

## Richtlinie BFS-RL 02-102

“Korrosionsschutz von tragenden Stahlbauteilen durch Beschichtungssysteme in atmosphärischen Umgebungsbedingungen“

### **BFS-RL 02-102**

**“Korrosionsschutz von tragenden Stahlbauteilen durch Beschichtungssysteme in atmosphärischen Umgebungsbedingungen“**

**Empfehlungen des  
Arbeitsausschusses Fertigung**

## Copyright-Klausel mit Haftungsausschluss

### © Copyright - Klausel

Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Trotzdem können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Die Autoren, der Verlag und der Hersteller können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen keine Haftung übernehmen. Rechtsansprüche aus der Benutzung der vermittelten Daten sind daher ausgeschlossen. Für alle Hinweise und Verbesserungsvorschläge sind Herausgeber und Verlag stets dankbar. Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung von elektronischen Medien.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, besonders die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Bildentnahme, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Weg und der Nachspeicherung und Auswertung von Datenverarbeitungsunterlagen, bleiben auch bei Verwendung von Teilen des Werkes, dem Verlag vorbehalten. Rechtsansprüche aus der Benutzung der vermittelten Daten sind ausgeschlossen. Bei gewerblichen Zwecken dienender Vervielfältigung ist an den Verlag gemäß § 54 UrhG eine Vergütung zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

Herausgeber:

bauforumstahl e.V., Düsseldorf

# Richtlinie Korrosionsschutz von tragenden Stahlbauteilen durch Beschichtungssysteme in atmosphärischen Umgebungsbedingungen

Die Richtlinie wurde vom Arbeitsausschuss Fertigung erstellt.

## Inhaltsverzeichnis

	Vorwort / Einleitung	Seite 4
1	Beschichtungssysteme - Entscheidungskriterien für Auswahl und Festlegung	Seite 4
2	Planung und Konstruktion	Seite 6
2.1	Korrosionsschutzgerechte Gestaltung	Seite 6
2.2	Korrosionsschutz von Verbindungsmitteln	Seite 7
2.3	Beschichtung von Kontaktflächen vorgespannter Scher-Lochleibungs- verbindungen (SLV; SLVP)	Seite 7
2.4	Verbundkonstruktionen - Berührungsflächen Stahl/Beton	Seite 8
3	Kontrollflächen und Kontrollproben	Seite 8
4	Gesundheitsschutz, Arbeitssicherheit und Umweltschutz	Seite 9
5	Oberflächenvorbereitung	Seite 9
5.1	Anwendungsbereich	Seite 9
5.2	Ausgangszustand von Oberflächen	Seite 10
5.3	Vorbereitungsgrade von Schweißnähten, Kanten und anderen Oberflächen mit Oberflächenunregelmäßigkeiten bzw. Oberflächenfehlern	Seite 10
5.4	Verfahren der Oberflächenvorbereitung, Oberflächenvorbereitungs- Grade, Rauheit	Seite 11
5.5	Vorbereitung der Oberflächen von thermisch gespritzten Überzügen	Seite 12
5.6	Vorbereitung beschichteter Oberflächen	Seite 12
6	Schichtdicken von Beschichtungssystemen	Seite 12
7	Ausbesserung von Beschädigungen	Seite 16
8	Fertigungsbeschichtungsstoffe	Seite 17
9	Pulverbeschichtung	Seite 17
10	Duplex-Systeme	Seite 18
10.1	Regelwerke zum Feuerverzinken (Stückverzinken)	Seite 18
10.2	Allgemeine Anforderungen vor der Beschichtung	Seite 18
10.3	Nassbeschichtung (Flüssigbeschichtung) auf feuerverzinktem Stahl	Seite 18
10.3.1	Oberflächenvorbereitung des Zinküberzugs vor dem Nassbeschichten	Seite 19
10.4	Pulverbeschichtung auf feuerverzinktem Stahl	Seite 19
10.4.1.	Oberflächenvorbereitung vor dem Pulverbeschichten	Seite 19
11	Anlagen	Seite 20
12	Normen und Richtlinien	Seite 24

## Vorwort / Einleitung

Diese Richtlinie thematisiert den Korrosionsschutz von tragenden Stahlbauteilen mit Materialdicken  $\geq 3$  mm in atmosphärischen Umgebungsbedingungen durch Beschichtungssysteme.

