

Richtlinie

995.0601 | Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen

Version 5.0 - Gültig ab 01.07.2019

Inhalt

Zusammenfassung

Vorgaben für den Korrosionsschutz bei Neu- und Altanlagen

Hinweis

Organisatorische Sachverhalte wurden innerhalb der Ril gestrichen.

Dopplungen wurden gelöscht

Historisch veraltete Gegebenheiten wurden entsprechend dem heutigen Stand angepasst bzw. gelöscht

Technische Mitteilungen, die im Zeitraum 2005-heute erstellt wurden, sind als Anlage in die jeweiligen passenden Kapitel eingeflossen

Wiederholungen von Normen wurden vermieden

Sätze wurden verschoben und an andere Stelle platziert, weil sie inhaltlich dort besser passten

Grundsätze (Ebf-Zeichnungen, Beschichtungsstoffe uvm.) sind nunmehr im Technikportal abrufbar und tauchen in der Ril 995 nur als Hinweis auf.

Regelwerkseigenschaften

Hauptgruppe

Maschinen-, Energie- und Elektrotechnik, Werkstättenwesen

Untergruppe

Bahnstromleitungen

Herausgeber

DB Energie GmbH

Geltungsbereich

DB Energie GmbH

Einschränkung der Geltung nach Rechtsraum

Keine Einschränkung

Zielgruppe

Betrieb/Produktion

Fachautor

Achim Saßmannshausen (I.ETZ 21)| [EVI Link](#)Email: achim.sassmannshausen@deutschebahn.com

Regelwerksverantwortung

I.ETZ 21 - Bahnstromleitung/Erzeugung

Geschäftsführungsverantwortung

I.ETZ 21 - Bahnstromleitung/Erzeugung

Regelwerk in der KRWD

Die aktuelle Version dieses Regelwerks finden Sie in der Konzernregelwerksdatenbank (KRWD) - [aufrufen](#).

Anlagen

[995.0601A01](#) Darstellung der
Korrosionsschutzsysteme[995.0601A02](#) Taupunkt-Tabelle

Lokal gespeicherte Dokumente und Ausdrücke könnten veraltet sein.

DB-intern / DB-internal

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601 Seite 1

995.0601 vom 01.03.2005 (alt)

* 1 Allgemeines

- (1) Dieser Modul legt Maßnahmen für den Korrosionsschutz von Masten und Bauteilen der Bahnstromleitungen durch Beschichtung und Überzüge fest.

Geltungsbereich

Mitgeltende Normen und Vorschriften:

Normen und Vorschriften

- DIN EN ISO 12944 „Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge“, Teile 1 bis 8
- DIN EN ISO 1461 „Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgetragene Zinküberzüge (Stückverzinken)“ nebst Nationalem Beiblatt 1
- DIN EN 50341-1 (VDE 0210, Teil 1): „Freileitungen über AC 45 kV. Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen“. Deutsche Fassung EN 50341-1
- DIN EN 50341-3-4 (VDE 0210, Teil 3): „Freileitungen über AC 45 kV. Teil 3-4: Nationale Normative Festlegungen (NNA) für Deutschland“. Deutsche Fassung EN 50341-3-4
- ZTV-ING – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau, Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)
(Ersetzt die ZTV-KOR - Stahlbauten 2002)
- TL/TP-KOR-Stahlbauten
Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfverfahren für Beschichtungsmaterialien für den Korrosionsschutz von Stahlbauten der BASt

in der jeweils neuesten Ausgabe.

Alle vorgenannten Regelwerke sind bei Ausschreibungen von Korrosionsschutzarbeiten als Vertragsbestandteil zu vereinbaren.

- (2) Ungeschützter Stahl korrodiert in der Atmosphäre, im Wasser und im Erdreich. Um Korrosionsschäden an Bahnstromleitungsmasten zu vermeiden, werden diese durch Überzüge und Beschichtungen geschützt.

Korrosionsschäden vermeiden

- (3) Nach DIN EN ISO 12944-2 werden atmosphärische Umgebungsbedingungen in Korrosivitätskategorien eingeteilt.

Korrosivitätskategorien

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601 Seite 2

- Für den Bereich der Bahnstromleitungen gelten nur die Korrosivitätskategorien C 2 „gering“ und C 3 „mäßig“. Werden künftig in Küsten- und Industriebereichen Bahnstromleitungen errichtet, muss bereits bei der Planung geprüft werden, ob von den Korrosivitätskategorien C 4 „stark“ oder C5-M bzw. C5-I „sehr stark“ auszugehen ist.
- Duplex-System** (4) Für den Korrosionsschutz der Bahnstromleitungsmasten wird das Duplex-System als Standard eingesetzt, das auch in die DIN EN 50341-1 aufgenommen wurde. Als Duplex-System bezeichnet man die Kombination aus einer Feuerverzinkung (Stückverzinken) mit einem nachfolgenden Beschichtungssystem.
- Korrosionsschutzsystem (Kss)** (5) Die im Rahmen dieses Moduls eingesetzten Beschichtungssysteme werden als Korrosionsschutzsysteme (Kss) bezeichnet und systematisch im Abschnitt 3 beschrieben.
- Einführung von Korrosionsschutzsystemen** (6) Die Einführung von neuen Korrosionsschutzsystemen, die in diesem Modul nicht aufgenommen sind, erfolgt nur durch die OE „Anlagenmanagement - Bahnstromleitung“, nach entsprechenden Untersuchungen und Prüfungen, u. a. wegen ausreichender Schutzdauer, Sanierungskonzeption bewitterter Flächen, Oberflächenvorbereitung/-vorbehandlung.

