsächlichen Zustandes der Altbeschichtung ist vor der Planung einer Teilerneuerungsmaßnahme eine gesonderte Untersuchung zu veranlassen. Dabei ist nach dem „Handbuch für die Bewertung des Korrosionsschutzes“ (siehe Anhang A) vorzugehen. Darüber hinaus sind zur Festlegung der Oberflächenvorbereitung und zur Prüfung der Verträglichkeit der neuen mit den alten Beschichtungsstoffen frühzeitig Probeflächen am Bauwerk (siehe Abschnitt 8) anzulegen, die nach mindestens 1-jähriger Bewitterungsdauer abzumustern sind. Alle Ergebnisse sind der Ausschreibung (siehe Abschnitt 9) zu Grunde zu legen.

(5) Teilerneuerungsmaßnahmen sind vor allem an Reaktionsharz-Korrosionsschutzsystemen (z. B. Epoxid/Polyurethan Systeme nach Blatt 87 der TL/TP-KOR Stahlbauten früher TL 918 300 der DB) in Erwägung zu ziehen, da sie auch nach langer Nutzungsdauer meist nur einen geringen

Schadensumfang haben und eine hohe Restschichtdicke mit einem guten Haftverbund aufweisen.

(6) Öl- und Alkydharz-Systeme sind bei einer zurückgelegten Nutzungsdauer von 20 bis 25 Jahren für Teilerneuerungsmaßnahmen in der Regel nicht mehr geeignet. Bei Altbeschichtungen, die optisch in einem sehr guten Zustand sind und der Prozentanteil der auszubessernden Flächen (Flächen mit Punktrost, mit Flächenrost und mit Enthaltungen bis zum Stahluntergrund) auf weniger als 10 % der Gesamtfläche geschätzt wird, ist eine Teilerneuerungsmaßnahme möglich. Eine Detailuntersuchung (z. B. nach dem Anhang A) muss dies zusätzlich bestätigen.

(7) Bei Erreichen der Schadensklasse SK 4 und/oder SK 5 kommt in der Regel nur noch eine Vollerneuerung des Korrosionsschutzes in Frage.

(8) Teilerneuerungsmaßnahmen sind gemäß den ZTV-KOR Stahlbauten zu dokumentieren.

7 Hinweise zur Vorbereitung einer Teilerneuerungsmaßnahme

Diese Hinweise erläutern einige Verfahren mit ihren Vor- und Nachteilen. Die Aussagen dieses Abschnittes beruhen auf den Erkenntnissen aus den BAST-Projekten ([2] und [3]).

Tabelle 3: Bewertung des Korrosionsschutzes von Seilen und Kabeln

Schadensklasse (SK) Auswirkungen	Mängel bzw. Schäden nach den RI-EBW-PRÜF Beispiel	Empfehlung über einzuleitende Maßnahmen	Schadensbewertung (nach den RI-EBW-PRÜF)		
			S*) Stand- sicherheit	V*) Ver- kehr- sicher- heit	D Dauer- haftig- keit
SK 0 Keine Mängel	-	-	0	0	0
SK 1 Sehr leichte Mängel Ohne Einschränkung der Bauwerksnut- zung und ohne Fol- gen für den Korrosi- onsschutz	- Glanzverlust, Farbveränderung und/oder Kreidung, bzw. Ausbleichen der Beschichtung - Rostfahnen auf der Beschichtung - Vereinzelte Seilverfüllmittelaustritte - vereinzelt Risse in der Beschichtung (keine Feuerverzinkung der Drähte) nicht bis zum Stahl, kein Rostaustritt - vereinzelt Risse in der Beschichtung nicht bis zur Feuerverzinkung, kein Rostaustritt	keine	0	0	1
SK 2 Leichte Mängel Ohne Einschränkung der Bauwerksnut- zung, jedoch mit verkürzender Wirkung auf die Schutzdauer des Korrosionsschutzsystems	- großflächiges Auftreten Risse in der Beschichtung nicht bis zur Feuerverzinkung, kein Rostaustritt - häufige Seilverfüllmittelaustritte - großflächig Schichtdicke der Korrosionsschutzschichten örtlich zu gering, d.h. ca. 75 bis 90 % der Ausgangsschichtdicke jedoch nicht kleiner als 300 µm - örtliche Durchrostung der Beschichtung, Rostgrad Ri 2 bis Ri 3 - großflächige Durchrostung der Beschichtung bis Rostgrad Ri 1 - großflächiges Auftreten von Rissen in der Beschichtung nicht bis zum Stahl, kein Rostaustritt - vereinzelt Abblätterungen und/oder Blasen in der Beschichtung nicht vom Stahl - Blasenbildung bis auf Dichtstoff in Kehl- und Spaltfugen (Dichtungen)	Ausbesserung im Rahmen der Bauwerksunterhaltung bzw. Meldung und langfristige Planung einer detaillierten Untersuchung	0	0	2
	-				
*) Die Bewertungen bzgl. Standsicherheit und/oder Verkehrssicherheit erfolgen immer unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und können deshalb variieren.					

Tabelle 3 (Fortsetzung): Bewertung des Korrosionsschutzes von Seilen und Kabeln

Schadensklasse (SK) Auswirkungen	Mängel bzw. Schäden nach den RI-EBW-PRÜF Beispiel	Empfehlung über einzuleitende Maßnahmen	Schadensbewertung (nach den RI-EBW-PRÜF)		
			S*) Stand- sicher- heit	Note V*) Ver- kehr- sicher- heit	D Dauer- haftig- keit
SK 3 Mittelschwere Schäden Noch ohne Einschränkung der Bauwerksnutzung, aber mit deutlicher Beeinträchtigung der weiteren Schutzfunktion des Korrosionsschutzsystems	<ul style="list-style-type: none"> - großflächig Schichtdicke der Korrosionsschutzschichten örtlich zu gering, d.h. ca. 50 bis 75 % der Ausgangsschichtdicke jedoch nicht kleiner als 260 µm - örtliche Durchrostung der Beschichtung, Rostgrad Ri 3 bis Ri 4 - großflächige Durchrostung der Beschichtung bis Rostgrad Ri 2 - vereinzelte Risse in der Beschichtung bis zum Stahl mit Rostaustritt - großflächiges Auftreten von Ablätterungen und/oder Blasen der Beschichtung nicht vom Stahl - vereinzelt Ablätterungen und/oder Blasen in der Beschichtung vom Stahl - Versprödung der Korrosionsschutzbeschichtung 	Schadenbeseitigung mittelfristig erforderlich. Kurzfristige Planung einer detaillierten Untersuchung, ggf. Teilerneuerung	0	0	3
SK 4 Schwere Schäden Mit bald zu erwartender Einschränkung der Bauwerksnutzung infolge Verlust jeglicher Schutzfunktion	<ul style="list-style-type: none"> - örtliche Durchrostung der Beschichtung, Rostgrad Ri4 bis Ri 5, ohne Substanzverlust - großflächige Durchrostung der Beschichtung bis zu Rostgrad Ri 3, örtlich Ri 4 bis Ri 5, ohne Substanzverlust - großflächiges Auftreten von Rissen in der Beschichtung bis zum Stahl mit Rostaustritt - großflächiges Auftreten von Ablätterungen und/oder Blasen der Beschichtung vom Stahl - starke Korrosion, geringer Substanzverlust 	Schadenbeseitigung kurzfristig erforderlich. Durchführung einer detaillierten Untersuchung und i. d. R. Vollerneuerung	0 oder 1	0 oder 1	4
SK 5 Sehr schwere Schäden Mit sofortiger Einschränkung der Nutzung infolge unkontrollierten Korrosionsfortschrittes	<ul style="list-style-type: none"> - großflächige Durchrostung der Beschichtung mit Rostgrad Ri 4 bis Ri 5 - Aufweitung des Seiles (Korrosion im Innern) - starke Korrosion, deutlicher Substanzverlust 	umgehende Durchführung einer Volleerneuerung	2 bis 3	0 bis 4	4
*) Die Bewertungen bzgl. Standsicherheit und/oder Verkehrssicherheit erfolgen immer unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und können deshalb variieren.					

7.1 Oberflächenvorbereitung

(1) Die Oberflächenvorbereitung bei einer Teilerneuerungsmaßnahme setzt sich zusammen aus:

- der Oberflächenvorbereitung an Schadstellen, an denen die Altbeschichtung bzw. Rost entfernt werden muss. Hier kann entweder das örtliche Druckluftstrahlen (Spot-Strahlen) mit dem Oberflächenvorbereitungsgrad PSa 2½ (partiell) oder das maschinelle Schleifen mit dem Norm-Reinheitsgrad PMa gemäß DIN EN ISO 12944 4 angewandt werden.
- der Oberflächenvorbereitung der intakten Oberflächen der Altbeschichtung für die nachfolgende Überbeschichtung. Dabei sind Verunreinigungen und lose Beschichtungsteile zu ent-

fernen und evtl. die Altbeschichtung aufzurauben. Hier können entweder sanftes Sweep-Strahlen oder Druckwasserstrahlen (nur zum Reinigen, nicht zum Aufrauben) angewandt werden.

(2) Meistens wird das Sweep-Strahlen in Verbindung mit dem Spot-Strahlen angewandt, das Druckwasserstrahlen zusammen mit dem maschinellen Schleifen.

7.1.1 Sweep-Strahlen der intakten Flächen und Spot-Strahlen der Schadstellen

(1) Das Ziel des Sweep-Strahlens ist eine gründliche aber sanfte Entfernung der Verschmutzungen und losen Beschichtungen, ohne die intakten Be-

schichtungen zu sehr zu verletzen. Es kann im Vergleich zum Strahlen bis zum Stahluntergrund durch Veränderung eines oder mehrerer Strahlparameter, z.B. Härte und Form des Strahlmittels (z.B. rundkörniger Granatsand statt scharfkantiger Schmelzkammerschlacke), flacher Aufprallwinkel (z.B. 30°), größere Entfernung der Düse von der wird klares, meist bis zu 80°C erwärmtes Oberfläche (z.B. bis 1,5 m statt ca. 30 cm), geringer Luftdruck (4 bar bis 7 bar statt 10 bar) sowie geringere Korngröße des Strahlmittels (bis 0,8 mm statt bis 1,4 mm Größtkorn) optimiert werden.

(2) An glatten Steg- oder Gurtflächen lässt sich das Sweep-Strahlen problemlos anwenden. Eine besondere Sorgfalt ist bei stark gegliederten, engen oder winkligen Konstruktionen notwendig. Daher ist ein Probe-Sweep-Strahlen zur Ermittlung der Strahlparameter unter den jeweils vorliegenden konstruktiven Randbedingungen zu empfehlen.

(3) Wird das Sweep-Strahlen als Oberflächenvorbereitung der intakten Oberflächen der Altbeschichtung gewählt, so ist zu empfehlen, die Baustelle mit zwei Strahlausrüstungen auszustatten, wobei die eine für das Sweep-Strahlen und die andere für das Spot-Strahlen verwendet wird.

(4) Aufgrund des starken Aufrauens der Altbeschichtung durch Sweep-Strahlen ist u.U. ein Mehrverbrauch an Beschichtungsstoff für die erste Beschichtung über die gesamte Fläche einzuplanen.

(5) Bei Anwendung des Sweep-Strahlens ist zu berücksichtigen, dass durch entsprechende Einrüstung die Umgebung gegen Staub geschützt und die Strahlschuttentsorgung sichergestellt werden muss (siehe ZTV-KOR-Stahlbauten, Nr. 7). Im Vergleich zu einer Vollerneuerung und soweit die Altbeschichtung überwiegend an der Oberfläche durch Sweep-Strahlen bearbeitet wird, wird der Strahlschutt in der Regel nur geringe Schadstoffanteile enthalten.

(6) Bei der Ausschreibung einer Teilerneuerungsmaßnahme mit Sweep- und Spot-Strahlen als Oberflächenvorbereitung ist zu beachten, dass die tatsächlich spotgestrahlte Teilfläche in der Regel deutlich größer ist als die geschätzte schadhafte Teilfläche. Daher ist in der Ausschreibung entweder das Drei- bis Vierfache der geschätzten schadhafte Teilfläche zum Strahlen mit Vorbereitungsgrad PSa 2½ vorzusehen oder einige ausgewählte kritische Bereiche (z.B. Kanten, Montagegestöße, Durchdringungspunkte von Steifen, Untergurte, ... je nach Zustand des Bauwerks) durchweg als Flächen für Vorbereitungsgrad PSa 2½ auszuscheiden.