Stahl hat gegenüber anderen Baustoffen und Bauweisen viele Vorteile. Ungeschützter Stahl, der einer Korrosionsbeanspruchung ausgesetzt ist, bedarf eines geeigneten Schutzsystems, um Korrosionsbelastungen standzuhalten und Schäden zu vermeiden. Es gibt verschiedene Möglichkeiten und Systeme, um Stahlbauten vor Korrosion zu schützen.

Diese überarbeitete Richtlinie konkretisiert die Normenreihe DIN EN ISO 12944 (2018 bis 2020) unter besonderer Berücksichtigung der stahlbauspezifischen Anforderungen aus DIN EN 1090, Teil 2: 2018 an Beschichtungssysteme. Sie soll die Anwendung dieser Normen erleichtern, aber nicht ersetzen.

Die vorliegende Richtlinie liefert Informationen zum Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme und Duplex-Systeme. Beschichtungssysteme können sowohl als Flüssigbeschichtung (Nassbeschichtung) als auch als Pulverbeschichtung auf Stahlbauteile appliziert werden. Ein Duplex-System bezeichnet eine Feuerverzinkung (Stückverzinkung) mit einer zusätzlichen Pulver- oder Flüssigbeschichtung.

Für die Ausführung der Bauleistung gilt die VOB, Teil C mit ATV DIN 18364, wenn diese vertraglich vereinbart ist. Ansonsten gilt das im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) geregelte Werkvertragsrecht.

Die VOB, Teil C umfasst die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen. Die ATV DIN 18364 gilt für den Korrosionsschutz von Bauteilen aus Stahl und von Stahlbaukonstruktionen, die einer statischen Berechnung oder Zulassung bedürfen. In diesem Regelwerk werden das Aufstellen der Leistungsbeschreibung, der Geltungsbereich, die Stoffe und Bauteile, die Ausführung, die Nebenleistungen und die besonderen Leistungen sowie die Abrechnung geregelt.

Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten) gelten für den Bau und die Erhaltung von Ingenieurbauwerken nach DIN 1076: 1999. Aufgrund des Umfangs und der Komplexität der ZTV-ING 4-3 und TL/TP-KOR Stahlbauten wird auf diese Regelwerke (in dieser Richtlinie) nicht weiter eingegangen. Wasserbauwerke, wie z.B. Schleusen, Hebewerke, Wehre und Düker sind in den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen - Wasserbau (ZTV-W) geregelt.

Die genannten Normen und Richtlinien finden sich im Kapitel 12.

### 1 | Beschichtungssysteme - Entscheidungskriterien für Auswahl und Festlegung

Angaben und Definitionen zu den verschiedenen Korrosivitätskategorien sind aus Tabelle 1 der DIN EN ISO 12944, Teil 2 zu ersehen.

Die Korrosivitätskategorien und die Schutzdauern bilden die Grundlage für die Auswahl und Festlegung von Beschichtungssystemen. Diese werden in den unterschiedlichen Teilen der DIN EN ISO 12944 definiert. In Tabelle 1 dieser Richtlinie ist der Zusammenhang in Kurzform dargestellt. In DIN EN ISO 12944, Teil 1, Abschnitt 5.5 werden die verschiedenen Schutzdauern für den Korrosionsschutz festgelegt.