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601 Seite 3

* 2 Anforderung an Ausführung und Qualität

- * (1) Feuerverzinkung (Stückverzinkung) ist ein Schmelztauchverfahren, bei dem die Konstruktionsteile der Bahnstromleitung durch Eintauchen in eine flüssige Zinkschmelze mit einem Zinküberzug versehen werden. Die Anforderungen und die Prüfungen der Stückverzinkung sind in DIN EN ISO 1461 festgelegt.

Feuerverzinkung

- * Die Mindestschichtdicke des metallischen Überzuges beträgt unabhängig von den Materialdicken der verwendeten Stahlprofile 85 µm.

Mindestschichtdicke des Zinküberzuges

- * Die Schichtdicke des Zinküberzuges kann mit magnetischen oder elektromagnetischen Schichtdickenmessgeräten zerstörungsfrei geprüft werden (vgl. Abschn. 4 (8)).

- * (2) Der Zinngehalt der Schmelze muss angegeben werden. Er darf höchstens den vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) empfohlen Grenzwert erreichen: Zinngehalt der Zinkschmelze < 0,1 Gew.-%.

Zinngehalt der Zinkschmelze

- * (3) Bei der Bestellung von feuerverzinkten Bauteilen muss gemäß Beiblatt 1 der DIN EN ISO 1461 der Hinweis „DIN EN ISO 1461-t Zn k“ angegeben werden.

t Zn k

- * Die Verzinkerei hat eine Werksbescheinigung 3.1 nach DIN EN 10204 auszustellen. Folgende Angaben müssen enthalten sein:

- * - Zusammensetzung der Zinkschmelze, insbesondere die Gehalte an Zinn, Blei und Bismut
- * - Angabe zur Schichtdicke
- * - Übereinstimmung mit DIN EN ISO 1461-t Zn k

- * (4) Transport- und Montageschäden der Feuerverzinkung sind mit geeigneten Zinkstaub-Beschichtungsstoffen (auf der Basis von Ein-Komponenten-Polyurethan oder Zwei-Komponenten-Epoxid auszubessern, siehe Anhang 1.

Beseitigung von Beschädigungen

* Hinweis:

* *Die Verwendung von Zink-Spray ist generell untersagt!*

- * (5) Vor dem Beschichten müssen feuerverzinkte Oberflächen von eventuell angelagerten Zinkabbauprodukten und sichtbaren Verunreinigungen befreit werden.

- * (6) Für das Duplex-System stehen Hydro- und lösemittelhaltige Beschichtungsstoffe zur Verfügung.

Beschichtungsstoffe

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601 Seite 4

Vorrang Hydro- Beschichtung

- (7) Zugelassene Hydro-Beschichtungsstoffe sind vorrangig einzusetzen, da sie in Bezug auf Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutz die beste Wahl sind.

Hinweis:

Hydro-Beschichtungsstoffe sind geeignet für festhaftende Altbeschichtungen und in den Punkten Verarbeitung und Beständigkeit der Beschichtungen mindestens gleichwertig zu entsprechenden lösemittelhaltigen Beschichtungsstoffen.

zugelassene Beschichtungs- stoffe

- (8) Korrosionsschutzsysteme sind in Abschnitt 3 beschrieben. Zertifizierte Beschichtungsstoffhersteller und zugelassene Produkte sind in Anhang 1 gelistet.

besondere Grundierungen

- (9) Die Oberflächen von KT-Stahl (korrosionsträger Stahl) sind mit dafür besonders geeigneten, penetrierfähigen Grundierungen zu beschichten.

Hinweis:

Die Eignung ist durch eine mindestens zweijährige Praxisbewährung z.B. anhand einer repräsentativen Musterbeschichtung in Abstimmung mit der OE „Anlagenmanagement– Bahnstromleitung“ nachzuweisen.

Beschaffung der Beschichtungs- stoffe

- (10) Die aufzubringenden Beschichtungsstoffe dürfen vom Auftraggeber beigestellt oder vom Auftragnehmer nach Genehmigung durch den Auftraggeber geliefert werden. Die Beschichtungsstoffe dürfen nur bei zugelassenen Herstellern bestellt werden, da diese die folgenden Anforderungen sicherstellen müssen:

- termingerechte Lieferung der bestellten Ware
- höchste Qualität für eine lange Standzeit
- kurzfristige Änderung der Beschichtungsstoffeinstellung bei festgestellter Notwendigkeit. Dies bedarf der Zustimmung der beteiligten Parteien.
- Anwendungstechnische Unterstützung bei entsprechenden Fragestellungen
- Beurteilung der Oberflächenvorbereitung und Ausführung bei Gewährleistungsansprüchen.

Hinweis:

Bei der Bestellung von zugelassenen Beschichtungsstoffen nach Anlage 1 muss dem Beschichtungsstoffhersteller stets angegeben werden, dass die Beschichtungsstoffe für Maste der DB Energie sind, nebst Bezeichnung des Projektes. Die Verantwortung hinsichtlich Sorgfalt und Richtigkeit der Bestellung bleibt beim Besteller.