7.1.2 Druckwasserstrahlen der intakten Oberfläche und maschinelles Schleifen der Schadstellen

(1) Das Druckwasserstrahlen der gesamten Oberfläche und maschinelles Schleifen der Schadstellen sind weitere vielfach verwendete und bewährte Oberflächenvorbereitungsverfahren für Teilerneuerungsmaßnahmen.

(2) Der Wasserdruck beim Druckwasserstrahlen richtet sich nach den zu entfernenden Verunreinigungen, z.B. wasserlöslichen Stoffen, losem Rost und schlecht haftenden Beschichtungen. Hohe Wasserdrücke sind zu bevorzugen, wobei der Mindestwasserdruck 150 bar bei einem geringen Abstand zwischen Oberfläche und Düse betragen soll. Bei langen Schläuchen ist zu empfehlen, evtl. eine Zwischenstation einzuschalten, um den Wasserdruckverlust auszugleichen.

(3) Zum Druckwasserstrahlen Wasser verwendet. Wird in Verbindung mit einem Reinigungsmittel, z.B. SE-1 Anlauger, gearbeitet, so sollte das Reinigungsmittel auf die Oberfläche aufgetragen und nach einer bestimmten Einwirkzeit durch Druckwasserstrahlen gründlich abgewaschen werden. Außentemperaturen, umweltschutztechnische Belange u.ä. sind dabei zu beachten.

(4) Eine rotierende Strahldüse bringt deutlich bessere Reinigungseffekte bei allerdings ca. dreifachem Wasserverbrauch gegenüber der Anwendung von Fächerstrahldüsen.

(5) Zur Festlegung der Parameter des Druckwasserstrahlens sind Versuche zu empfehlen. Diese können auch mit der Abwasserprobenahme zwecks Untersuchung verbunden werden. Das Abwasser - auch ohne Reinigungsmittel - darf nicht direkt in Boden oder Gewässer eingeleitet werden. Die Einrüstung der Arbeitsbühne beim Druckwasserstrahlen ist so abzudichten, dass das Abwasser aufgefangen werden und kein Abwasser in darunter befindliche Gewässer oder in den Boden gelangen kann.

(6) Eine indirekte Einleitung (in die Kanalisation) des Abwassers ist nur mit Genehmigung der zuständigen unteren Wasserbehörde möglich. Aus der Untersuchung der Abwasserprobe und je nach Wassersatzung ergibt sich das notwendige Behandeln des Abwassers vor dem Einleiten in die Kanalisation. Die Behandlung des Abwassers kann z.B. die Abscheidung der Feststoffe durch Absetzen oder Filtration bzw. seine Neutralisation auf einen pH-Wert zwischen 6,5 und 8,5 umfassen.

Tabelle 4: Zusammenhang zwischen der Größe der punktförmigen Durchrostung und Ausbesserungsmöglichkeiten

Punktgröße (Durchmesser d)	Altbeschichtung	Vorgehensweise	Beschichtungsstoff für Instandsetzung
< 1 mm	AK-, AY-, PVC-, Epoxid- (EP), EP/PUR - Systeme	reinigen und mit Deckbeschichtungsstoff überarbeiten	AK-, AY-, PVC-, EP/PUR - Beschichtungsstoff
1 bis 2 mm	nur EP- oder EP/PUR-Systeme	reinigen und mit Deckbeschichtungsstoff überarbeiten	nur PUR-Beschichtungsstoff
1 bis 2 mm	AK-, AY-, PVC- Systeme u.ä.	reinigen und punktuell ausflecken mit Grundbeschichtungsstoff, dann mit Deckbeschichtungsstoff überarbeiten	AK-, AY-, PVC- Beschichtungsstoff u.ä.
> 2 mm	AK-, AY-, PVC-, Epoxid- (EP), EP/PUR - Systeme	reinigen und punktuell ausflecken mit Grundbeschichtungsstoff, dann mit Deckbeschichtungsstoff überarbeiten	AK-, AY-, PVC-, (Epoxid-), PUR - Beschichtungsstoff

7.1.3 Vorgehensweise bei den vereinzelt auftretenden punktuellen Durchrostungen

(1) Bei kleinen Schadstellen stellt sich die Frage, ab wann in der Altbeschichtung eine Schadstelle vorliegt, die eine Ausbesserung erfordert. Vereinzelt auftretende punktuelle Durchrostungen bedürfen nicht immer einer Ausbesserung, sondern können in Abhängigkeit von der Altbeschichtung, dem Beschichtungsstoff für Instandsetzung und der Größe der Durchrostung im Rahmen der Teilerneuerungsmaßnahme ohne maschinelles Schleifen nur nach Reinigen durch Druckwasserstrahlen überbeschichtet werden (siehe Tabelle 4).

(2) In Sonderfällen kann eine Oberflächenvorbereitung geringer Qualität in Verbindung mit restrostverträglichen Grundbeschichtungsstoffen an kleinen Schadstellen akzeptiert werden. Eine Empfehlung der Beschichtungsstoffhersteller ist dabei zu beachten.

7.2 Beschichten

(1) Aufgrund vorliegender Erfahrungen an Brücken wird bei den Epoxidharz/Polyurethan-Systemen von einer Standzeit der Korrosionsschutzbeschichtung von 25 Jahren bis zu einer Teilerneuerungsmaßnahme ausgegangen. Nach einer dann folgenden Zeitspanne von etwa 20 Jahren wird theoretisch eine Vollerneuerung des Korrosionsschutzsystems für erforderlich gehalten. Insgesamt ergibt sich damit eine gesamte Schutzdauer von etwa 45 Jahren. Diese geschätzte Zahl kann in Abhängigkeit vom Standort, von der Art der Konstruktion und von der Qualität der Ausführung der Erstschutzmaßnahme variieren. Daher kann es erforderlich werden, auch bereits früher, z.B. nach 15 Jahren, eine Ausbesserung von Schadstellen vorzusehen, soweit das dann entstehende fleckige Bild ästhetisch akzeptabel ist.

(2) Bei Teilerneuerungsmaßnahmen ist darauf zu achten, dass an Schadstellen die Korrosionsschutzbeschichtung vollständig neu aufgebaut wird. Im Normalfall werden zum Ausflecken dort eine Grundbeschichtung und eine bis zwei Zwischenbeschichtungen aufgetragen. Dies ist je nach Anzahl der Beschichtungen, die über die gesamte Fläche vorgesehen sind, zu bestimmen. Da die Grundbeschichtung über die Schadstelle, aber auch überlappend über die Altbeschichtung aufzutragen ist, darf sie insbesondere bei Epoxidharzbeschichtungen nur mit Zinkphosphat (kein Zinkstaub!) pigmentiert sein. Die Gesamtschichtdicke über den Schadstellen einschließlich der ganzflächigen Deckbeschichtungen soll mindestens 320 µm betragen.

(3) Wenn nach der Oberflächenvorbereitung der verbleibenden Altbeschichtung die Restschichtdicke groß genug ist (mindestens 200 µm), genügt die Aufbringung einer Deckbeschichtung über die gesamte Fläche. Ist dies nicht gegeben, sind zwei Beschichtungen notwendig.

(4) Die Kanten sind oft sehr stark betroffen. Dort sollte die Beschichtung auch bei Teilerneuerungsmaßnahmen vollständig erneuert werden. Eine zusätzliche Beschichtung als Kantenschutz sollte vorgesehen werden.

(5) Die Auswahl der Beschichtungsstoffe für die Teilerneuerungsmaßnahme fängt bei der Auswahl der Beschichtungsstoffe für die Probestellen an. Hier ist insbesondere entscheidend, ob die Beschichtungsstoffe der Altbeschichtung Einkomponenten- (wie bei Alkydharzbeschichtungen) oder Zweikomponenten-Beschichtungsstoffe (wie bei EP/PUR-Beschichtungen) waren. Für die Beschichtungsstoffe zur Instandsetzung der Altbeschichtungen aus 1K-Beschichtungsstoffen wurde das Blatt 93 der TL/TP-KOR-Stahlbauten entwickelt. Diese 1K-Beschichtungsstoffe, lösemittelarm, vorwiegend zur Instandsetzung bzw. die

PVC-Kombinationsstoffe nach Blatt 77 oder luftfeuchtigkeitshärtende 1K-Polyurethan-Beschichtungsstoffe werden z.Z. hauptsächlich bei 1K - Altbeschichtungen angewandt. Zur Instandsetzung der 2K-Altbeschichtungen dienen hauptsächlich 2K-EP/PUR-Beschichtungsstoffe nach Blatt 87 und lösemittelarme 2K-Beschichtungsstoffe nach Blatt 94 und Blatt 95. Eine Empfehlung der Beschichtungsstoffhersteller betreffend der Oberflächenvorbereitung und der Beschichtungsstoffauswahl ist bei der Anlegung der Probeflächen zu beachten.

8 Hinweise zum Anlegen von Probeflächen

(1) Probeflächen sind erforderlich, wenn eine Teilerneuerung vorgesehen wird. Sie dienen dazu, eine oder mehrere Varianten der vorgesehenen Teilerneuerung, bestehend aus spezifischer Oberflächenvorbereitung und den Instandsetzungs-Beschichtungssystemen, zu erproben.

(2) Bei der Oberflächenvorbereitung ist darauf zu achten, dass vorhandene Verschmutzungen, lose Beschichtungsteile und ggf. Abbauprodukte der Altbeschichtung entfernt werden, dabei darf die verbleibende restliche Altbeschichtung nur im geringem Maß abgebaut und geschädigt werden.

(3) Bei den Beschichtungsstoffen zum Auftragen auf die Altbeschichtung ist auf die Verträglichkeit zu achten, z. B. durch Wahl gleicher Bindemittel, geringem Lösemittelanteil oder für diese Zwecke besonders erprobter Stoffe gemäß TL/TP-KOR-Stahlbauten.

(4) Beim Anlegen von Probeflächen soll folgendermaßen vorgegangen werden:

- Im Bereich der größten Korrosionsbelastung am Bauwerk ist je vorgesehenem System eine Fläche von ca. 1 m², bzw. bei Seilen oder Kabeln einer Länge von ca. 1 m auszuwählen.
- Auf jeder ausgewählten Fläche erfolgt eine Erfassung des Ist-Zustandes (Schichtdickenmessungen, Ermittlung des Gitterschnittes, Dokumentation des Aussehens durch Fotografie).
- Danach Durchführung des Oberflächenvorbereitungsverfahrens, z. B. Abbürsten oder Sweepen.
- Erneute Charakterisierung der so entstandenen Probefläche hinsichtlich Schichtdicke, Gitterschnitt, Aussehen.
- Applikation der geplanten Beschichtungssysteme auf der vorbereiteten Altbeschichtung (Legende anlegen).

- Nach ca. 14 Tagen Charakterisierung von Schichtdicke und Aussehen.
- Nach ca. einem Jahr Charakterisierung von Schichtdicke, Gitterschnitt (evtl. Abreißversuch) und Aussehen. Auswahl des Systems mit dem besten Ergebnis.