**Tabelle 1 - Schutzdauer und Zeitspanne**

Schutzdauer	Zeitspanne
Niedrig (L)	bis zu 7 Jahre
Mittel (M)	7 Jahre bis 15 Jahre
Hoch (H)	15 Jahre bis 25 Jahre
Sehr Hoch (VH)	über 25 Jahre

Um die zuvor genannten Schutzdauern bei verschiedenen Korrosivitätskategorien zu erreichen, gibt es eine Vielzahl von Beschichtungssystemen. Beispiele von Beschichtungssystemen sind in den Anhängen C, D, E der DIN EN ISO 12944, Teil 5 für verschiedene Untergründe (gestrahlter Stahl, feuerverzinkte Oberfläche, metallgespritzte Oberfläche) aufgelistet.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass weitere Beschichtungssysteme zur Anwendung kommen dürfen, falls deren Leistungsfähigkeit durch eine Kombination aus Laborprüfungen nach DIN EN ISO 12944, Teil 6 durch unabhängige Prüfinstitute und durch Praxiserfahrungen nachgewiesen wurde.

Die Schutzdauer ist u. a. von der Schichtdicke, den korrosiven Belastungen, den Oberflächen der zu schützenden Konstruktionselemente sowie den Vorgaben des Beschichtungsherstellers abhängig. Wenn keine entsprechenden Angaben vorliegen, gibt DIN EN ISO 12944, Teil 5, Anhang B Mindestanforderungen vor.

DIN EN ISO 12944 gibt der Werkstattbeschichtung immer den Vorrang vor der Baustellenbeschichtung, da die Bedingungen während des Beschichtungsvorgangs in der Werkstatt im Vergleich zur Baustelle deutlich besser einzuhalten sind. Die genauen Randbedingungen für entsprechende Instandhaltungsmaßnahmen sind zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber zu vereinbaren, wobei die Bewertung nach DIN EN ISO 4628, Teile 1-6 erfolgt.

Die technische und wirtschaftliche Entscheidung für eines der möglichen Beschichtungssysteme hängt von einer Reihe von Faktoren ab:

- Niedriger Anteil leichtflüchtiger organischer Verbindungen (VOC- Gehalt)
- Wenige Einzelschichten zur Erreichung eines Beschichtungssystems
- Verwendung von Beschichtungen/Beschichtungssystemen mit Eignungsnachweis für SLV-/SLVP- Verbindungen (Einsparung aufwändiger Abklebearbeiten, Sicherung des Korrosionsschutzes an den Kontaktflächen),
- Schnelle Trocknung/Aushärtung,
- Ausreichende Verarbeitungszeit (Topfzeit),
- Mechanische Eigenschaften der Beschichtung und des Beschichtungssystems bei Transport und Montage,
- Langes Überarbeitbarkeitsintervall für nachfolgende Beschichtungen/Ausbesserungen auf der Baustelle,
- Verbrauch des Beschichtungsstoffs pro Quadratmeter Beschichtungsfläche.

Stahlbauten in der Korrosivitätskategorie C1 benötigen gemäß DIN EN ISO 12944, Teil 5 in der Regel keinen Korrosionsschutz. Sollte aus ästhetischen Gründen eine Beschichtung gewählt werden, so kann ein System gemäß Korrosivitätskategorie C2 angewendet werden. Für den Transport und die Lagerung auf der Baustelle müssen geeignete Korrosionsschutzmaßnahmen getroffen werden, die zumindest den atmosphärischen Belastungen standhält.

Die Ausführung von Beschichtungsarbeiten darf nur von Unternehmen mit qualifiziertem Personal ausgeführt werden. „Entsprechendes gilt für die Eigenüberwachung des ausführenden Unternehmens. Einschlägige Regelungen sind DIN EN 1090-2 zu entnehmen.

## 2 | Planung und Konstruktion

### 2.1 | Korrosionsschutzgerechte Gestaltung

Die Form von Stahlbauten und deren korrosionsschutzgerechte Gestaltung haben entscheidende Auswirkungen auf die Durchführung und Wirksamkeit der Korrosionsschutzmaßnahmen.