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601 Seite 5

* (11) Von diesem Modul abweichende Arten der Überzüge und Beschichtungen dürfen <u>nur mit Zustimmung</u> der OE „Anlagenmanagement – Bahnstromleitung“ ausgeführt werden. Die notwendige Dokumentation der Versuchsbedingungen ist vom Auftragnehmer durchzuführen und dieser OE zur Verfügung zu stellen; siehe und vergleiche mit 1 (6).	Versuchsbeschichtungen
* (12) Wirksamkeit und Schutzdauer von Korrosionsschutzmaßnahmen hängen unter anderem in entscheidendem Maße von einem an das Beschichtungssystem angepassten Vorbereitungsgrad der Oberflächen ab (DIN EN ISO 12944-4, Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung).	Vorbereitungsgrad
* Die Oberflächenvorbereitung ist für die einzelnen Beschichtungssysteme in Abschnitt 3 festgelegt und muss entsprechend durchgeführt werden.	
* <u>Hinweis:</u>	
* <i>Das Aufbringen von Beschichtungsstoffen mit der Rolle oder Beschichtungshandschuhen ist generell untersagt!</i>	
* (13) Beschichtungen nach diesem Modul dürfen nur ausgeführt werden, wenn die Objekttemperatur der trockenen Fläche mindestens 3 K über dem Taupunkt der unmittelbar umgebenden Luft liegt und mindestens 10°C beträgt (siehe Anhang 2). Geräte zur Messung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind im Abschnitt 6 Absatz (10) beschrieben.	Klimatische Voraussetzungen für die Ausführung
* (14) <i>„Kontrollflächen sind geeignete Flächen am Bauwerk, die angelegt werden, um einen gemeinsam akzeptierten Ausführungsstandard der Arbeiten darzustellen, um zu bestätigen, dass Angaben eines Herstellers oder Auftragnehmers richtig sind und um das Verhalten der Beschichtung zu jedem Zeitpunkt nach ihrer Fertigstellung zu beurteilen.“</i> (DIN EN ISO 12944-7 „Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten“).	Kontrollflächen
* Die Vertragspartner müssen die Nutzung der Kontrollflächen für Gewährleistungszwecke vereinbaren. Zur besseren Klärung der Ursachen von später eventuell auftretenden Mängeln an der Beschichtung sind an mindestens einem von dreißig Masten eines Bauabschnittes Gewährleistungskontrollflächen nach DIN EN ISO 12944-7 anzulegen und zu dokumentieren. Sie sollen bis zu einer Höhe von 3 m über Fundamentoberkante reichen und alle Mastteile dieses Bereichs erfassen.	Anzahl der Maste mit Kontrollflächen
* Bei der Werksbeschichtung muss zusätzlich eine Traverse als Kontrollfläche vereinbart werden.	Zusätzliche Kontrollfläche bei Werksbeschichtung

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601 Seite 6

	Die genaue Lage der Kontrollflächen muss in einer Systemzeichnung des betreffenden Mastes gekennzeichnet werden. Diese Zeichnung ist ein notwendiger Bestandteil der Dokumentation nach Vordruck 995.0601V01.	* * * * *
	Die Kontrollflächen sind gleichmäßig über den Leitungsabschnitt zu verteilen. Dabei ist die Verschiedenartigkeit der Trasse (Wald- und Ackerbereiche, Berg- und Tallagen, Küstennähe, Industriebelastung usw.) zu berücksichtigen.	* * * * *
Kontrollflächenprotokoll	Kontrollflächen sind vom Auftragnehmer im Beisein der Bauüberwachung und eines Vertreters des Beschichtungsstoffherstellers in der vertragsgemäßen Ausführung anzulegen, dauerhaft zu kennzeichnen und durch ein Kontrollflächen-Protokoll nach DIN EN ISO 12944-8 - Anhang B - zu dokumentieren (Vordruck 995.0601V01).	* * * * * *
Maßnahmen zur Arbeitssicherheit	(15) Die Korrosionsschutzarbeiten an Masten der Bahnstromleitungen, wie auch an allen anderen Freileitungs- und Oberleitungsmasten, stellen hohe Anforderungen an das ausführende Personal. Die Gefahren aus der Annäherung zu den in Betrieb befindlichen spannungsführenden Teilen und aus der Absturzgefährdung erfordern strenge Verhaltensregeln, die in folgenden Vorschriften, Regeln und Informationen festgelegt sind:	* * * * * * * * *
	- Die Verhaltensregeln gegen Absturz sind unter anderem in der Berufsgenossenschaftlichen Vorschrift BGV C22 „Bauarbeiten“ (GUV-V C 22), in den Berufsgenossenschaftlichen Regeln BGR 148 „Schutz gegen Absturz beim Bau und Betrieb von Freileitungen“ (GUV-R 148) und in den Berufsgenossenschaftlichen Informationen BGI 757 „Schutz gegen Absturz beim Bau und Betrieb von Oberleitungsanlagen“ (GUV-I 757) beschrieben. (In Klammern die Bezeichnungen gemäß Gesamtverzeichnis des Bundesverbandes der Unfallkassen)	* * * * * * * * *
	- Bei Maststandorten im Gleisbereich wird wegen der zusätzlichen Gefahren durch den Eisenbahnbetrieb besonders auf die Unfallverhütungsvorschrift BGV D33 „Arbeiten im Bereich von Gleisen“ (GUV-V D 33) hingewiesen.	* * * * * * *

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601
	Seite 7

- * - Die Bedingungen für die Ausführung von Anstrich-
- * und Ausbesserungsarbeiten an Freileitungsmasten
- * sind in DIN VDE 0105-100 festgelegt. Darüber hin-
- * aus gelten auch die Berufsgenossenschaftlichen In-
- * formationen BGI 519 „Sicherheit bei Arbeiten an
- * elektrischen Anlagen“ und BGI 639 „Maler- und La-
- * ckiererarbeiten“.

Hinweis:

*Hinsichtlich der erforderlichen Maßnahmen zur Arbeitssi-
cherheit wird auf die Empfehlungen der Deutschen Ver-
bundgesellschaft (DVG) „Korrosionsschutz an Freilei-
tungsmasten“ hingewiesen.*

- * (16) Die Belastung der Umwelt sowie das Gesundheitsrisiko
- * der Beschäftigten bei der Oberflächenvorbereitung und
- * der Verarbeitung der Beschichtungsstoffe (unter Beach-
- * tung der BGV D25 „Verarbeitung von Beschichtungsstof-
- * fen“) sind so gering wie möglich zu halten.

**Vermeidung von
Umweltschäden**

Der Transport, die Lagerung, die Oberflächenvorbereitung,
die Applikation der Beschichtung sowie die Entsorgung
der Restbestände, Gebinde und anfallender Rückstände
sind unter Beachtung der gesetzlichen Bestimmungen mit
größter Sorgfalt durchzuführen. Die Sicherheitsdatenblät-
ter der eingesetzten Beschichtungsstoffe müssen diesbe-
züglich beachtet werden.