9 Ausschreibungshinweise

Bei der Ausschreibung von Korrosionsschutzmaßnahmen sind folgende Hinweise zu beachten:

- (a) Entscheidung über die Maßnahme treffen (siehe Bild 1)
- Vollerneuerung,
 - Teilerneuerung,
 - Ausbesserung.
- (b) Planung der Maßnahme
- Statisches Konzept (Grobkonzept für Ablaufplanung, für Einhausungen, Baugeräte und Hängegeräte; Überprüfung der Brückenkonstruktion einschließlich ggf. Seile/Kabeln bezüglich Zusatzlasten; ggf. Festlegung betrieblicher Einschränkungen bzw. Verstärkung der Konstruktion),
 - Schutzmaßnahmen (z. B. gegen Emissionen, Immissionen und Verkehrseinwirkungen; Arbeitsschutz),
 - Abfallentsorgungskonzept (Verwertung, Beseitigung),
 - Verkehrsführung, Verkehrssicherung,
 - Beweissicherung (z. B. Bodenproben, Wasserproben, Zustand der Bauwerksumgebung),
 - Information der Öffentlichkeit (z. B. Pressemitteilung),
 - Auswahl der Oberflächenvorbereitungsverfahren (siehe Tabelle 5),
 - Auswahl der Schutzsysteme (siehe Anhang G „Planungshilfen“ der TL/TP-KOR Stahlbauten),
 - Mengenermittlung (siehe Tabelle 6),
 - Einholen der Zustimmung der Träger öffentlicher Belange, z. B. Verkehrsbehörden, Polizei, Gewerbeaufsichtsamt, Energieträger, Wasserwirtschaftsamt, Forstamt, Denkmalschutz

Tabelle 5: Beispiele für Oberflächenvorbereitungsverfahren

Erhaltungsmaßnahme	Bauteile / Bereiche	Auswahl an Oberflächenvorbereitungsverfahren (Beispiele)
Volle Erneuerung	gesamte Fläche	Sa 2½ mit Druckluftstrahlen: - Einwegstrahlmittel - Mehrwegstrahlmittel
	z. B. Walzfehler, Schweißnähte	- Schleifen
Teilerneuerung	Roststellen, unterrostete Bereiche, alle Niet- und Schraubenstöße, alle Kanten,	PSa 2½ mit Spot-Strahlen, - PMa mit maschinell angetriebenen Werkzeugen, z. B. Schleifgeräten, - PSt 3 (in Sonderfällen) z. B. mit Rostklopfhämmer, Nadel-pistolen, Drahtbürsten
	verbleibende Altbeschichtung	Sweep-Strahlen, - Reinigen mit Druckwasser, - Abbürsten
	z. B. Walzfehler, Schweißnähte, Beschichtungsverdickungen	- PMa mit maschinell angetriebenen Werkzeugen, z. B. Schleifgeräten
	Engstellen, schwer zugängliche Bereiche	- PSa 2½ mit Spot-Strahlen
Ausbesserung	Roststellen, unterrostete Bereiche	- PSa 2½ mit Spot-Strahlen, - PMa mit maschinell angetriebenen Werkzeugen, z. B. Schleifgeräten, - PSt 3 (in Sonderfällen) z. B. mit Rostklopfhämmer, Nadel-pistolen, Drahtbürsten

Tabelle 6: Erhaltungsmaßnahmen und Mengenermittlung

Erhaltungsmaßnahme	Zu ermittelnde Mengen an Beschichtungsstoffen
Volle Erneuerung	- Beschichtungssystem (vollflächig), - Kantenschutz
Teilerneuerung	- Grund- und Zwischenbeschichtung (mechanisch vorbereitete und Spot gestrahlte Teilflächen, ausreichende Überlappung beachten) für das Ausflecken - Zwischen- und Deckbeschichtung auf die gesamte Fläche (ausgebesserte und sweepgestrahlte Flächen)
Ausbesserung	- Ausflecken mit Grund-, Zwischen- und Deckbeschichtung (mechanisch vorbereitete und Spot gestrahlte Teilflächen, ausreichende Überlappung beachten) für das Ausflecken

10 Normen und sonstige Technische Regelwerke

10.1 Normen und DIN-Fachberichte

+ ¹⁾ Bezugsquelle für alle Normen und Fachberichte

ASTM D 3359	Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test
DIN 1076	Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen, Prüfung und Überwachung
DIN 67530	Reflektometer als Hilfsmittel zur Glanzbeurteilung an ebenen Anstrich- und Kunststoff-Oberflächen
DIN EN ISO 12944-1	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 1: Allgemeine Einleitung
DIN EN ISO 12944-2	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen
DIN EN ISO 12944-3	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung
DIN EN ISO 12944-4	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung
DIN EN ISO 12944-5	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 5: Beschichtungssysteme
DIN EN ISO 12944-6	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 6: Laborprüfungen zur Bewertung von Beschichtungssystemen
DIN EN ISO 12944-7	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten
DIN EN ISO 12944-8	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 8: Erarbeiten von Spezifikationen für Erstschutz und Instandsetzung
DIN EN ISO 2808	Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Schichtdicke
DIN EN ISO 2813	Beschichtungsstoffe - Bestimmung des Reflektometerwertes von Beschichtungen (außer Metallic-Beschichtungen) unter 20°, 60° und 85°
DIN EN ISO 4624	Beschichtungsstoffe - Abreißversuch zur Beurteilung der Haftfestigkeit
DIN EN ISO 4628-1	Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden - Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen - Teil 1: Allgemeine Einführung und Bewertungssystem
DIN EN ISO 4628-2	Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden - Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen - Teil 2: Bewertung des Blasengrades
DIN EN ISO 4628-3	Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden - Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen - Teil 3: Bewertung des Rostgrades
DIN EN ISO 4628-4	Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden - Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen - Teil 4: Bewertung des Rissgrades
DIN EN ISO 4628-5	Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden - Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen - Teil 5: Bewertung des Ablätterungsgrades
DIN EN ISO 4628-6	Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden; Bewertung von Ausmaß, Menge und Größe von Schäden - Teil 6: Bewertung des Kreidungsgrades nach dem Klebebandverfahren

DIN EN ISO 4628-6	Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden; Bewertung von Ausmaß, Menge und Größe von Schäden Teil 7: Bewertung des Kreidungsgrades nach dem Samtverfahren
DIN-Fachbericht 63	„Lacke und ähnliche Beschichtungsstoffe; Übersicht über Prüfverfahren zum Beurteilen der Haftfestigkeit von Beschichtungen

10.2 Sonstige Bestimmungen

RI-EBW-PRÜF	Richtlinien zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 + ²⁾
Ril 804.8001	Ingenieurbauwerke planen, bauen und instandhalten; Inspektion von Ingenieurbauwerken: Allgemeine Grundsätze + ⁴⁾
RI-WI-BRÜ	Richtlinie für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Rahmen von Instandsetzungs-/Erneuerungsmaßnahmen bei Straßenbrücken ^{1 + 3)}
TL/TP-KOR-Seile	Technischen Liefer- und Prüfbedingungen für Beschichtungs-, Dicht- und Injizierstoffe für den Korrosionsschutz von Seilen und Kabeln ^{2 + 3)}
TL/TP-KOR-Stahlbauten	Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Beschichtungsstoffe für den Korrosionsschutz von Stahlbauten + ³⁾
ZTV-ING	Zusätzlichen Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten ZTV-ING + ³⁾

10.3 Literatur

- [1] Weber, J./Boué, P./Jungbeck, H., Bleibende Seilspreizung und Erneuerung des Korrosionsschutzes der Seile der Donaubrücke Deggenau + ⁵⁾
- [2] BAST-Projekt Nr. 91 201, Erprobung besonderer Beschichtungsstoffe für schwierige Untergründe + ⁶⁾
- [3] Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Brücken- und Ingenieurbau, Heft B 23, BAST-Projekt Nr. 95 220, Instandhaltung des Korrosionsschutzes durch Teileerneuerung – Bewertung und Oberflächenvorbereitung schwieriger Untergründe + ⁷⁾

10.4 Bezugsquellen

- + ¹⁾ Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin
- + ²⁾ <http://www.sib-bauwerke.bast.de>
- + ³⁾ Verkehrsblatt-Verlag, Hohe Straße 39, 44 139 Dortmund
- + ⁴⁾ DB Services Technische Dienste GmbH, Druck und Informationslogistik, Logistikcenter, Kriegsstr.1, 76131 Karlsruhe
- + ⁵⁾ Bauingenieur 75 (2000), Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Heinrichstr. 24, D-40239 Düsseldorf
- + ⁶⁾ Bundesanstalt für Straßenwesen, Postfach 10 01 50, 51401 Bergisch Gladbach
- + ⁷⁾ Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Postfach 10 11 10, 27511 Bremerhaven

¹ In Vorbereitung

² künftig in „Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Ingenieurbauten (TL/TP-ING)“

Anhang A: Handbuch für die Bewertung des Korrosionsschutzes

Inhalt	Seite		Seite
A 1	Einleitung	A 6	Prüfbericht
	20		28
A 2	Charakterisierung des Bauwerks ...	A 6.1	Bewertung des Zustandes der
	20		Messflächen und Bereiche
A 2.1	Lage des Bauwerks bzw. des		(je nach Erfordernis).....
	Teilbauwerks.....		28
	20	A 6.2	Zusammenfassende Bewertung
A 2.2	Bauweise und Bauwerksart		28
	20	A 6.3	Empfehlung
A 2.3	Abmessungen des Bauwerks		28
	20	A 7	Beschreibung
A 2.4	Besonderheiten des Bauwerks		der Messverfahren
	20		28
A 2.5	Korrosionsschutzsysteme.....	A 7.1	Schichtdickenmessungen
	20		28
A 3	Einteilung des Bauwerks	A 7.1.1	Verfahrensarten.....
	20		28
A 3.1	Allgemeines	A 7.1.2	Auswertung der
	20		Schichtdickenmessungen
A 3.2	Einteilung in Bereiche		29
	20	A 7.1.3	Schichtdickenmessung bei der
A 3.2.1	Einteilung in „Bereiche gleicher		Teilerneuerung
	Schadensklasse“.....		29
	21	A 7.2	Haftfestigkeitsmessungen
A 3.2.2	Einteilung in „Bereiche gleicher		29
	Belastungen“.....	A 7.2.1	Verfahrensablauf beim Abreißversuch
	21		nach DIN EN ISO 4624
A 3.2.3	Einteilung in „Bereiche mit		29
	Sondercharakter“	A 7.2.2	Haftfestigkeitsmessung durch
	21		Gitterschnittprüfung gemäß DIN EN
A 3.2.4	Einteilung in „Bereiche gleicher		ISO 2409 bzw. Kreuzschnittprüfung...30
	Beschichtungssysteme“.....	A 7.2.3	Verfahrensablauf bei der
	21		Kreuzschnittprüfung
A 3.3	Festlegung der Messflächen.....		31
	21	Anlage
A 3.3.1	Allgemeines		33
	21	Formblatt A 1, Charakterisierung des	
A 3.3.2	Verteilung der Messflächen		Bauwerks/Teilbauwerks
	22		33
A 3.3.3	Dokumentation der Messflächen		Formblatt A 2, Einteilung des Bauwerks.....
	22		34
A 4	Bewertungskriterien für den		Formblatt A 3, Bestandsaufnahme
	Zustand der Beschichtung		des Korrosionsschutzsystems....
	22		35
A 4.1	Bewertungskriterien im Überblick		Formblatt A 4, Einschätzung im Überblick.....
	(Gesamtbauwerk)		36
	22		Formblatt A 5, Einschätzung im Detail
A 4.1.1	Durchrostung		37
	22		Formblatt A 6, Zusammenfassende
A 4.1.2	Abblättern, Blasen, Risse		Bewertung
	22		38
A 4.1.3	Weitere Bewertungskriterien.....		
	23		
A 4.2	Bewertungskriterien für „Bereiche mit		
	Sondercharakter“		
	23		
A 4.2.1	Kantenkorrosion, Spaltkorrosion und		
	Korrosion an Verbindungsmitteln.....		
	24		
A 4.2.2	Austritt von Seilverfüllmitteln an		
	beschichteten Seilen / Kabeln		
	24		
A 4.3	Bewertungskriterien im Detail		
	(Messflächen)		
	24		
A 4.3.1	Schichtdicke.....		
	24		
A 4.3.2	Haftfestigkeit		
	24		
A 5	Instandsetzungsvarianten		
	25		
A 5.1	Allgemeines		
	25		
A 5.2	Entscheidung "keine Aktivitäten"		
	25		
A 5.3	Entscheidung "Ausbesserung"		
	25		
A 5.4	Entscheidung "Teilerneuerung"		
	25		
A 5.5	Entscheidung "Vollerneuerung"		
	28		

A 1 Einleitung

(1) Das „Handbuch für die Bewertung des Korrosionsschutzes“ soll im Vorfeld einer notwendigen Erhaltungsmaßnahme als Hilfsmittel für eine detaillierte Untersuchung dienen.

(2) Im Folgenden werden die Art und Weise der durchzuführenden Untersuchungen beschrieben und entsprechende Anforderungen und Grenzwerte als Entscheidungshilfe genannt.

A 2 Charakterisierung des Bauwerks

Für die Beschreibung des zu bewertenden Bauwerks ist das Formblatt A 1 in der Anlage zu benutzen. Die Angaben aus „Anweisung Straßeninformationsbank (ASB)“ und / oder dem Bauwerksbuch sind zu beachten.

A 2.1 Lage des Bauwerks bzw. des Teilbauwerks

Zur Charakterisierung der Lage eines Bauwerks bzw. Teilbauwerks sind folgende Angaben zu dokumentieren:

- die Ortslage durch:
ASB-Nr., Land, Straße bzw. Strecke, Streckenabschnitt bzw. Streckenkilometer, Name der Brücke, nächsten Ort und Charakterisierung des Hauptverlaufes der Brücke (z.B. Streckenverlauf unter Angabe der Himmelsrichtung), z.B.: Autobahnbrücke über den Rhein, nahe Stromkilometer 490, Straßenbrücke über Eisenbahnstrecke Dresden – Leipzig, nahe km-Stein 90,0, Brückenkonstruktion befindet sich in bevorzugter Ost-West-Richtung
- die Umgebungsbedingungen (siehe auch DIN EN ISO 12944-2) durch:
Korrosivitätskategorie, kleinklimatische Bedingungen und eventuell Sonderbelastungen, z.B.: Korrosivitätskategorie C2, 2/3 der Brücke über Wasser (Höhe ca. 40 m), 1/3 der Brücke über Land (Höhe ca. 20 – 30 m)

A 2.2 Bauweise und Bauwerksart

Zur späteren Einschätzung der zweckmäßigen Instandsetzungsmaßnahme(n) sind ebenfalls eine Charakterisierung der Bauweise und Bauwerksart nach ASB erforderlich.