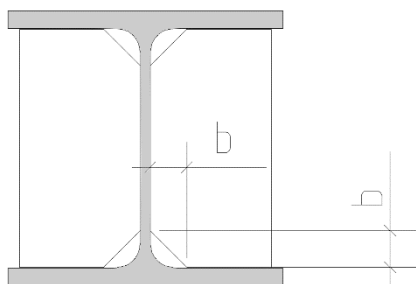
Bereits bei der Planung und Konstruktion von Stahlbauten sind Zugänglichkeit und Erreichbarkeit für die Ausführung, Prüfung und Instandsetzung der Korrosionsschutzsysteme zu berücksichtigen.

Im Besonderen ist bei der Konstruktion darauf zu achten, dass keine Bereiche bzw. Flächen entstehen, an denen sich Wasser und Schmutz ansammeln können. Eingeschlossene Flächen sind mit einer Mindestneigung von 2% bzw. mit Wasserablaufbohrungen zu versehen. Abgeschlossene Bereiche („Taschenbildung“) sollten durch Abdeckbleche verschlossen als Hohlraum ausgebildet werden oder die begrenzenden Bauteile mit Freischnitten versehen werden.

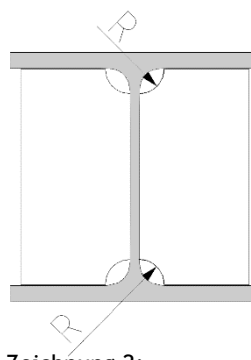
Grundlegende Hinweise werden in der DIN EN ISO 12944, Teil 3 gegeben. Ergänzende Hinweise von Freischnitten und Ablaufbohrungen sind in der Tabelle 2 zu finden.

**Tabelle 2 - Empfohlene Größe von Freischnitten und Ablaufbohrungen**

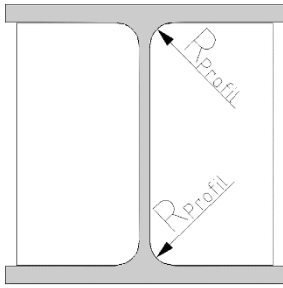
Bauteildicke t [mm]	Freischnitt Ecke (45°) b [mm]	Freischnitt ¼ Kreis R=Radius [mm]	Ablaufbohrung d=Ø [mm]
t ≤ 10	b = 30	R = 20	d = 15 - 20
t >10 ≤ 20	b = 50	R = 30	-----
t >20	b = 60	R = 40	-----



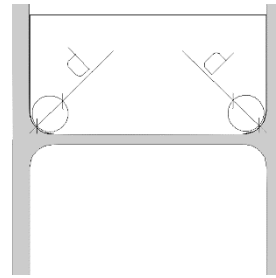
Zeichnung 1:  
Rippe mit Freischnitt - eckig



Zeichnung 2:  
Rippe mit Freischnitt - rund



Zeichnung 3:  
Rippen mit Ausrundungen



Zeichnung 4:  
Rippen mit Bohrungen

Eine direkte und ungeschützte Verbindung zwischen zwei unterschiedlichen Metallen kann bei Anwesenheit von Feuchtigkeit (Wasser und Sauerstoff) zu Korrosion führen (Bimetallkorrosion/Kontaktkorrosion). Entscheidende Einflussgrößen sind neben dem Potentialunterschied beider Metalle („edel/unedel“) die Befeuchtungsdauer und das Flächenverhältnis. In Meeresnähe, im Industrieklima und Schwimmbadklima ist verstärkt mit Bimetallkorrosion zu rechnen. Üblicherweise korrodiert das unedlere Metall. Zur Vermeidung der Bimetallkorrosion sind alle konstruktiven Maßnahmen zur Vermeidung von Feuchtigkeitsbelastung, wie gute Belüftung, Vermeidung von Spalten (<2mm), ungehinderter Wasserablauf bzw. die Trennung der beiden Metalle durch Kunststoff oder einer Beschichtung des edleren Metalls geeignet.