**Sicherheits-
datenblätter**

Das Mastumfeld muss vor Verunreinigungen durch die
Korrosionsschutzmaßnahme durch situationsgerechte Ab-
deckungen geschützt werden. Verunreinigte Pflanzen dür-
fen nicht in die Nahrungs- bzw. Futtermittelkette geraten.
Diese müssen entsorgt werden.

Hinweis:

*Hinsichtlich der Entsorgung von Restbeständen an Be-
schichtungsstoffen, Altbeschichtungen, Leergebinden so-
wie Werkzeuge und Abdeckmaterial wird auf die Empfeh-
lungen der Deutschen Verbundgesellschaft (DVG) „Korro-
sionsschutz an Freileitungsmasten“ hingewiesen.*

3 Korrosionsschutzsysteme

Erstbeschichtung und Instandsetzung

- (1) Die nachfolgend definierten Korrosionsschutzsysteme (Kss) werden in Korrosionsschutzsysteme für die Erstbeschichtung (Kss 1 und Kss 2) und für die Ausbesserung und Teilerneuerung (Kss 3 bis Kss 5) unterteilt.

Die gesamte Systemtabelle ist im Anhang 1 dargestellt.

Kss	System-Beschreibung und Anwendungsgebiete	Oberflächen-vorbereitung	DECKBESCHICHTUNG			
			Basis	Produkt	Schichten	
					Anzahl	NDFT µm
1a	Erstbeschichtung von feuerverzinkten Stahlteilen im Werk	Sweep-Strahlen	AY-Hydro	Beschichtungsstoff mit Zulassung nach Blatt 91 der TL/TP-KOR-Stahlbauten z.B. Stoff-Nr.691.61	1	100
1b	Partielle Ausbesserung von Schadstellen auf der Baustelle	Reinigen				

Tabelle 1: Korrosionsschutzsystem für die Erstbeschichtung von feuerverzinkten Bauteilen.

Kss 2 in besonderen Fällen

- (2) In besonderen Fällen, z.B. nach einer Havarie, deren Folgen schnell zu beheben sind, darf ausnahmsweise von einer Werksbeschichtung abgesehen werden. Das Duplex-System am Objekt vor Ort wird als „Korrosionsschutzsystem 2“ (Kss 2) bezeichnet.

Verunreinigungen der Feuerverzinkung sind durch Abbürsten mit Messingbürsten zu entfernen.

Hinweis:

Stahlwolle darf zum Schleifen nicht verwendet werden!

Kss	System-Beschreibung und Anwendungsgebiete	Oberflächen-vorbereitung	DECKBESCHICHTUNG			
			Basis	Produkt	Schichten	
					Anzahl	NDFT µm
2	Erstbeschichtung von feuerverzinkten Stahlteilen auf der Baustelle	Reinigen	AY-Hydro	Beschichtungsstoff auf der Basis von Kss 1 mit besonderer Einstellung für die Verarbeitung auf der Baustelle	2	120

Tabelle 2: Korrosionsschutzsystem für die Erstbeschichtung von feuerverzinkten Bauteilen auf der Baustelle (Ausnahmesituation).

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601 Seite 9

- * (3) Zur Instandsetzung sind je nach Zustand des vorhande-
* nen Korrosionsschutzes die Korrosionsschutzsysteme
* Kss 3 bis Kss 5 anzuwenden.

Instandsetzung

* Die beschriebenen Korrosionsschutzsysteme sind dabei
* als prinzipielle Standards zu verstehen. Der Umfang der
* Maßnahme ergibt sich aus dem Zustand des vorhandenen
* Korrosionsschutzsystems und des geplanten Sanierungs-
* ziels, u. a. der weiteren Nutzungsdauer.

* Art und Anzahl der Schichten und die Gesamtschichtdicke
* werden für jede Instandsetzungsmaßnahme einzeln fest-
* gelegt.

* - Kss 3:
* Abgebaute Beschichtung, Verzinkung intakt und aus-
* reichend

* - Kss 4:
* Abgebautes Duplex-System mit Roststellen
* Hand- oder maschinelle Entrostung
* Korrosion an Schraubenverbindungen

* - Kss 5:
* KT- und unverzinkte Stahlteile und
* beschädigtes System mit großflächigen Roststellen
* Hand- oder maschinelle Entrostung

- * (4) Die Kennzeichnung als Luftfahrthindernis entsprechend
* der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeich-
* nung von Luftfahrthindernissen“ (Tageskennzeichnung für
* gittermastförmige Hindernisse) erfolgt im Farbtonwechsel
* verkehrsweiß (RAL 9016) und verkehrsorange (RAL 2009)
* als Kennzeichnungsfarbe gemäß DIN 6171-1 „Aufsichts-
* farben für Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen -
* Teil 1: Farbbereiche bei Beleuchtung mit Tageslicht“.

**Kennzeichnung
als Luftfahrt-
hindernis**

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601 Seite 10

4 Korrosionsschutz neuer Masten

- | | | |
|--------------------------|---|---|
| Kss 1a | (1) Als Standard-Beschichtungssystem wird für die Werksbeschichtung Kss 1a eingesetzt. | * |
| Werksbeschichtung | (2) Für den Neubau von Bahnstromleitungsmasten gilt die Werksbeschichtung als Standard. Ausnahmen hiervon müssen im Einzelfall mit der OE „Anlagenmanagement – Bahnstromleitung“ abgestimmt werden. Als Werksbeschichtung wird das Auftragen einer Beschichtung durch Spritzapplikation in einer Werkstatt bezeichnet. Durch den gleichmäßigeren Auftrag an allen Konstruktionsteilen und die vollflächige Beschichtung hat die Werksbeschichtung den Vorteil, dass bei rechtzeitig eingeleiteter Instandsetzung des Korrosionsschutzes Entrostungs- und Grundierungsarbeiten ganz entfallen oder in wesentlich geringerem Umfang anstehen, was sich auch positiv auf den Umweltschutz auswirkt.