A 2.3 Abmessungen des Bauwerks

Erforderliche Angaben sind z.B.: Gesamtlänge und -breite, lichte Höhe, min/max Konstruktionshöhe, gesamte beschichtete Fläche [m²].

A 2.4 Besonderheiten des Bauwerks

Relevante Besonderheiten können z.B. extreme Verschmutzung, einseitige extreme UV-Belastung, starke Betauung, teilweise starke mechanische Belastung, schwer zugänglich Bauteile sein.

A 2.5 Korrosionsschutzsysteme

(1) Zur Charakterisierung des Ist-Zustandes ist die Zuordnung der vorhandenen Korrosionsschutzsysteme zu den jeweiligen Bauwerksflächen notwendig. Z.B. „Gesamte Brückenkonstruktion wurde mit einem Korrosionsschutzsystem A versehen“ oder „Orthotrope Platte ist mit Beschichtungssystem A, übriges Tragwerk mit Beschichtungssystem B versehen“.

(2) Zu den vorhandenen Beschichtungssystemen sind u.a. folgende Informationen wichtig:

- Substrat, d.h. vorhandene, zu schützende Oberfläche (z.B. Stahl, verzinkter Stahl),
- Fertigungsbeschichtung, Oberflächenvorbereitung, Grundbeschichtung, Kantenschutz, Zwischenbeschichtung, Deckbeschichtung, Beschichtungssystem,
- bereits vorgenommene Erhaltungsmaßnahmen.

(3) Zur Beschreibung der vorhandenen Korrosionsschutzsysteme ist Formblatt A 2 in der Anlage zu benutzen.

A 3 Einteilung des Bauwerks

A 3.1 Allgemeines

(1) Zum Zwecke der Untersuchung wird das Bauwerk in verschiedene Bereiche eingeteilt. In den Bereichen werden Anzahl und Verteilung der Messflächen festgelegt, an denen jeweils erforderliche Messungen durchgeführt werden.

(2) Zur Einteilung des Bauwerks in Bereiche ist das Formblatt A 3 in der Anlage zu benutzen.

A 3.2 Einteilung in Bereiche

(1) Eine Einteilung in Bereiche ist nicht bei jedem Bauwerk notwendig.

(2) Soweit erforderlich wird das Bauwerk in folgende Bereiche eingeteilt:

- Bereiche gleicher Schadensklassen (siehe Abschnitt A 3.2.1),
- Bereiche gleicher Belastung (siehe Abschnitt A 3.2.2),
- Bereiche mit Sondercharakter (siehe Abschnitt A 3.2.3),
- Bereiche gleicher Beschichtungssysteme (siehe Abschnitt A 3.2.4),

(3) Solche Bereiche können sich überlappen. Beispielsweise können Bereiche mit Beschichtungssystem A sowohl Bereichen mit hoher UV-Belastung (Südseite) als auch Bereichen mit hoher Kondenswasserbelastung (Brückenunterseite dicht über Wasser) ausgesetzt sein. Das Schadensbild ist bereichsübergreifend.

A 3.2.1 Einteilung in „Bereiche gleicher Schadensklasse“

(1) Ein Bauwerk kann sowohl einen einheitlichen als auch einen verschiedenartigen Zustand hinsichtlich des Korrosionsschutzes aufweisen.

(2) Beispiele für verschiedene abgestufte Mängel und Schäden:

- Bereiche ohne sichtbare Mängel (SK 0),
- Bereiche mit sichtbaren Mängeln (SK 1, SK 2),
- Bereiche mit sichtbaren Schäden (SK 3, SK 4, SK 5).

A 3.2.2 Einteilung in „Bereiche gleicher Belastungen“

Das Bauwerk kann in Bereiche mit gleichen (korrosiven) Belastungen eingeteilt werden, wie z.B. Bereiche mit:

- hoher Salzsprühnebelbelastung durch Taumittel oder mit starken Salzablagerungen (z.B. Unterseiten von orthotropen Platten),
- hoher UV-Belastung,
- hoher Chemikalienbelastung (z.B. basisch, saure, organische Medien),
- hoher Verschmutzung (z.B. Fette, Vogelkot),
- hoher Kondenswasserbelastung (z.B. schlecht belüftete Bauwerksuntersichten über Gewässern),
- vergleichsweise geringer Belastung (z.B. das Innere von Hohlkästen),
- thermischer Belastung (z.B. Unterseite orthotrope Fahrbahnplatten),
- mechanischer Belastung (z.B. Splittanprall mit nachfolgender Tausalzeinwirkung, sonstige Beschädigung des Korrosionsschutzsystems).

A 3.2.3 Einteilung in „Bereiche mit Sondercharakter“

(1) Bereiche mit Sondercharakter sind immer unabhängig von der Restfläche zu bewerten. Dabei handelt es sich oftmals um kleine, begrenzte Bereiche, die innerhalb des gesamten Bauwerks potentielle Schwachpunkte darstellen können.

(2) Beispiele für Bereiche mit Sondercharakter sind:

- Stöße und Anschlüsse (z.B. Schrauben, Nieten, Bolzen, Schweißverbindungen)
- Kanten
- Fugen und Spalten
- Flansche
- Schwer zugängliche Bereiche

A 3.2.4 Einteilung in „Bereiche gleicher Beschichtungssysteme“

(1) Falls mehrere Beschichtungssysteme am Bauwerk vorhanden sind, ist eine Einteilung in Bereiche gleicher Beschichtungssysteme sinnvoll. Dabei ist ein wesentliches Kriterium für die Unterscheidung das Bindemittel oder deren Kombination sowie die Unterschiede in der Sollschichtdicke. Die Pigmentierung (Eisenglimmer bzw. RAL-Töne) spielt eine nur untergeordnete Rolle.

(2) Beispiele für Bindemittel bzw. -systeme sind:

- Alkydharze, AK-Kombinationen,
- PVC, Chlorkautschuk, Acrylharze,
- Systeme auf Basis wasserverdünnbarer Bindemittel,
- Reaktionsharze auf Epoxidharzbasis mit Eisenglimmer oder in RAL-Farben,
- Systeme mit PUR-Beschichtungen (1- oder 2-komponentig) mit Eisenglimmer oder in RAL-Farben.

A 3.3 Festlegung der Messflächen

A 3.3.1 Allgemeines

(1) Eine Messfläche ist eine Fläche von 1 m x 1 m Größe, die für Lage und Zustand des Korrosionsschutzsystems und für den einzelnen Bereich des Bauwerks signifikant sein soll.

(2) Sind für einen Bereich mehr als zwei Messflächen anzulegen, so ist zu empfehlen, Messflächen zusätzlich mit unterschiedlichem Erscheinungsbild auszusuchen. Z.B. eine Messfläche ohne sichtbare Durchrostung, Abblätterung, Blasen und/oder Risse in der Beschichtung und eine Messfläche, die typische Mängel bzw. Schäden aufweist.

(3) Auf den Messflächen werden Schichtdicken- und Haftfestigkeitsmessungen zur Bewertung des Korrosionsschutzsystems durchgeführt (siehe Abschnitt A 4.3).

(4) Wenn Kontrollflächen im Sinne der DIN EN ISO 12944-7 am Bauwerk angelegt worden sind, dürfen die Messflächen nicht innerhalb von diesen Flächen liegen.

Tabelle A 1: Verhältnis von Bereichsfläche zu Messflächenanzahl

Fläche des Bereiches	Anzahl der Messflächen
bis 2000 m ²	2 bis 4
über 2000 m ² bis 5000 m ²	4 bis 5
über 5000 m ² bis 10 000 m ²	5 bis 6
über 10 000 m ² bis 25 000 m ²	6 bis 7
über 25 000 m ²	mehr als 7

A 3.3.2 Verteilung der Messflächen

(1) Die Verteilung der Messflächen ist den verschiedenen, möglichen Bereichen nach Abschnitt A 3.2 anzupassen. Auf jedem vorher ermittelten Bereich sind Messflächen auszuweisen, deren Anzahl sich nach Größe des jeweiligen Bereiches richtet (siehe Tabelle A 1).

(2) Es empfiehlt sich, für unterschiedliche Bauteile, aber auch für deren Untergliederung (z.B. Bauteil: Doppel-T-Träger, untergliedert in Steg, Unterflansch) die Messflächen gesondert anzulegen.

A 3.3.3 Dokumentation der Messflächen

(1) Messflächen sind derart zu dokumentieren, dass sie jederzeit wieder gefunden werden können (z.B. durch fotografische Aufnahmen mit Umgebung, verbale Beschreibung und Ausmessen der Position).

(2) Messflächen sind betreffend der Mängel bzw. Schäden wie Durchrostung (DIN EN ISO 4628-3), Unterrostung, Unterwanderung, Abblättern (DIN EN ISO 4628-5), Blasen (DIN EN ISO 4628-2) und Risse (DIN EN ISO 4628-4) zu beschreiben (siehe auch A 4.1).

A 4 Bewertungskriterien für den Zustand der Beschichtung

Zur Festlegung der Bewertungskriterien ist im Vorfeld eine detaillierte Auswertung des Berichtes von der Bauwerksprüfung bzw. eine Inaugenscheinnahme des Gesamtzustandes notwendig. Die im Einzelfall erforderlichen Messflächen und darauf durchzuführende Prüfungen werden daraufhin ausgewählt.

A 4.1 Bewertungskriterien im Überblick (Gesamtbauwerk)

(1) Die folgenden Kriterien haben einen optischen Bewertungscharakter. Sie dienen der Bewertung des Zustandes des gesamten Bauwerks, unabhängig von potenziellen Messflächen. Sämtliche Flächen, die ein den Bewertungskriterien entspre-

chendes Erscheinungsbild aufweisen, sind in ihrer Größe abzuschätzen und zu dokumentieren.

(2) Formblatt A 5 für das Prüfprotokoll „Einschätzung im Überblick“ befindet sich in der Anlage.

A 4.1.1 Durchrostung

(1) Eine Durchrostung der Beschichtung (Rostdurchbrüche) kann unterschiedlich stark ausgeprägt sein. Man unterscheidet:

- punktförmige Durchrostung,
- flächenhafte Durchrostung.

(2) Zuerst ist die Fläche, auf der die (sowohl punktförmige als auch flächenhafte) Durchrostungen vorkommen, abzuschätzen. Diese Fläche ist auf die Gesamtfläche des Bauwerks (in %) zu beziehen.

(3) Darüber hinaus ist das Ausmaß der Durchrostung auf dieser Fläche zu beschreiben.

(4) Das Ausmaß der punktförmigen Durchrostung wird in Rostgraden Ri nach DIN EN ISO 4628-3 angegeben. Die Rostgrade Ri beschreiben den prozentualen Anteil der Durchrostung (siehe Tabelle A 2) bezogen auf die betrachtete Fläche (nicht auf die Gesamtfläche des Bauwerks). Sie können auch durch Vergleich mit fünf fotografischen Vergleichsmustern in DIN EN ISO 4628-3 ermittelt werden. Die Abmessungen der Flächen mit einem bestimmten Rostgrad sind abzuschätzen und mit Angabe der Lage am Bauwerk zu dokumentieren (z.B. Rostgrad Ri 3 auf dem Hauptträger Nord auf 20 m²).

(5) Das Ausmaß der flächenhaften Durchrostungen wird unter Angabe der Größe [m²] der Durchrostung und Lage am Bauwerk einzeln beschrieben.

(6) In die Bewertung der Durchrostung sind Blasen und Risse von Stahluntergrund, Unterwanderung und Unterrostung, soweit nachweisbar, einzubeziehen.

A 4.1.2 Abblättern, Blasen, Risse

A 4.1.2.1 Abblättern

(1) Die Charakterisierung des Abblätterns erfolgt nach DIN EN ISO 4628-5. Es wird in Kennwerte von 0 (kein Abblättern) bis 5 (sehr starkes Abblättern) unterschieden. Diese Kennwerte beschreiben jeweils den prozentualen Anteil der Abblätternungen (siehe Tabelle A 3) im Verhältnis zur betrachteten Fläche (nicht der Gesamtfläche des Bauwerks nur der Fläche mit Abblätternungen).