## 2.2 | Korrosionsschutz von Verbindungsmitteln

Der Korrosionsschutz von Verbindungsmitteln muss dem der Stahlkonstruktion gleichwertig sein. In feuerverzinkten Stahlkonstruktionen müssen feuerverzinkte Verbindungsmittel (Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 10684) angewendet werden.

Es ist vorteilhaft, feuerverzinkte Verbindungsmittel auch in beschichteten Stahlkonstruktionen zu verwenden. Für ungeschützte Verbindungsmittel ist deren notwendige Oberflächenvorbereitung im Zusammenhang mit den erforderlichen Beschichtungen sehr aufwendig. Galvanisch verzinkte Verbindungsmittel sind nur in Innenräumen (Korrosivitätskategorie C1 gemäß DIN EN ISO 12944, Teil 2) zulässig.

## 2.3 | Beschichtung von Kontaktflächen vorgespannter Scher-/Lochleibungsverbindungen

Bei beschichteten Kontaktflächen kann es bei vorgespannten geschraubten Verbindungen in Abhängigkeit von der Art des Beschichtungstoffes und der Schichtdicke des Beschichtungssystems zu Vorspannkraftverlusten infolge Kriechen der Beschichtung kommen. Die Standsicherheit des Bauteilanschlusses oder gar des Bauwerks kann dadurch erheblich beeinträchtigt werden. Bereits bei der Planung und Konstruktion sind für diese Verbindungen festzulegen:

- zulässige Höchstwerte für die Schichtdicke und/oder,
- geeignete Beschichtungsstoffe/-systeme.

Diese sind DIN EN 1090, Teil 2, Anhang I sowie DIN EN ISO 12944, Teil 3, Abschnitt 5.6.2 in Verbindung mit DIN EN ISO 12944, Teil 5, Abschnitt 7.5 zu entnehmen.

Die Oberflächenvorbereitung der Flächen von gleitfesten vorgespannten Verbindungen muss DIN EN 1090, Teil 2, Abschnitt 8.4 entsprechen. Geeignete Beschichtungsstoffe sind DIN EN 1090, Teil 2, Tab 17 zu entnehmen. Für nicht aufgeführte Oberflächenbeschichtungen sind die Haftreibungszahlen nach DIN EN 1090, Teil 2, Anhang G zu bestimmen.

Vor dem Aufbringen einer Beschichtung wird das Strahlen auf ein Oberflächenvorbereitungsgrad von Sa 2½ empfohlen. Für die Haftung der Beschichtung ist ein mittlerer Rauheitsgrad mit kantigem Strahlmittel = Mittel (G) nach DIN EN ISO 8503, Teil 1 am besten geeignet. Die angegebenen Grenzen der Beschichtungstoffhersteller in den Datenblättern sind zu beachten.

## 2.4 | Verbundkonstruktionen - Berührungsflächen Stahl/Beton

Entstehende Spalte im Übergang von Stahl zu Beton sind aufgrund dessen, dass Beton beim Abbinden schwindet, unvermeidbar. Die vollflächig mit Beton ummantelten Teile einer Stahlkonstruktion sind durch den Verbund mit dem Beton ausreichend vor Korrosion geschützt. In diesen Bereichen bedarf es keines weiteren Korrosionsschutzes. Anders verhält es sich dagegen im Spaltbereich zwischen Stahloberfläche und angrenzender Betonoberfläche. Hier dringt Feuchtigkeit in die Spalte ein und führt zur Bildung von Belüftungselementen mit unterschiedlichen Sauerstoffkonzentrationen. Erhöhte Korrosionsbelastung ist die Folge (Spaltkorrosion). Diese Bereiche sind dauerhaft vor Korrosion zu schützen. Aus diesem Grund ist der Spaltbereich mit einer quellfesten und verseifungsbeständigen Beschichtung (z.B. auf Basis von Epoxidharz oder Polyurethan) mindestens 50 mm in die Berührungsfläche hinein zu beschichten.