Neben der Verlängerung der Schutzdauer wird durch die Gleichmäßigkeit der Beschichtung der Abbau der Verzinkung verhindert. | * |
| Umweltschutz | | * |
| Kss 1b | (3) Ist eine Werksbeschichtung ausnahmsweise nicht vorgesehen, sollte die Baustellenbeschichtung möglichst frühzeitig innerhalb weniger Tage erfolgen, um die Oberflächen der Konstruktionsteile vor Umwelteinflüssen zu schützen. Eine situationsgerechte Abdeckung des Bodens ist dabei erforderlich. | * |
| Strahlen | (4) Die feuerverzinkten Konstruktionsteile sind vor dem Beschichten durch Strahlen (Sweepen) von Zinkabbauprodukten zu reinigen. Es darf nur hochwertiges und bei Wiederverwendung von Verunreinigungen befreites Strahlgut verwendet werden. Als Strahlgut ist ausschließlich Korund oder Edelstahlgranulat mit einer Korngröße von 0,25 – 0,50 mm zu verwenden.

Es dürfen maximal 15 µm Zinküberzug abgestrahlt werden! | * |

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601
	Seite 11

- * (5) Die gestrahlte Zinkoberfläche der zu beschichtenden Konstruktionsteile hat staubfrei, fettfrei sowie frei von artfremden Substanzen und Zinkkorrosionsprodukten zu sein. Nach dieser Oberflächenvorbereitung sind die Konstruktionsteile unverzüglich zu beschichten. Die vorbereiteten Zinkoberflächen dürfen der Bewitterung nicht mehr ausgesetzt werden. Deshalb hat die Oberflächenvorbereitung, die Beschichtung und die Aushärtung der Beschichtung in einer beheizbaren Halle zu erfolgen, damit die nachfolgend beschriebenen Bedingungen erfüllt werden können.
- * (6) Die Werksbeschichtung muss als Spritzapplikation durchgeführt werden. Es ist bevorzugt nach dem Airless-Prinzip zu verfahren. Es bleibt der Beschichtungsfirma freigestellt, automatische Beschichtungsdurchlaufanlagen oder manuell zu bedienende Beschichtungsgeräte zu verwenden.
- * Die Raumtemperatur darf 10° C nicht unterschreiten. Auf den Taupunktsabstand muss geachtet werden. Die Oberflächentemperatur der zu beschichtenden Konstruktionsteile ist durch rechtzeitiges Einbringen in die Werkshalle der Raumtemperatur anzugleichen. Die technischen Angaben der Beschichtungsstoff-Hersteller sind zu beachten.
- * (7) Es sind alle Konstruktionsteile und diese auch im Bereich der Bohrungen und Anschlussflächen durchgehend zu beschichten. Dagegen bleiben Fußeckstiele ab 15 cm unterhalb des untersten Diagonalenanschlusses bis zur Unterkante unbeschichtet.
- * Feuerverzinkte Kleineisenteile, wie Knotenbleche und Stoßlaschen, können auch unbeschichtet auf die Baustellen geliefert werden.
- * Hinweis:
- * *Werden die Kleineisenteile in der Werkstatt beschichtet, dann obliegt es dem Auftraggeber sicherzustellen, dass die Schraubenverbindungen ausreichend angezogen sind.*
- * An den Anschlussflächen von HV-Verbindungen ist eine Werksbeschichtung nicht zugelassen. (H = hochfest, V = vorgespannt)
- * (8) Die Aushärtung des wasserverdünnbaren Beschichtungsstoffes muss in Hallen bei einer Mindesttemperatur von 10°C erfolgen.
- *
- *

Bedingungen der Oberflächenvorbereitung

Airless-Prinzip

Nicht zu beschichtende Teile

Bedingungen zur ausreichenden Trocknung

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601 Seite 12

		Die Trocknung bei erhöhten Temperaturen ist nach Abstimmung mit dem Beschichtungsstoff-Hersteller möglich.	*
		Es ist darauf zu achten, dass durch entsprechende Verpackung beim Transport keine Beschädigungen der Beschichtung entstehen können.	*
Sollschichtdicke 100 µm	(9)	Als Sollschichtdicke (NDFT) ist 100 µm vorgegeben. Sie ist die Trockenschichtdicke (DFT), d.h. die Dicke der Beschichtung, die nach der Aushärtung auf der Oberfläche verbleibt. Die Schichtdickenmessung erfolgt nach DIN EN ISO 2808	*
Mindestschichtdicke 80 µm		Die Mindestschichtdicke hat nach der Aushärtung der Oberfläche 80 µm zu betragen. Einzelwerte, die diese Mindestschichtdicke unterschreiten, sind unzulässig.	*
Höchstschichtdicke		Entgegen den Bestimmungen nach DIN EN ISO 12944-5, Punkt 5.4 „Trockenschichtdicke“ darf die Höchstschichtdicke das Zweifache der Sollschichtdicke, das sind 200 µm, nicht überschritten werden.	*
		<u>Hinweis:</u> <i>Bei beschichteten Anschlussflächen kann es bei Schraubenverbindungen in Abhängigkeit der Schichtdicken zu einem Abfall der Vorspannung kommen. Deshalb muss die Höchstschichtdicke unbedingt eingehalten werden. Nach erfolgter Montage müssen die Schraubenverbindungen kontrolliert, frühestens nach 14 Tagen und falls erforderlich nachgezogen werden. Die Erfordernisse für Schraubenverbindungen sind dem Modul 995.0301, Abschnitt 6, Ziffer (9) zu entnehmen.</i>	*
		Das Beschichtungsunternehmen muss ein Qualitätssicherungssystem nachweisen. Dies kann entweder durch eine gültige Zertifizierung nach der Normenreihe DIN EN ISO 9000 oder durch ein fachliches Audit durch die OE „Anlagenmanagement - Bahnstromleitung“ erfolgen.	*
Qualitätssicherung		Der Qualitätsbeauftragte der Beschichtungsfirma muss während des Arbeitsablaufes eine Qualitätssicherungskontrolle durchführen und diese protokollieren. Das Protokoll ist dem Auftraggeber zu übergeben.	*
		Die Qualitätskontrolle erstreckt sich auf den Materialeingang der Mastkonstruktionsteile (Verzinkung!) und der Beschichtungsstoffe sowie Materialprüfung, Oberflächenvorbereitung (Sweepen, Reinigen), Applikation (Beschichten und Aushärtung), Schichtdicken (Feuerverzinkung und Beschichtung) und Versand.	*