(2) Es ist festzustellen, von welcher Basis die Abblätternungen ausgehen. Direkt von der Stahloberfläche ausgehende Abblätternungen sind besonders

kritisch einzustufen und den Durchrostungen anzurechnen.

A 4.1.2.2 Blasen

(1) Die Blasenbildung an einer Beschichtung wird visuell am gesamten Bauwerk nach DIN EN ISO 4628-2 durch den Blasengrad bestimmt. Es werden sowohl die Menge als auch die Blasengröße (englisch: size, daher Kurzzeichen S für die Blasengröße) bewertet.

(2) Es ist festzustellen, von welcher Basis die Blasen ausgehen. Direkt von der Stahloberfläche ausgehende Blasen sind besonders kritisch einzustufen und den Durchrostungen anzurechnen.

(3) Beispiele für die Bewertung:

- 0 (S0) keine Blasen,
- 1 (S1) wenige, kleine Blasen,
- 1 (S5) wenige, sehr große Blasen,
- 5 (S1) sehr viele, kleine Blasen,
- 5 (S5) sehr viele, sehr große Blasen.

A 4.1.2.3 Risse

(1) Risse können material- und / oder ausfüh-rungsbedingt sein. Das Eindringen von Feuchtigkeit wird ermöglicht und damit der Korrosionsprozess beschleunigt.

(Kennwert 0 für „keine“ bis Kennwert 5 für „sehr viele“) und die Rissbreite (z.B. Kennwert 5 für sehr breite Risse mit $b > 1$ mm) bewertet.

(3) Bei der Auswertung der Risse ist besonders deren Tiefe entscheidend. Risse, die bis zur Stahloberfläche reichen, sind kritischer, als solche, die nur die Deckbeschichtung durchziehen.

A 4.1.3 Weitere Bewertungskriterien

Kreidung, Glanz- und Farbveränderungen sind aus korrosionsschutztechnischer Sicht hinzunehmen und nur im Grenzfall in die Entscheidung über die Erhaltungsmaßnahme hineinfließen zu lassen.

A 4.1.3.1 Kreidung

Kreidung ist, sofern nötig, gemäß DIN EN ISO 4628-6 zu bewerten.

A 4.1.3.2 Glanzveränderungen

(1) Glanzveränderungen sind nur im Vergleich mit Rückstellmustern oder eventuell mit sehr wenig belasteten Teilen des Bauwerks feststellbar. Eine verbale Beschreibung ist für die Zwecke dieses Handbuches ausreichend (z.B. glänzend, matt und stumpfmatt).

(2) Glanzveränderungen sind, sofern notwendig, gemäß DIN 67 530 zu bewerten.

A 4.1.3.3 Farbveränderungen

Farbveränderungen sind nur im Vergleich mit Rückstellmustern oder eventuell mit sehr wenig belasteten Teilen des Bauwerks feststellbar. Eine verbale Beschreibung ist für die Zwecke dieses Handbuches ausreichend (z.B. aufhellen, verdunkeln, ausbleichen, Rotfärbung).

Tabelle A 2: Rostgrad und Anteil der Rostfläche auf der betrachteten Fläche

Rostgrad Ri nach DIN EN ISO 4628-3	Rostfläche
Ri 0	0 %
Ri 1	0,05 %
Ri 2	0,5 %
Ri 3	1 %
Ri 4	8 %
Ri 5	40 % bis 50 %

Tabelle A 3: Kennwerte zum Bewerten der Menge (des Flächenanteils) des Ablätterns

Kennwert	Anteil der Fläche, von der die Beschichtung abgeblättert ist
0	0 %
1	0,1 %
2	0,3 %
3	1 %
4	3 %
5	15 %

(2) Zur Charakterisierung von Rissen dient DIN EN ISO 4628-4. Dort werden die Menge der Risse

A 4.2 Bewertungskriterien für „Bereiche mit Sondercharakter“

(1) Bereiche mit Sondercharakter sind im Sinne dieser Richtlinien Bereiche, auf den die lokale Korrosionserscheinungen häufig auftreten. Beispiele solcher Bereiche sind:

- Verbindungsstellen (z.B. Schrauben, Nieten, Bolzen, Schweißverbindungen),
- Kanten,
- Fugen und Spalten sowie
- Flansche.

(2) Bereiche mit Sondercharakter sind immer unabhängig von der Restfläche zu bewerten. Ihr Zustand ist verbal im A 5 „Einschätzung im Überblick“ zu beschreiben.

A 4.2.1 Kantenkorrosion, Spaltkorrosion und Korrosion an Verbindungsmitteln

(1) Kantenkorrosion kann infolge der Kantenflucht des Beschichtungsstoffes während der Applikation auftreten. Bei fehlender oder mangelhafter Applikation eines Kantenschutzes ist mit einer zu geringen Schichtdicke an solchen Stellen zu rechnen. Dieses kann zu Kantenkorrosion führen.

(2) Spaltkorrosion tritt bevorzugt in konstruktionsbedingten Spalten, an Dichtungen oder in Rissen und Ablösungen solcher Dichtungen (z.B. an Brückenseilen, zwischen Verschraubungen, unter Schmutzablagerungen) auf. Schmutzablagerungen oder nicht intakte Dichtungen sind zu entfernen, um den Korrosionsauswirkung sichtbar zu machen.

(3) Spaltkorrosion wird durch Rostfahnen und im fortgeschrittenen Stadium eventuell durch Rostaufreibungen deutlich. Es kann in folgende Kategorien unterschieden werden:

- sehr schwache Spaltkorrosion, Beschichtung kaum beeinträchtigt,
- sichtbare Spaltkorrosion mit Rostaustritt ohne Auftreiben des Spaltes,
- sehr starke Spaltkorrosion mit Auftreiben des Spaltes.

(4) Der Stahlquerschnitt im Spalt kann durch Spaltkorrosion erheblich geschwächt werden. Infolge der dadurch auftretenden Kerbwirkung wird die Ermüdungsfestigkeit der Konstruktion vermindert.

(5) An Verbindungsstellen ist u.a. mit Kontakt- und Kantenkorrosion zu rechnen. In vielen Fällen ist es zu empfehlen, Kanten und Verbindungsstellen vollzuerneuern.

A 4.2.2 Austritt von Seilverfüllmitteln an beschichteten Seilen / Kabeln

(1) Bei der Herstellung vollverschlossener Brückenseile werden die inneren Hohlräume zwischen den Einzeldrähten mit einem Seilverfüllmittel ausgefüllt. Die Aufgabe dessen sind Korrosionsschutz und Schmierung im inneren Gefüge des Seiles / Kabels. Das Seilverfüllmittel muss daher möglichst lange flüssig bis pastös sein. Infolge der Lasteinbringung in das Seil und der damit verbundenen Seilstreckung kann es zu Austritterscheinungen des Seilverfüllmittels kommen. Vereinzelt Austritte können aufgrund der nicht vorhandenen Korrosionsgefahr als „Schönheitsfehler“ eingestuft werden.

(2) Bei Austritterscheinungen in größerer Zahl und in Abhängigkeit ihrer Erscheinungsformen (z.B. nach Abtrocknen) können sie Poren in der Beschichtung hinterlassen und auch optisch sehr störend wirken. In solchen Fällen sollten sie als

leichte Mängel oder in Extremfällen als mittelschwere Schäden eingestuft werden.

A 4.3 Bewertungskriterien im Detail (Messflächen)

(1) Die folgenden Bewertungskriterien liefern Messwerte, die den Ist-Zustand des Korrosionsschutzes im untersuchten Bereich objektiv beschreiben. Sie werden auf den Messflächen ermittelt.

(2) Das Formblatt A 5 für das Prüfprotokoll „Einschätzung im Detail“ befindet sich in der Anlage.

A 4.3.1 Schichtdicke

A 4.3.1.1 Allgemeines

(1) Je nach Beschichtungsstoff, atmosphärischer Belastung und sonstiger Örtlichkeit, kann der Schichtdickenabbau etwa 1 µm bis 5 µm pro Jahr betragen. Solange die Restschichtdicke noch ausreichend Schutz bietet (für Stahlbauten > 200 µm, für Seile / Kabel > 330 µm), sind eventuell Maßnahmen nur aus optischen Gründen erforderlich.

(2) Bei Restschichtdicken für Stahlbauten < 160 µm bzw. für Seile / Kabel < 260 µm sind Maßnahmen zur Erhöhung der Schichtdicke zu empfehlen.

(3) Die Schichtdicke einer Beschichtung kann sowohl zerstörungsfrei (magnetisches, magnetinduktiv und Wirbelstromverfahren) als auch zerstörend (Keilschnittverfahren) ermittelt werden (nach DIN EN ISO 2808). Beschreibung der Messverfahren ist auch im Abschnitt A 7.1 zu finden.

A 4.3.1.2 Anzahl der Messungen

(1) Bei Anwendung von zerstörungsfreien Prüfungen sollen je Messfläche mindestens 20 Einzelmessungen ausgeführt werden.

(2) Bei Anwendung von zerstörender Prüfung ist die Anzahl der Messungen je Messfläche auf 2 bis 3 zu beschränken. Diese Prüfung ist nur in Ausnahmefällen einzusetzen.

A 4.3.2 Haftfestigkeit

A 4.3.2.1 Allgemeines

(1) Durch die Haftfestigkeitsmessungen (siehe Abschnitt A 7.2) können die vorhandenen Verbundeigenschaften der Beschichtung zum Stahl, der Schichten untereinander und in einer Schicht, ermittelt werden. Als Hilfsmittel zur Prüfung der Haftfestigkeit dienen der Abreißversuch nach DIN EN ISO 4624 (siehe auch Abschnitt A 7.2.1) und die Gitterschnittprüfung nach DIN EN ISO 2409 (siehe auch Abschnitt A 7.2.2) bzw. die Kreuzschnittprüfung (siehe Abschnitt A 7.2.3).

(2) Der Abreißversuch zur Ermittlung der Haftfestigkeit ist gemäß DIN EN ISO 4624 für den einseitigen Abzug von Prüfstempeln auszuführen.

(3) Die Gitterschnittprüfung als Verfahren zur Ermittlung der Haftfestigkeit ist für Beschichtungssysteme mit einer Gesamtschichtdicke bis zu 250 µm geeignet. Bei höheren Schichtdicken (> 250 µm) ist ein Querschnitt als Schnittform auszuführen. Wird der Gitterschnitt bei einer Schichtdicke von mehr als 250 µm ausgeführt, ist dies im Protokoll zu vermerken.

(4) Die Abreißversuche sind zusätzlich durch Fotos der Bruchbilder der Beschichtung am Bauwerk und an den Stempeln zu dokumentieren. Die Gitterschnittprüfungen und / oder Querschnittprüfung sind durch Fotos sowohl der Schnitte als auch der dazugehörigen Klebebänder zu dokumentieren.

A 4.3.2.2 Anzahl der Messungen

(1) An einer Messfläche sind mindestens 4 Abreißversuche und 3 Schnittprüfungen (Gitterschnitt- und/oder Querschnittprüfung) auszuführen.

(2) Treten beim Abreißversuch Brüche zwischen Kleber und der letzten Deckbeschichtung bzw. im Kleber oder zwischen Kleber und Stempel auf und die Abreißwerte sind größer als 5 N/mm², sind die Messungen gültig. Treten solche Brüche bei Abreißwerten von kleiner gleich 5 N/mm² auf, sind die Versuche ungültig. Die Versuche sind zu wiederholen oder die Anzahl der Schnittprüfungen ist zu verdoppeln.

A 5 Instandsetzungsvarianten

A 5.1 Allgemeines

(1) Zur Entscheidung über die durchzuführenden Maßnahmen (keine Aktivität, Ausbesserung, Teil-, Vollerneuerung) dienen die in der Einschätzung im Überblick (siehe A 4.1) und die in der Einschätzung im Detail (siehe A 4.3) genannten Kriterien.

(2) Analog zur Einteilung in verschiedene Bereiche am Gesamtbauwerk kann entschieden werden, dass einzelne Bereiche (z.B. mit Sondercharakter, siehe auch A 4.2) vollerneuert werden müssen und andere Bereiche nur teilerneuert werden sollten.

(3) Kreidung, Glanzverlust und Farbveränderungen sind aus korrosionsschutztechnischer Sicht hinzu-

nehmen und nur bei Grenzfallentscheidungen in die Waagschale zu legen.

(4) Die in den Tabellen A 4 bis A 7 aufgelisteten Kriterien stellen eine Wertung dar, wobei die Gewichtung von oben nach unten abnimmt.