Für Verbundkonstruktionen in Innenräumen (Korrosivitätskategorie C1) ist eine quellfeste, verseifungsbeständige Grundbeschichtung mit einer Sollschichtdicke (trocken) von maximal 100 µm erforderlich. In der Regel ist diese auch für den Zeitraum einer Freibewitterung während der Bauphase (max. 1,5 Jahre bei Korrosionsbelastung ≤ C3) ausreichend. Bei freibewitterten Verbundkonstruktionen sind die Spalten zusätzlich zur Grundbeschichtung mit einer geeigneten High-Solid-Zwischen- oder Deckbeschichtung von mindestens 160 µm Trockenschichtdicke zu beschichten. Untertiegen Verbundkonstruktionen während der Nutzung einer Korrosionsbelastung ≥ C4, sind die Spalten zusätzlich zur Beschichtung mit geeigneten dauerelastischen Dichtstoffen (z.B. auf PUR-Basis mit nachgewiesener Überstreichbarkeit mit Beschichtungsstoffen) zu schließen.

Stahl mit einer ausreichenden Betonüberdeckung ist grundsätzlich vor Korrosion geschützt.

## 3 | Kontrollflächen und Kontrollproben

Kontrollflächen sind repräsentative und genau definierte Flächen eines Bauwerks. Kontrollproben sind repräsentativ beschichtete Stahlproben, z.B. Bleche/Platten zur Bestimmung eines verbindlichen Mindeststandards für die Arbeiten und Leistungsfähigkeit des spezifizierten Beschichtungssystems. Kontrollproben müssen einer Stelle am Bauwerk zuzuordnen sein und am Bauwerk verbleiben.

Kontrollflächen bzw. Kontrollproben sind nur in begründeten Fällen vom Auftraggeber in der Leistungsvereinbarung/Ausschreibung zu beschreiben, beispielsweise für Bauwerke/Ingenieurbauten, bei denen Instandsetzungsmaßnahmen mit hohen Begleitkosten oder bedeutenden Betriebsbehinderungen verbunden sind. Die Kontrollflächen/Kontrollproben sind vertraglich auszuschließen oder festzulegen.



Werden Kontrollflächen bzw. Kontrollproben vereinbart, müssen diese in Anwesenheit aller Vertragsparteien angelegt werden. Größe und Anzahl der Kontrollflächen/Kontrollproben richten sich nach der DIN EN ISO 12944, Teil 8 bzw. im geregelten Bereich der BAST nach ZTV-ING, Teil 4, Abschnitt 3. Dabei müssen Größe und Anzahl der Kontrollflächen/Kontrollproben, sowohl in technischer als auch wirtschaftlicher Sicht, in einem angemessenen Verhältnis zur Art des gesamten Bauwerks stehen und an repräsentativen Flächen/Bauteilabschnitten angelegt werden.

Aus Kontrollflächen bzw. Kontrollproben entstehen zusätzliche Kosten. Näheres hierzu regeln die VOB Teil C, DIN 18364:2016, Teil 2 „Korrosionsschutzarbeiten an Stahlbauten“, Abschnitt 4, Nebenleistungen, Besondere Leistungen und die VdL-Richtlinie 17 „Kontrollflächen“.

Kontrollflächen/Kontrollproben sind Referenzflächen und werden nicht zu Gewährleistungszwecken herangezogen, falls nicht vertraglich festgelegt.

## 4 | Gesundheitsschutz, Arbeitssicherheit und Umweltschutz

Nach DIN EN ISO 12944, Teil 1 ist besonders zu beachten:

Es ist die Pflicht von Auftraggebern, Ausschreibenden, Auftragnehmern, Beschichtungstoffherstellern, Aufsichtspersonal und allen anderen Personen, die an einem Projekt beteiligt sind, die in ihrer Verantwortung liegenden Arbeiten so auszuführen, dass weder die eigene Gesundheit und Sicherheit noch die anderer gefährdet wird.