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601 Seite 13

* Zur Schichtdickenbestimmung sind an mindestens acht
* Stellen pro Mast Messungen durchzuführen.

*
* (10) Nach der Aushärtung sind die Mastkonstruktionsteile so zu
* bündeln, wie sie angeliefert wurden. Die Stapelhöhe ist so
* zu wählen, dass die zuunterst liegenden Profile aufgrund
* des beigelegten Verpackungsmaterials nach dem Versand
* auf die Baustelle keine Druckschäden aufweisen.

**Versand der
Mastkonstruk-
tionsteile**

* Zwischen die einzelnen Winkelprofile sind beiderseits
* aluminiumkaschierte Pappkartonwinkel zu legen, um
* Transportschäden und Verklebungen zu vermeiden.

* Die Abstände der Pappkartonwinkel sind wie folgt vorzu-
* sehen:

- * - vom Anfang und Ende der Profile 10 cm bis maximal
* 30 cm
- * - im mittleren Bereich der Profile 100 cm bis maximal
* 150 cm

* (11) Nach Abschluss der Montagearbeiten sind die nicht werks-
* beschichteten Konstruktionsteile, wie Knotenbleche und
* Laschen, und andere noch unbeschichtete Kleinteile, unter
* anderem die äußeren Bereiche der Schraubenver-
* bindungen und Steigbolzen, zu beschichten. Gegebenen-
* falls müssen die unbeschichteten Teile zuvor von Ver-
* unreinigungen und Zinkabbauprodukten gereinigt werden.

**Endbeschich-
tung**

* Hinweis:

* *Weißrost bildet sich schnell unter feuchten und schlecht*
* *belüfteten Stapelbedingungen.*

5 Korrosionsschutz alter Masten

Instandset- zungsmaß- nahmen

- (1) Art und Umfang der Instandsetzungsmaßnahmen des Korrosionsschutzes an alten Masten richten sich nach dem Zustand des Korrosionsschutzes und der voraussichtlichen Restnutzungszeit. Der Zustand wird durch Inspektion ermittelt.

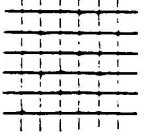
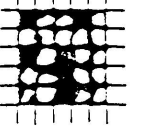
Gitterschnittkennwert	Beschreibung	Aussehen der Oberfläche im Bereich des Gitterschnittes, an der Abplatzen aufgetreten ist (Beispiel für 6 parallele Schnitte)
0	Die Schnittländer sind vollkommen glatt, keines der Quadrate des Gitters ist abgeplatzt.	-----
1	An den Schnittpunkten der Gitterlinien sind kleine Splitter der Beschichtung abgeplatzt. Abgeplatzte Fläche nicht wesentlich größer als 5 % der Gitterschnittfläche.	
2	Die Beschichtung ist längs der Schnittländer und/oder an den Schnittpunkten der Gitterlinien abgeplatzt. Abgeplatzte Fläche deutlich größer als 5 %, aber nicht wesentlich größer als 15 % der Gitterschnittfläche.	
3	Die Beschichtung ist längs der Schnittländer teilweise oder ganz in breiten Streifen abgeplatzt und/oder einige Quadrate sind ganz oder teilweise abgeplatzt. Eine Gitterschnittfläche, die deutlich größer als 15 %, aber nicht wesentlich größer als 35 % ist, ist betroffen.	
4	Die Beschichtung ist längs der Schnittländer in breiten Streifen abgeplatzt und/oder einige Quadrate sind ganz oder teilweise abgeplatzt. Eine Gitterschnittfläche, die deutlich größer als 35 % aber nicht wesentlich größer als 65 % ist, ist betroffen.	
5	Jedes Abplatzen, das nicht mehr als Gitterschnittkennwert 4 eingestuft werden kann.	

Tabelle 3: Auswertungstabelle für die Gitterschnittkennwerte

Kurzfristige Instandsetzung

Bereits korrodierte standsicherheitsrelevante Bauteile müssen je nach Zustand unverzüglich instandgesetzt werden.

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601
	Seite 15

* Sind vorhandene Beschichtungen ausgemagert, rissig
 * und/oder schlecht haftend, kann auch bei geringeren Rost-
 * graden eine Instandsetzungsmaßnahme erforderlich wer-
 * den. In Zweifelsfällen ist die Haftung durch Abkratzen der
 * alten Beschichtung mit dem Schwedenschaber zu über-
 * prüfen. Gitterschnittprüfungen nach DIN EN ISO 2409
 * können zusätzlich zur Beurteilung herangezogen werden
 * (siehe Tabelle 3).

* Die Instandsetzungsmaßnahmen des Korrosionsschutzes
 * werden gegliedert nach:

- * - Ausbesserung
- * - Teilerneuerung
- * - Vollerneuerung

* (2) Die Ausbesserung ist das Wiederherstellen des Korrosi-
 * onsschutzes an kleinflächigen Fehlstellen, meist an den
 * Verbindungsstellen.