A 5.2 Entscheidung "keine Aktivitäten"

(1) Bei den Schadensklassen SK 0 (keine Mängel) oder SK 1 (sehr leichte Mängel) sind keine Maßnahmen erforderlich. Bei den vereinzelt Schadensklassen SK 1 und sehr vereinzelt SK 2 (leichte Mängel) ist zwischen noch „keine Aktivitäten“ und „Ausbesserung“ zu entscheiden.

(2) Die Fehlstellen infolge zerstörender Prüfung bei der Detailuntersuchung sind zu beseitigen.

(3) Für die Entscheidung „keine Aktivitäten“ müssen die Kriterien in der Tabelle A 4 erfüllt sein.

A 5.3 Entscheidung "Ausbesserung"

(1) Liegt in größerem Umfang die Schadensklasse SK 2 (leichte Mängel) und/oder die SK 3 (mittelschwere Mängel) vor, so ist zu entscheiden, ob die Planung einer Erhaltungsmaßnahme durch Ausbesserung oder durch Teilerneuerung des Korrosionsschutzes einzuleiten ist.

(2) Werden zusätzlich zu den erfüllten Kriterien für die Entscheidung „Ausbesserung“ (siehe Tabelle A 4) Anforderungen an das Objekt oder an Teile des Objektes hinsichtlich des optischen Eindruckes gestellt, so ist anstelle von Ausbesserungen eine Teilerneuerung durchzuführen.

(3) Für die Entscheidung „Ausbesserung“ müssen die Kriterien in der Tabelle A 5 erfüllt sein.

A 5.4 Entscheidung "Teilerneuerung"

(1) Bei leichten Mängeln (SK 2) und vereinzelt mittelschweren Schäden (SK 3), ist zwischen Ausbesserung und Teilerneuerung zu entscheiden.

(2) Bei mittelschweren Schäden (SK 3) und vereinzelt schweren Schäden (SK 4), ist zwischen Teil- und Vollerneuerung zu entscheiden.

(3) Für die Entscheidung „Teilerneuerung“ müssen die Kriterien in der Tabelle A 6 erfüllt sein.

RI-ERH-KOR Anhang A

Tabelle A 4: Kriterien für die Entscheidung „keine Aktivitäten“

Einschätzung im Überblick	
Durchrostung	sehr vereinzelt und in sehr kleinem Ausmaß
Abblättern	
Blasengrad	
Rissbildung	
Kreidung, Farbveränderungen und/oder Glanzverlust	hinnehmbar
Einschätzung im Detail	
Schichtdickenmessung	Mittelwert der Schichtdicke der Beschichtung größer gleich 90 % der Sollschichtdicke jedoch nicht weniger als 200 µm, wenn Sollschichtdicke unbekannt
Abreißversuch	Abreißfestigkeit > 5 N/mm ² oder bei der Abreißfestigkeit ≤ 5 N/mm ² kein Bruchbild A/B
Gitterschnittprüfung	Gt < 2 oder bei Gt = 2 kein Bruchbild A/B
Kreuzschnittprüfung	Kt < 2 oder bei Kt = 2 kein Bruchbild A/B

Tabelle A 5: Kriterien für die Entscheidung „Ausbesserung“

Einschätzung im Überblick	
Die Flächen mit Durchrostungen	höchstens 3 % der Gesamtfläche des Bauwerks bzw. des Bereiches
Punktförmige Durchrostung	etwa Ri 2
Flächenhafte Durchrostung	sehr vereinzelt
Abblättern	Abblättern der Deckbeschichtung hinnehmbar
Blasengrad	Blasengrad nach DIN EN ISO 4628-2 kleiner oder gleich 2 (S1) (Blasen vom Substrat ausgehend sind der Durchrostung anzurechnen)
Rissbildung	Rissbildung nach DIN EN ISO 4628-4 kleiner oder gleich 1 (Flächen mit Rissen ausgehend vom Substrat sind der Durchrostung anzurechnen)
Kreidung, Farbveränderungen und/oder Glanzverlust	hinnehmbar
Einschätzung im Detail	
Schichtdickenmessung	Gemessene Schichtdicke beträgt ca. 90 % der Ausgangsschichtdicke, aber in der Regel nicht weniger als 200 µm
	Gemessene Schichtdicke beträgt nicht mehr als das Dreifache der Ausgangsschichtdicke
Abreißversuch	Abreißfestigkeit > 5 N/mm ² oder bei der Abreißfestigkeit ≤ 5 N/mm ² max. 10 % Bruchbild A/B
Gitterschnittprüfung	Gt < 3 oder bei Gt = 3 max. 10 % Bruchbild A/B
Kreuzschnittprüfung	Kt < 3 oder bei Kt = 3 max. 10 % Bruchbild A/B

RI-ERH-KOR Anhang A

Tabelle A 6: Kriterien für die Entscheidung „Teilerneuerung“

Einschätzung im Überblick	
Die Flächen mit Durchrostungen	höchstens 15 % der Gesamtfläche des Bauwerks bzw. des Bereiches
Punktförmige Durchrostung	etwa Ri 3
Flächenhafte Durchrostung	vereinzelt
Abblättern	Abblättern nur einer Schicht bzw. von 2 Schichten bei 4 und mehr Schichten des Gesamtsystems
Blasengrad	≤ 2 (S) 3 (Blasen vom Substrat ausgehend müssen der Durchrostung eingerechnet werden), nach DIN EN ISO 4628-2
Rissbildung	≤ 2 (Risse vom Substrat ausgehend müssen im Durchrostungsgrad eingerechnet werden), Rissbreite ≤ 2, nach DIN EN ISO 4628-4
Kreidung, Farbveränderungen und/oder Glanzverlust	hinnehmbar
Einschätzung im Detail	
Schichtdickenmessung	Gemessene Schichtdicke beträgt ca. 75 % der Ausgangsschichtdicke, aber in der Regel nicht weniger als 160 µm Gemessene Schichtdicke beträgt nicht mehr als das Dreifache der Ausgangsschichtdicke
Abreißversuch	Abreißfestigkeit > 5 N/mm ² oder bei der Abreißfestigkeit ≤ 5 N/mm ² max. 40 % Bruchbild A/B
Gitterschnittprüfung	Gt ≤ 2 oder bei Gt = 3 Bruchbild A/B von 10 % bis 40 % oder bei Gt = 4 max. 10 % Bruchbild A/B oder bei Gt = 5 kein Bruchbild A/B
Kreuzschnittprüfung	Kt ≤ 2 oder bei Kt = 3 10 % bis 40 % Bruchbild A/B oder bei Kt = 4 max. 10 % Bruchbild A/B oder bei Kt = 5 kein Bruchbild A/B

Tabelle A7: Typische Zustände für die Entscheidung „Vollerneuerung“

Einschätzung im Überblick	
Die Flächen mit Durchrostungen	Mehr als 15 % der Gesamtfläche des Bauwerks bzw. des Bereiches
Punktförmige Durchrostung	Ri 4 oder Ri 5
Flächenhafte Durchrostung	häufig
Abblättern	Abblättern großflächig von mehreren Schichten oder des ganzen Systems
Blasengrad	≥ 3 (S3) oder ≥ 2 (S4) oder ≥ 4 (S2), vom Substrat ausgehend, nach DIN EN ISO 4628-2
Rissbildung	≥ 3, Risse bis zum Substrat, Rissbreite ≥ 3, nach DIN EN ISO 4628-4
Einschätzung im Detail	
Schichtdickenmessung	Gemessene Schichtdicke unter 50 % der Ausgangsschichtdicke bzw. unter 160 µm oder Deckbeschichtung abgewittert Gemessene Schichtdicke beträgt mehr als das Dreifache der Ausgangsschichtdicke
Abreißversuch	Abreißfestigkeit ≤ 5 N/mm ² mit Bruchbild A/B
Gitterschnittprüfung	bei Gt = 3 min. 40 % Bruchbild A/B oder bei Gt = 4 min. 10 % Bruchbild A/B oder bei Gt = 5 Bruchbild A/B
Kreuzschnittprüfung	bei Kt = 3 min. 40 % Bruchbild A/B oder bei Kt = 4 min. 10 % Bruchbild A/B oder bei Kt = 5 Bruchbild A/B

A 5.5 Entscheidung "Vollerneuerung"

(1) Bei mittelschweren Schäden (SK 3) und vereinzelt schweren Schäden (SK 4), ist zwischen Teil- und Vollerneuerung zu entscheiden.

(2) Bei schweren Schäden (SK 4) und / oder sehr schweren Schäden (SK 5) kommt in der Regel nur die Vollerneuerung als Instandhaltungsmaßnahme in Frage. Die Entscheidung darüber kann oft ohne Detailuntersuchung nur anhand des Bauwerksprüfberichtes getroffen werden.

(3) Für die Entscheidung „Vollerneuerung“ typische Zustände sind in Tabelle A 7 aufgelistet.

A 6 Prüfbericht

A 6.1 Bewertung des Zustandes der Messflächen und Bereiche (je nach Erfordernis)

(1) Formblätter für Prüfprotokolle befinden sich in der Anlage. Folgende Bewertungskriterien sind zu protokollieren:

- Schichtdicke,
- Durchrostungsgrad der Beschichtung nach DIN EN ISO 4628-3,
- Haftfestigkeit nach Abreißmethode einschließlich Bruchbildauswertung,
- Gitterschnitt bzw. Kreuzschnitt einschließlich Bruchbildauswertung,
- Unterwanderung an Verletzungen,
- Blasengrad nach DIN EN ISO 4628-2,
- Grad der Rissbildung nach DIN EN ISO 4628-4,
- Grad des Abblätterns nach DIN EN ISO 4628-5,
- örtlich begrenzte Korrosionserscheinungen,
- Grad des Kreidens nach DIN EN ISO 4628-6,
- Besonderheiten.

A 6.2 Zusammenfassende Bewertung

(1) In der Bewertung des Zustandes ist in einer Zusammenfassung Folgendes zu dokumentieren:

- Bewertung des Korrosionsschutzes für Gesamtbauwerk (Bewertung im Überblick) mit Angabe von Flächenanteilen bezogen auf die jeweilige Gesamtfläche,
- Bewertung des Korrosionsschutzes für Gesamtbauwerk auf Basis der durchgeführten Prüfungen,
- Bewertung relevanter Zonen (bauteilbezogene Bewertung) mit Angabe von Flächenanteilen.

(2) Aus den Untersuchungsergebnissen ergeben sich Zonen, die durch gleiche oder ähnliche Zu-

stände charakterisiert sind und gleiche Maßnahmen notwendig machen.

A 6.3 Empfehlung

Als Folge aus der zusammenfassenden Bewertung ist eine Empfehlung für das weitere Vorgehen zu dokumentieren. Dabei sind anzugeben:

- a) Empfehlung der Erhaltungsmaßnahmen nach den Entscheidungskriterien gemäß Abschnitt A 4:
 - "keine Aktivitäten",
 - "Ausbesserung",
 - "Teileerneuerung",
 - "Vollerneuerung",
- b) Dringlichkeit der Maßnahme.

A 7 Beschreibung der Messverfahren

A 7.1 Schichtdickenmessungen

Vor Beginn der Messungen ist das für das jeweilige Substrat (Stahl, bzw. feuerverzinkter Stahl) geeignete Verfahren auszuwählen.

A 7.1.1 Verfahrensarten

A 7.1.1.1 Zerstörungsfreie Verfahren (magnetisches und Wirbelstromverfahren)

(1) Bei den zerstörungsfreien Verfahren liegen Messprinzipien zugrunde, bei denen der Abstand zwischen Messsonde und Grundmetall ermittelt wird. Dieser Abstand wird auf einer Skala in µm angezeigt. Das Messen über Wirbelstromverfahren eignet sich für nichtmagnetische Substrate (z.B. Aluminium).

(2) Das Messgerät ist anhand von Kalibrierfolien mit bekannter Schichtdicke vor Beginn der Messungen, bei gravierender Änderung von Messbedingungen und während der Messung in bestimmten Zeitabständen (z.B. alle 2 – 3 Stunden) zu kalibrieren.

(3) Änderungen von Messbedingungen liegen bei Temperaturänderungen am Messgerät und / oder an der Messstelle, bei Form- und / oder Rauheitsänderungen des Messgegenstandes und / oder Änderung der Leitfähigkeit vor.

(4) Das Gerät ist mit Zweipunktkalibrierung vorzubereiten. Erstens Nullpunkt auf einer glatten Stahlplatte einstellen. Zweitens Einstellen des zu erwartenden Meßwertes über das Auflegen einer Messfolie deren Dicke im Bereich des Skalenanfanges und in der Nähe der zu erwartenden Schichtdicke auf die glatte Stahlplatte.