Punkte, die besondere Beachtung erfordern, sind zum Beispiel:

- keine toxischen oder krebserregenden Stoffe festlegen oder verwenden,
- Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC),
- Maßnahmen gegen schädliche Einwirkungen von Rauch, Staub, Dämpfen und Lärm sowie gegen Brandgefahren,
- Körperschutz, einschließlich Augen-, Haut-, Gehör- und Atemschutz,
- Schutz von Gewässern und Erdreich während der Korrosionsschutzarbeiten,
- Wiederverwertung von Stoffen und Abfallentsorgung.

## 5 | Oberflächenvorbereitung

Eine dem jeweiligen Anwendungsfall angepasste, richtig durchgeführte Oberflächenvorbereitung ist die Grundvoraussetzung für ein langlebiges Korrosionsschutzsystem. Für den Erstschutz von Stahl mit Beschichtungssystemen ist der Mindest-Vorbereitungsgrad Sa° 2½ festgelegt, sofern nichts anderes vereinbart wurde.

Daher sollte der Zeitpunkt der Oberflächenvorbereitung so gewählt werden, dass unmittelbar vor der Beschichtung ein Vorbereitungsgrad von Sa° 2½ sichergestellt ist.

### 5.1 | Anwendungsbereich

Die Oberflächenvorbereitung für den Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme wird u. a. in der DIN EN ISO 12944, Teil 4 in Verbindung mit der Normenreihe DIN EN ISO 8501 und DIN EN ISO 8503, DIN EN ISO 8504, ZTV-ING, Teil 4, Abschnitt 3 und DIN EN 1090, Teil 2, Abschnitt 10 und Anhang F beschrieben.

In der Praxis wird unterschieden zwischen:

- mechanischer Oberflächenvorbereitung, d. h. abrasive Reinigung der Oberflächen und
- nasschemische Oberflächenvorbehandlung, d. h. Aufbringen von schichtbildenden Konversionsschichten.

## 5.2 | Ausgangszustand von Oberflächen

Haftungsmindernde, korrosionsfördernde Verunreinigungen von Stahloberflächen werden unterschieden in:

- Arteigene Verunreinigungen, wie z. B. Zunder, Walzhaut, Korrosionsprodukte mit Verunreinigungen wie Salze und
- Artfremde Verunreinigungen, wie z. B. Öle, Fette, Wachse, Seifen, Staub, Asche, Reste von Schweißarbeiten, Salze, Säuren, Laugen.

Bei der Stahlbaufertigung (Sägen, Bohren, Signieren, Schweißen) sind öl- und fetthaltige Hilfsstoffe, soweit wie technisch möglich, zu vermeiden. Silikonhaltige Hilfsstoffe dürfen nicht eingesetzt werden.

DIN EN ISO 12944, Teil 4, Anhang C gibt Hinweise für fachgerechte Verfahren zur Entfernung von arteigenen und artfremden Verunreinigungen und Beschichtungen.

## 5.3 | Vorbereitungsgrade von Schweißnähten, Kanten und anderen Oberflächen mit Oberflächenunregelmäßigkeiten bzw. Oberflächenfehlern

Vor Durchführung einer mechanischen Oberflächenvorbereitung oder chemischen Oberflächenvorbehandlung müssen sichtbare Oberflächenunregelmäßigkeiten bzw. Oberflächenfehler von Stahlbauteilen beseitigt werden.

In Leistungsbeschreibungen und Ausführungsunterlagen sind die Oberflächenvorbereitungsgrade P1 bis P3 gemäß DIN EN ISO 8501, Teil 3 zu spezifizieren. In dieser Norm werden die verschiedenen Arten von Unregelmäßigkeiten in die Bereiche Schweißnähte, Kanten, Allgemeine Oberflächen eingeteilt, detailliert beschrieben und grafisch dargestellt. In Abhängigkeit des Vorbereitungsgrades werden die Anforderungen an den Zustand der Oberflächen nach Durchführung der Vorbereitungsmaßnahme definiert.