Ausbesserung

* Der durch das „Ausflecken“ entstehende nachteilige oder
 * störende optische Eindruck begründet keine vollständige
 * neue Deckbeschichtung!

* Hinweis:

* *Diese Instandhaltungsmaßnahme „Ausbessern“ wurde in
 * der Vergangenheit fälschlicherweise oft in Verbindung mit
 * einer ganzflächigen Deckbeschichtung durchgeführt.*

* Schutzmaßnahmen:

**Schutzmaß-
nahmen**

- * 1. Situationsgerechte Abdeckung des Mastfußbereiches
 * und dessen Umgebung.
- * 2. Regelmäßiges Entfernen der heruntergefallenen Be-
 * schichtung von der Abdeckung.

* (3) Die Teilerneuerung ist das Wiederherstellen des Korrosi-
 * onsschutzes an Fehlstellen und Aufbringen von mindes-
 * tens einer Deckbeschichtung.

Teilerneuerung

* Hinweis:

* *Die Teilerneuerung muss rechtzeitig durchgeführt werden,
 * um Vollerneuerungsmaßnahmen zu vermeiden.*

* Schutzmaßnahmen:

- * 1. Situationsgerechte Abdeckung des Mastfußbereiches
 * und dessen Umgebung.
- * 2. Regelmäßiges Entfernen der heruntergefallenen Be-
 * schichtung von der Abdeckung.

Vollerneuerung

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601
	Seite 16

	(4)	Die Vollerneuerung ist das restlose Entfernen des alten Korrosionsschutzes und Aufbringen eines neuen Korrosionsschutzsystems.	*
		Für eine Vollerneuerung sprechen	*
		- Korrosion mit deutlichem Substanzverlust am Stahl	*
		- großflächige Unterrostung der Altbeschichtung	*
		- Verlust der Haftfestigkeit der Altbeschichtung zum Stahl	*
		- Versprödung der Altbeschichtung	*
Besondere Schutzmaßnahmen		Besondere Schutzmaßnahmen: Das Vorgehen muss von Fall zu Fall festgelegt werden.	*
		<u>Hinweis:</u> <i>Alle Maßnahmen zur Vollerneuerung müssen mit der OE „Anlagenmanagement – Bahnstromleitung“ abgestimmt werden.</i>	*
Oberflächen-vorbereitung	(5)	Bei Instandsetzungsmaßnahmen muss eine Reinigung mit Wasser ohne chemische Zusätze bei Drücken von 300 bis 400 bar unter Verwendung von Rotationsdüsen durchgeführt werden. Dadurch müssen artfremde Verunreinigungen wie z.B. Vogelkot, Flechten sowie lose Beschichtungen und Korrosionsprodukte entfernt werden. Im Anschluss muss die partielle Handentrostung durch Schaben und Bürsten durchgeführt werden.	*
Erdbodenschutz		Bei den Schutzmaßnahmen muss sichergestellt sein, dass kein belastetes Wasser in den Erdboden eindringt.	*
		<u>Hinweis:</u> <i>Eine Strahlentrostung ist nur im Austrittsbereich der Eckstiele bis einschließlich der untersten Laschenverbindung zulässig.</i> <i>Fundamentkappen sind nicht zu beschichten! Es genügt, wenn der Übergangsbereich Eckstiel/Beton mit dem Beschichtungsstoff der Deckbeschichtung überdeckt wird.</i>	*
	(6)	Zur Instandsetzung sind nach Abschnitt 3 verschiedene Korrosionsschutzsysteme vorgesehen.	*
		Die Systembeschreibungen sind Anhang 1 zu entnehmen.	*

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601
	Seite 17

* 6 Überwachung und Prüfung der Beschichtungsarbeiten

- * (1) *„Technisch zufriedenstellende Ergebnisse setzen voraus, dass die Arbeitsausführung in allen Arbeitsgängen überwacht wird. Der Auftragnehmer ist daher zur gewissenhaften Eigenüberwachung verpflichtet. Eine zusätzliche Kontrolle durch den Auftraggeber ist zweckmäßig.“*
 * (DIN EN ISO 12944-6)

Kontrolle durch den Auftraggeber

* Hinweis:
 * *Auf der Baustelle muss jeder Arbeitsgang (z.B. Oberflächenvorbereitung, Grundbeschichtung, etc.) vom Beauftragten des Auftraggebers abgenommen und freigegeben werden, bevor der nächste Arbeitsgang begonnen wird.*

Abnahme nach jedem Arbeitsgang

* *Dies gilt auch für notwendige Nachbesserungsarbeiten.*

- * (2) Die Angaben auf den Gebinden der gelieferten Beschichtungsmaterialien müssen mit den Angaben der im Leistungsverzeichnis vorgesehenen Beschichtungsmaterialien übereinstimmen. Auf den Gebinden müssen folgende Angaben haltbar angebracht sein:

- * - Hersteller
- * - Farbton (DB- oder RAL-Nr.)
- * - Chargen-Nummer
- * - Bei zweikomponentigen Beschichtungsstoffen:
 * Zugehöriger Härter mit Angabe des Mischungsverhältnisses in Gewichtsteilen (MVG)
- * - Zugehöriges Verdünnungsmittel
- * - Mindestens lagerfähig bis (Monat und Jahr)
- * - Nettogewicht und/oder -volumen
- * - Gesetzlich vorgeschriebene Kennzeichnung:
 - * - Verordnung über gefährliche Stoffe z.B. (Gefahrstoffverordnung (GefStoffV))
 - * - Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB)
 - * - sowie weitere Transport- und Kennzeichnungsvorschriften.
- * - Produkte mit einer gültigen Zulassung nach TL/TP-KOR-Stahlbauten müssen entsprechend den Bestimmungen dieser Vorschrift gekennzeichnet sein.