(5) Mit Hilfe des magnetischen Verfahrens wird die Gesamtschichtdicke bis zum Stahl erfasst, d.h.

entweder die Dicke eines Beschichtungssystems auf Stahl oder bei einem Duplex-System auf Stahl die Summe aus Beschichtung und Zinküberzug. Beim induktiven Verfahren (Wirbelstromverfahren) wird stets nur die Dicke der Beschichtung auf dem Metall (z.B. Aluminium oder Zink) gemessen.

(6) Durch Anwendung beider Verfahren kann bei Duplex-Systemen die Dicke des Zinküberzuges und die der Beschichtung bestimmt werden.

A 7.1.1.2 Zerstörendes Verfahren (Keilschnittverfahren)

Das Messprinzip des Keilschnittverfahrens besteht darin, dass mit einer keilförmigen Schneide die zu prüfende Schicht in einem vorgegebenen Winkel durchgeritzt wird. Bei bekanntem Ritzwinkel werden mit Hilfe eines Messmikroskops (Voraussetzung: ausreichend farbliche Unterschiede) die Schichtenanzahl und die Einzel- sowie Gesamtschichtdicke ermittelt. Der genaue Verfahrensablauf ist DIN EN ISO 2808 zu entnehmen.

A 7.1.2 Auswertung der Schichtdickenmessungen

Das Prüfergebnis sollte mindestens folgende Aussagen liefern:

- bei zerstörungsfreien Verfahren:
Anzahl der Einzelmesswerte, mittlere Schichtdicke, Minimal- u. Maximalwert
- bei zerstörenden Verfahren:
Anzahl der einzelnen Schichten, Dicke jeder einzelnen Schicht, Gesamtschichtdicke

A 7.1.3 Schichtdickenmessung bei der Teilerneuerung

(1) Nach einer Teilerneuerungsmaßnahme muss nicht nur die Gesamtschichtdicke des Korrosionsschutzsystems (Alt- und Instandsetzungsbeschichtung), sondern auch die Schichtdicke der Instandsetzungsbeschichtung selbst beurteilt werden.

(2) Dazu sollten die Messflächen wie folgt genutzt werden:

(3) Erfolgt eine detaillierte Untersuchung, so ist auf der Messfläche die Schichtdickenmessung der Altbeschichtung durchzuführen.

(4) Nach der Teilerneuerungsmaßnahme ist die Messung der Schichtdicke des Gesamtsystems mit demselben Verfahren durchzuführen und zu dokumentieren. Die Schichtdicke der Instandsetzungsbeschichtung ergibt sich als Differenzbetrag (Schichtdicke des Gesamtsystems abzüglich Schichtdicke der Altbeschichtung).

(5) Die Messflächen sind daher zu dokumentieren und in den Korrosionsschutzplan der Instandsetzungsmaßnahme mit aufzunehmen.

A 7.2 Haftfestigkeitsmessungen

(1) Die Haftfestigkeit von Beschichtungen kann auf zweierlei Arten gemessen werden:

- Haftfestigkeitsmessungen nach dem Abreißversuch im einseitigen Abzug (nach DIN EN ISO 4624, siehe auch Abschnitt A 7.2.1)
- Charakterisierung der Haftfestigkeit von Beschichtungen nach der Gitterschnittprüfung (nach DIN EN ISO 2409, siehe auch Abschnitt A 7.2.2) bzw. Kreuzschnittprüfung (siehe Abschnitt A 7.2.3)

(2) Beides sind zerstörende Verfahren, welche unter Praxisbedingungen am Bauwerk im Folgenden beschrieben werden. Die Beschichtung kann aus einer oder mehreren Beschichtungen bestehen.

A 7.2.1 Verfahrensablauf beim Abreißversuch nach DIN EN ISO 4624

(1) Das Messprinzip der Abreißmethode liegt in dem Zusammenhang zwischen der messbaren Kraft, die man benötigt, um einen aufgeklebten Prüfstempel von der Beschichtung zu reißen, und der abgerissenen Fläche bzw. der Fläche des Prüfstempels. Die Abreißfestigkeit σ als Quotient von Kraft und verklebter Fläche kann direkt am Messgerät in N/mm² (MPa) abgelesen werden. Neben dem Zahlenergebnis ist auch eine Bewertung des Bruchbildes erforderlich. Die Schwachstelle im System wird somit deutlich.

(2) Beim Abreißversuch darf sich die Abreißstelle nicht verformen. Dies ist gegeben, wenn das Stahlsubstrat mindestens 10 mm dick ist. Die Stelle, auf der die Prüfstempel aufgeklebt werden, soll möglichst eben (plan), rau und sauber sein. Daher ist die Oberfläche der Beschichtung mit feinem Schleifpapier (z.B. Körnung 100) plan und rau zu schleifen und der Schleifstaub ist abzuwischen.

(3) Für die Abreißversuche sollen Prüfstempel aus Stahl oder Aluminium von 20 mm Durchmesser verwendet werden.

(4) Die Klebung erfolgt sofort nach dem Anschleifen der Oberfläche. Als Klebstoffe haben sich z.B. sogenannte „Sekundenklebstoffe“ (feuchtigkeitshärtend, schnelltrocknend), vorzugsweise auf Cyanacrylat-Basis bewährt. Es ist sicherzustellen, dass der Kleber auf der Stempelfläche vollflächig verteilt wird (z.B. durch Aneinanderreiben von zwei Prüfstempeln, paarweises Arbeiten).

(5) Der Kleber muss vollständig aushärten. Bei Cyanacrylat-Klebstoffen ist von mind. 30 min Trocknungszeit auszugehen. Die Epoxidharzklebstoffe brauchen meistens 24 Stunden um auszuhärten (Angaben des Herstellers beachten).

(6) Vor dem Abreißen des Prüfstempels ist der Stempel zu umfräsen bzw. zu umschneiden.

(7) Der verklebte Stempel wird nach der Aushärtung der Verklebung mittels eines Abreißgerätes von der Beschichtung entfernt. Das Gerät muss eben auf der Oberfläche sitzen. Die kontinuierliche Kraftzunahme (z.B. durch Drehen eines Handrades am Abreißgerät) kann auf einer Skala verfolgt werden.

(8) Das Ergebnis kann infolge von auftretenden Scherkräften bei einem zu dünnen Stahlsubstrat verfälscht werden. Ab einer Dicke des Stahlsubstrates von ca. 10 mm sind diese nahezu und ab ca. 15 mm vollkommen auszuschließen.

A 7.2.1.1 Ermittlung der Abreißfestigkeit

(1) Bei den meisten Geräten ist ein direktes AbleSEN der Abreißfestigkeit σ in N/mm² möglich.

(2) Das Ergebnis ist die minimale Abreißkraft, die aufgewendet werden muss, um die schwächste Grenzfläche (Adhäsionsbruch) oder die schwächste Komponente (Kohäsionsbruch) der Prüfanordnung zu brechen.

(3) Die Abreißfestigkeit hängt von den Umgebungsbedingungen (Temperatur und Luftfeuchte) und vom Typ des Abreißgerätes ab. Daher sind die Abreißfestigkeiten, die mit verschiedenen Gerätetypen oder unter verschiedenen Umgebungsbedingungen (vor Ort und im Labor) ermittelt wurden, nicht miteinander vergleichbar.

A 7.2.1.2 Auswertung des Bruchbildes

(1) Die Bruchstelle ist die Schwachstelle im Beschichtungssystem. Bei dem Bruchbild – als weiteres Ergebnis der Abreißmethode – wird zwischen Adhäsions-, Kohäsionsbruch oder einer Mischform beider unterschieden.

(2) Folgende Bewertung des Bruchbildes ist in Anlehnung an DIN EN ISO 4624 vorzunehmen:

A Kohäsionsbruch im Substrat (d.h. Stahl mit abgerissen),

A / B Adhäsionsbruch zwischen Substrat und erster Beschichtung (= Grundbeschichtung GB),

B Kohäsionsbruch in der ersten Beschichtung (= GB),

B / C Adhäsionsbruch zwischen erster und zweiter Beschichtung (GB und 1. ZB),

:

D / Y Adhäsionsbruch zwischen der letzten (hier: dritter) Beschichtung und Klebstoff (bei kleiner gleich 5 N/mm² => ungültiger Meßversuch),

Y Kohäsionsbruch im Klebstoff (bei kleiner gleich 5 N/mm² => ungültiger Meßversuch),

Y / X Adhäsionsbruch zwischen Klebstoff und Prüfstempel (bei kleiner gleich 5 N/mm² => ungültiger Meßversuch).

(3) Treten die drei letztgenannten Messergebnisse überwiegend auf, so ist die Vorbereitung der Oberfläche, des Stempels und der Klebevorgang zu überprüfen. Die Messungen sind zu wiederholen oder die Anzahl der Schnittprüfungen ist zu verdoppeln (siehe Abschnitt A 4.3.2.2).

(4) Aus Sicht des Korrosionsschutzes ist ein Adhäsionsbruch zwischen Substrat (Stahl) und Grundbeschichtung am ungünstigsten, da mit fortschreitender Enthftung die Stahlkorrosion einsetzt. Kohäsionsbrüche sind reine Stoffcharakteristika.

A 7.2.2 Haftfestigkeitsmessung durch Gitterschnittprüfung gemäß DIN EN ISO 2409 bzw. Kreuzschnittprüfung

(1) Bei der Gitterschnittprüfung und Verfahren mit Kreuzschnitt ist lediglich eine Abschätzung des Widerstandes einer Beschichtung gegen Trennung vom Substrat (Stahl) möglich. Ein genauer Zahlenwert der Haftfestigkeit ist nicht ermittelbar.

A 7.2.2.1 Verfahrensablauf bei der Gitterschnittprüfung

(1) Der Gitterschnitt ist gemäß DIN EN ISO 2409 bei Beschichtungen bis 250 µm Gesamtschichtdicke ausführbar.

(2) Die Prüffläche ist vorher zu reinigen. Das Schneidegerät (z.B. Cuttermesser, Skalpell) wird senkrecht zur Beschichtungsoberfläche angesetzt. Mit gleichmäßigem Druck und unter Verwendung z.B. eines Stahllineals oder einer Schablone sind sechs parallele Schnittlinien in einem Schnittabstand - in Abhängigkeit zur vorhandenen Schichtdicke - zu führen. Anschließend werden analog weitere sechs Schnittlinien im rechten Winkel zu den ersten gezogen. Die Schnitte müssen bis zur Stahloberfläche reichen, ansonsten ist die Prüfung für ungültig zu erklären und entsprechend zu protokollieren.

(3) In Abhängigkeit zur Gesamtschichtdicke ist der Schnittabstand zu wählen (siehe Tabelle A 8).

(4) Nach dem Schneiden ist mit einer weichen Bürste entlang jeder Gitterdiagonalen einige Male hin und her zu fahren, um eventuelle „Fransen“ der Beschichtung zu entfernen.

(5) Der Gitterschnittkennwert gemäß DIN EN ISO 2409 (siehe auch Tabelle A 9) ist vor dem Klebebandabriss zu ermitteln und zu protokollieren.

(6) Ein 25 mm breites, transparentes Klebeband von einer Klebekraft von (10 ± 1) N wird danach parallel zu einer Schnitttrichtung auf das Gitter und zu jeder Seite mindestens 20 mm über das Gitter hinaus unter Druck aufgeklebt. Danach (innerhalb

der ersten fünf Minuten) wird das Klebeband unter einem Winkel von 60° zur Zugrichtung schnell abgezogen.

(7) Der Gitterschnittkennwert ist nach dem Klebebandabriss erneut zu ermitteln und zu protokollieren.

(8) Das Klebeband wird für Vergleichszwecke aufbewahrt, bzw. als Foto archivieren.

(9) Das Bruchbild ist in Anlehnung an DIN EN 4624 als prozentualer Flächenanteil von Adhäsions- oder Kohäsionsbruch anzugeben (siehe auch Abschnitt A 7.2.1.2). Die prozentuale Abschätzung bei den einzelnen Bruchbildern kann hier nur sehr grob erfolgen.

A 7.2.3 Verfahrensablauf bei der Kreuzschnittprüfung

(1) Das Kreuzschnitt (Diagonalkreuz, auch Andreakreuz genannt) ist bei Schichtdicken oberhalb von 250 µm ausführbar und wird hier in Anlehnung an ASTM D 3359 durchgeführt.

(2) Es sind analog zum Gitterschnitt mindestens 3 Messungen pro Messfläche durchzuführen. Die Prüffläche ist vorher zu reinigen.