Beschriftung der Gebinde

Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen	Bahnstromleitungen
Bahnstromleitungen - Korrosionsschutz durchführen	995.0601
	Seite 18

Lagerung der Beschichtungsstoffe	(3)	Die Lagerung der Beschichtungsstoffe ist entsprechend den Herstellerangaben vorzunehmen. Die Lagerfähigkeit der Beschichtungsstoffe muss mindestens 6 Monate betragen. Bei der Lagerung sind alle umweltrelevanten Bestimmungen einzuhalten (z.B. Wasserhaushaltsgesetz - WHG -, Verordnung für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen - VAWs). Ein eventuell auftretender Bodensatz muss sich rückstandslos homogenisieren lassen	* * * * * * * * * * *
Lieferung und Verarbeitung der Beschichtungsstoffe	(4)	Alle Beschichtungsstoffe sind vom Hersteller verarbeitungsgerecht zu liefern. Ein Verdünnen darf nur in Ausnahmefällen und nur nach Abstimmung mit dem Beschichtungsstoff-Hersteller durchgeführt werden. Die Beschichtungsstoffe sind vor und auch während der Verarbeitung durch gründliches Aufrühren zu homogenisieren.	* * * * * * * *
Bautagebuch	(5)	Es sind Schichtdicken- (Nass- und Trockenschicht) sowie Temperatur-, Luftfeuchtigkeits- und Taupunktmessungen durchzuführen und in einem Bautagebuch (Sammlung baurelevanter Daten, Vorgänge, Veranlassungen, Nachweise und Verfolgungen) zu dokumentieren.	* * * * * *
Prüfung nach jedem Arbeitsgang	(6)	Bei Mastbeschichtungen muss grundsätzlich jeder Arbeitsgang nach Prüfung und vor Beginn des nächsten Arbeitsganges vom Beauftragten des Auftraggebers freigegeben werden. Bei Mängeln ist vor dem nächsten Arbeitsgang die Nachbesserung durchzuführen.	* * * * * *
Nicht bedingungsgemäße Ausführung	(7)	Werden Beschichtungsarbeiten trotz Beanstandung durch die Bauüberwachung nicht bedingungsgemäß ausgeführt, sind die Arbeiten sofort einzustellen.	* * * *
Schadensfalluntersuchungen	(8)	Schadensfalluntersuchungen sollten wegen eventuell zu erwartender Schadenersatzansprüche gemeinsam von Auftragnehmer und Auftraggeber erfolgen. Bei Bedarf ist der Hersteller des Beschichtungsstoffes zu beteiligen.	* * * * *
Schichtdickenmessungen	(9)	Pro Mast sind an mindestens acht repräsentativen Stellen Messungen der Trockenschichtdicke vorzunehmen. Einzelwerte der Trockenschichtdicke, die 80 % der Sollsichtdicke unterschreiten, sind nicht zulässig. Einzelwerte zwischen 80 % und 100 % der Sollsichtdicke sind zulässig, vorausgesetzt, dass der Mittelwert aller Messergebnisse gleich der Sollsichtdicke oder größer ist. Die Dokumentation der Schichtdickenmessungen erfolgt durch Ausdruck der Einzelmesswerte sowie Zuordnung zu den Messstellen und ist dem Bautagebuch beizulegen.	* * * * * * * * * * *

* Da bei einschichtigen Systemen die Gefahr von Fehlstellen größer ist als bei mehrschichtigen, muss bei ersteren eine besonders gute Arbeitsausführung und -überwachung sichergestellt sein.

* (10) Das Verfahren der Nassschichtdickenmessung ist für alle frisch aufgetragenen Beschichtungen geeignet.

Nassschichtdickenmessung

* Es dient der Eigenkontrolle des Beschichters während der Ausführung und ist zur Abnahme nicht geeignet. Die Messung von Nassschichtdicken ist nicht genormt. Näheres ist jedoch in der DIN EN ISO 3882 enthalten.

* Man verwendet hierzu einfache mechanische Geräte, wie das Exzenterrad und das kammförmige Nassschichtdicken-Messgerät.

* Über den Umrechnungsfaktor der Tabelle 4 kann aus der Nassschichtdickenmessung die zu erwartende Trockenschichtdicke im Voraus abgeschätzt und die Nassschichtdicke bei Bedarf korrigiert werden.

* Maßgebend für die Abnahme sind die endgültigen Trockenschichtdicken!

Material nach TL/TP-KOR	nass (ca.)	trocken (ca.)	Umrechnungsfaktor
bleifreie Grundbeschichtung ¹⁾	siehe hierzu Herstellerangaben		
Wasserlacke auf Acryl-Copolymerisatgrundlage nach Blatt 91 (DB auf Feuerverzinkung)	200 µm	100 µm	2
Wasserlacke auf Acryl-Copolymerisatgrundlage nach Blatt 92	200 µm	100 µm	2

* Tabelle 4: Verhältnis von Nass- zu Trockenschichtdicke

* ¹⁾ Bei diesen Beschichtungsstoffen kann das Verhältnis Nass- zu Trockenschichtdicke je nach Hersteller größeren Schwankungen unterliegen. Deshalb empfiehlt es sich, spätestens 14 Tage vor Arbeitsaufnahme das Verhältnis Nass- zu Trockenschichtdicke mit den vorgesehenen Beschichtungsstoffen durch eine Probebeschichtung zu ermitteln.

* (11) Die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit können mit geeigneten elektronischen und mechanischen Messgeräten gemessen werden, bei denen man auch den Taupunkt direkt ablesen kann.

Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessung

* In Anhang 2 ist eine Tabelle zur Bestimmung des Taupunktes dargestellt, nebst Erläuterung und Beispiel.