(3) Das Schneidegerät (z.B. Cuttermesser, Skalpell) wird senkrecht zur Beschichtungsoberfläche angesetzt. Mit gleichmäßigem Druck wird ein X mit einem Winkel von 35° auf eine Fläche von ca. 24 x 80 mm geschnitten (eventuell als Hilfsmittel zur Schnittführung: Lineal oder Schneidschablone verwenden). Es ist darauf zu achten, dass das Messer bereits beim ersten Ansatz durch das Beschichtungssystem schneidet, ansonsten ist die Prüfung für ungültig zu erklären und entsprechend zu protokollieren.

(4) Nach dem Schneiden ist mit einer weichen Bürste entlang jeder Kreuzdiagonalen einige Male hin und her zu fahren, um eventuelle „Fransen“ der Beschichtung zu entfernen.

(5) Der Kreuzschnittkennwert (siehe Tabelle A 10) ist vor dem Klebebandabriss zu ermitteln und zu protokollieren.

(6) Ein Klebeband (Länge ca. 100 mm, Breite ca. 25 mm) wird danach auf das Kreuz unter Druck aufgeklebt. Um ein vollflächiges Anliegen des Klebebandes zu erreichen und die gesamte Luft zwischen Klebeband und Beschichtungsoberfläche zu beseitigen, ist die Verwendung einer Anpressrolle aus Gummi oder Holz o.ä. zu empfehlen. Danach (innerhalb der ersten fünf Minuten) wird das Kle-

beband in einem Winkel von ca. 60° gleichmäßig und schnell abgezogen.

(7) Der Kreuzschnittkennwert ist nach dem Klebebandabriss erneut zu ermitteln und zu protokollieren.

(8) Das Klebeband wird für Vergleichszwecke aufbewahrt.

(9) Wichtige Hinweise:

- Die Stufenbewertung für das Kreuzschnitt nach RI-ERH-KOR (und auch nach DIN-Fachbericht 63 „Lacke und ähnliche Beschichtungsstoffe; Übersicht über Prüfverfahren zum Beurteilen der Haftfestigkeit von Beschichtungen“) verläuft ähnlich wie beim Gitterschnitt, aber entgegen den Stufenkennwertung in ASTM D 3359.
- Bei ASTM D 3359: Stufe 5 bedeutet sehr gute Haftfestigkeit; beim Gitterschnitt und beim Kreuzschnitt nach RI-ERH-KOR: Kennwert 5 bedeutet sehr schlechte Haftfestigkeit.

Tabelle A 8: Abhängigkeit des Schnittabstandes bei der Gitterschnittprüfung von der Gesamtdicke der Beschichtung

Schichtdicke [µm]	0 bis 60	61 bis 120	121 bis 250
Schnittabstand	1 mm	2 mm	3 mm

Tabelle A 9: Auswertung der Gitterschnittprüfung

Gitterschnittkennwert (Gt)	Beschreibung des Gt-Bildes	%-Anteil der abgeplatzten Fläche (ca.)	Beschreibung der Intensität des Haftfestigkeitsverlustes
0	Schnittländer sind vollkommen glatt; keines der Quadrate des Gitters ist abgeplatzt	0% der Gitterschnittfläche	keine
1	An den Schnittpunkten der Gitterlinien sind kleine Splitter der Beschichtung abgeplatzt.	$\leq 4\%$ der Gitterschnittfläche	sehr gering
2	Die Beschichtung ist längs der Schnittländer und /oder an den Schnittpunkten der Gitterlinien abgeplatzt.	$> 4\% < 30\%$ der Gitterschnittfläche	gering
3	Die Beschichtung ist längs der Schnittländer teilweise oder ganz in breiten Streifen abgeplatzt, und /oder einige Quadrate sind ganz oder teilweise abgeplatzt.	$> 30\% < 50\%$ der Gitterschnittfläche	mittel
4	Die Beschichtung ist längs der Schnittländer in breiten Streifen abgeplatzt, und /oder einige Quadrate sind ganz oder teilweise abgeplatzt.	$> 50\% < 60\%$ der Gitterschnittfläche	stark
5	Jedes Abplatzen, das nicht mehr als Gitterschnittkennwert 4 zu werten ist.	$> 60\%$ der Gitterschnittfläche	sehr stark

Tabelle A 10: Auswertung der Kreuzschnittprüfung

Kreuzschnittkennwert (Kt)	Beschreibung des Kt-Bildes	Beschreibung der Intensität des Haftfestigkeitsverlustes
0	Schnittländer sind vollkommen glatt; kein Ablättern oder Entfernen der Beschichtung	keine
1	Spuren von Ablätterung oder Abplatzung der Beschichtung entlang den Einschnitten oder am Kreuzpunkt	sehr gering
2	Gezackte Abplatzungen entlang der Einschnitte bis zu 1,6 mm auf jeder Seite	gering
3	Gezackte Abplatzungen entlang der Einschnitte bis zu 3,2 mm auf jeder Seite	mittel
4	Abplatzungen auf fast dem gesamten X - Bereich.	stark
5	Jedes Abplatzen, das nicht mehr als Stufe 4 zu werten ist.	sehr stark

Anlage

Formblatt A 2, Einteilung des Bauwerks

Einteilung in Bereiche zum Zwecke der Bewertung	
Bereiche gleicher Beschichtungssysteme:	
A. Beschichtungssystem:	
B. Beschichtungssystem:	
Bereiche gleicher Belastungen:	
1. keine besondere Belastung	<input type="checkbox"/>
2. erhöhter Salzsprühnebel	<input type="checkbox"/>
3. hohe UV Belastung	<input type="checkbox"/>
4. hohe Chemikalienbelastung	<input type="checkbox"/>
5. starke Verschmutzung	<input type="checkbox"/>
6. hohe Kondenswasserbelastung	<input type="checkbox"/>
7. thermische Belastung	<input type="checkbox"/>
8. Steinschlag	<input type="checkbox"/>
9. Sonstige Belastung	<input type="checkbox"/>
Bereiche gleicher Mängel- bzw. Schadensklassen (Abschätzung):	
SK 0 <input type="checkbox"/>	SK 3 <input type="checkbox"/>
SK 1 <input type="checkbox"/>	SK 4 <input type="checkbox"/>
SK 2 <input type="checkbox"/>	SK 5 <input type="checkbox"/>
Bereiche mit Sondercharakter:	
I. kein Sondercharakter	<input type="checkbox"/>
II. Stöße, Kanten und Flansche	<input type="checkbox"/>
III. Schrauben, Nieten	<input type="checkbox"/>
IV. Schweißnähte	<input type="checkbox"/>
V. Fugen und Spalten	<input type="checkbox"/>
VI. Schwer zugängliche Bereiche	<input type="checkbox"/>
VII. Sonstige Bereiche	<input type="checkbox"/>
Ermittelte Bereiche ähnlicher Zustände für die Festlegung von Messflächen, z. B. Bereich (A, 2) bedeutet Bereich mit Beschichtungssystem A mit erhöhter Salzsprühbelastung:	
Bereich 1:	
Bereich 2:	
Bereich 3:	

Anlage

Formblatt A 3, Bestandsaufnahme des Korrosionsschutzsystems

Korrosionsschutzsystem (z. B. System A):
- soweit die Informationen vorliegen -
Substrat: Stahl <input type="checkbox"/> verzinkter Stahl <input type="checkbox"/>
Fertigungsbeschichtung..... ja <input type="checkbox"/> wenn ja, Beschichtungsstoff.....
Oberflächenvorbereitungsverfahren
Oberflächenvorbereitungsgrad
Zwischenreinigung ja <input type="checkbox"/> wann, welche.....
Beschichtungsstoffhersteller
Grundbeschichtung
Beschichtungsstoff
Schichtdicke µm
Applikationsverfahren
Umgebungsbedingungen zum Applikationszeitpunkt
Kantenschutz
Beschichtungsstoff
Schichtdicke µm
Applikationsverfahren
Umgebungsbedingungen zum Applikationszeitpunkt
1. Zwischenbeschichtung
Beschichtungsstoff
Schichtdicke µm
Applikationsverfahren
Umgebungsbedingungen zum Applikationszeitpunkt
2. Zwischenbeschichtung
Beschichtungsstoff
Schichtdicke µm
Applikationsverfahren
Umgebungsbedingungen zum Applikationszeitpunkt
3. Zwischenbeschichtung
Beschichtungsstoff
Schichtdicke µm
Applikationsverfahren
Umgebungsbedingungen zum Applikationszeitpunkt
Deckbeschichtung
Beschichtungsstoff
Schichtdicke µm
Applikationsverfahren
Umgebungsbedingungen zum Applikationszeitpunkt
Gesamtschichtdicke µm
Fertigungszeitraum von bis
Instandsetzungsmaßnahmen ja <input type="checkbox"/>
Angaben zur Instandsetzung
Zeitpunkt der Instandsetzung von..... bis

Anlage

Formblatt A 4, Einschätzung im Überblick

Gesamte beschichtete Fläche des Bauwerksm ²			
Durchrostung			
Erscheinung	Lage am Bauwerk	Ausmaß	Fläche [m ²]
Punktförmige Durchrostung nach DIN EN ISO 4628-3		Ri	
		Ri.....	
		Ri.....	
		Ri.....	
		Ri.....	
Flächenhafte Durchrostung			
Flächen mit Durchrostungen insgesamt:			
Der prozentuelle Anteil der Flächen mit Durchrostungen bezogen auf die gesamte beschichtete Fläche:			%
Abblätterungen DIN EN ISO 4628-5			
Lage am Bauwerk:	Abblätternde Schicht(en)	Ausmaß	Fläche [m ²]
		
		
Flächen mit Abblätterungen insgesamt:			
Blasen DIN EN ISO 4628-2			
Lage am Bauwerk:	Blasen von	Ausmaß	Fläche [m ²]
	 (S	
	 (S	
Flächen mit Blasen insgesamt:			
Risse DIN EN ISO 4628-5			
Lage am Bauwerk:	Bis zur Schicht(en)	Ausmaß	Fläche [m ²]
		
		
Flächen mit Rissen insgesamt:			
Sonderbereiche und weitere Bewertungskriterien			
Zustand der Kanten			
Zustand der Spalten und Fugen			
Zustand der Verbindungsstellen			
Kreidung, Glanzverlust, Farbänderung			
Sonstiges			

Anlage

Formblatt A 5, Einschätzung im Detail

Bereich:Lage am Bauwerk Messfläche Nr.	
Beschreibung der Messfläche: Rostgrad Ri ... Blasengrad ... (S ...) Blasenbasis:			
Abblätterungen		Abblätternde Schicht(en):	
Risse		Risse in den Schichten	
Messbedingungen: Lufttemperatur °C		Oberflächentemperatur °C Relative Luftfeuchte %	
Schichtdickenmessungen			
Prüfergebnis der zerstörungsfreien Messung: Art des Verfahrens		Prüfergebnis des Keilschnittes: Anzahl der einzelnen Schichten	
Typ des Messgerätes		Dicke der 1. Schicht µm	
Kalibriert auf polierter Stahlplatte mit Kalibrierfolieµm		Dicke der 2. Schicht µm	
Anzahl der Einzelmessungen		Dicke der 3. Schicht µm	
Mittlere Schichtdicke µm		Dicke der 4. Schicht µm	
Minimalwert µm		Dicke der 5. Schicht µm	
Maximalwert µm		Gesamtschichtdicke µm	
Standardabweichung µm (nur wenn am Messgerät direkt abzulesen)			
Haftfestigkeitsmessungen			
Gitterschnittprüfung		Kreuzschnittprüfung	
Verwendetes Schneidegerät:		Verwendetes Schneidegerät:	
Schnittabstand mm			
vor Klebebandabriss: 1. Gt 2. Gt 3. Gt 		vor Klebebandabriss: 1. Kt 2. Kt 3. Kt 	
Typ des Klebebandes:.....		Typ des Klebebandes:.....	
Typ der Anpressrolle:		Typ der Anpressrolle:	
Nach Klebebandabriss: 1. Gt 2. Gt 3. Gt 		Nach Klebebandabriss: 1. Kt 2. Kt 3. Kt 	
Bruchbild (%-Anteile geschätzt):		Bruchbild (%-Anteile geschätzt):	
Abreißversuche			
Geräte Typ:			
Klebstoff.....			
Kennwerte in N/mm ²			
Bruchbild (%-Anteile geschätzt):			
Sonstiges:			
Unterwanderung von Beschädigungen ausgehend			
Unterrostung			
lokal begrenzte Korrosion			