*Anmerkung:*

*Einige Oberflächenunregelmäßigkeiten können erst nach der Oberflächenvorbereitung erkannt werden.*

Die Beseitigung der Unregelmäßigkeiten erfolgt durch den Hersteller des Stahltragwerks, da dieser das Know-how und die erforderlichen Werkzeuge bzw. Geräte besitzt.

In der DIN EN 1090, Teil 2 und der DIN EN ISO 12944 werden Anforderungen an die Oberflächen bzw. deren Oberflächenvorbereitungsgrade gemäß DIN EN ISO 8501, Teil 3 gestellt.

In Abhängigkeit der Korrosivitätskategorie und der zu erwartenden Schutzdauer für das Beschichtungssystem gemäß DIN EN ISO 12944 muss die Oberfläche von Stahlbauteilen/-konstruktionen den Vorbereitungsgraden P1, P2, oder P3 gemäß DIN EN ISO 8501, Teil 3 entsprechen. Die Anforderungen von Vorbereitungsgrad P1 nach P3 sind ansteigend. Wird keine Korrosivitätskategorie oder erwartete Schutzdauer definiert, gilt der Vorbereitungsgrad P1.

Fasst man die Anforderungen der Normen DIN EN 1090, Teil 2 und DIN EN ISO 12944, Teil 3 zusammen, muss der Vorbereitungsgrad mindestens der DIN EN ISO 8501, Teil 3 gemäß der nachfolgenden Tabelle entsprechen.

**Tabelle 3 - Oberflächenvorbereitungsgrad gemäß DIN EN ISO 8501, Teil 3 in Abhängigkeit von Korrosivitätskategorie und Schutzdauer nach DIN EN ISO 12944.**

Schutzdauer DIN EN ISO 12944	Korrosivitätskategorie DIN EN ISO 12944	Vorbereitungsgrad DIN EN ISO 8501-3
< 7 Jahre	C1 - C4	P1
	C5	P2
7 Jahre bis 15 Jahre	C1 - C3	P1
	C4, C5 + CX	P2
> 15 Jahre	C1	P1
	C2 bis C3	P2
	C4, C5 + CX	P3

Vorbereitungsgrad P3 gemäß DIN EN ISO 8501, Teil 3 ist eine sehr gründliche Vorbereitung, bei der die Oberfläche frei von bedeutenden sichtbaren Unregelmäßigkeiten ist. Abhängig von der speziellen Anwendung ist die Bedeutung sichtbarer Unregelmäßigkeiten vorzugsweise zwischen den beteiligten Partnern abzustimmen.

Abweichend zum Vorbereitungsgrad P3 sind in der ZTV-ING für geriffelte profilierte Schweißnähte der Vorbereitungsgrad P2 und für Kanten das dreifache Brechen anstelle 2mm Runden definiert.

Es können unterschiedliche Vorbereitungsgrade für verschiedene Teile eines Tragwerks oder spezielle Details festgelegt werden.

#### 5.4 | Verfahren der Oberflächenvorbereitung, Oberflächenvorbereitungsgrade, Rauheit

Die Norm DIN EN ISO 12944 unterscheidet zwischen Reinigung mit chemischen Mitteln und den im Stahlbau üblichen mechanischen Verfahren, mit dem Schwerpunkt Strahlverfahren.

Für Erstschutz (Neubauten) gelten, sofern in den Ausschreibungsunterlagen nicht ausdrücklich andere Forderungen erhoben werden, folgende Mindest-Vorbereitungsgrade.

**Tabelle 4 - Norm-Vorbereitungsgrad**

Substrat	Mindestens Norm-Vorbereitungsgrad (falls nicht anderweitig festgelegt)	Erste Schicht des Schutzsystems
Unlegierter Stahl Rostgrade A, B oder C nach DIN EN ISO 8501-1	Sa 2½ nach DIN EN ISO 8501-1 Mittel (G) nach DIN EN ISO 8503-1	Zn (R) Grundbeschichtungsstoff
	Sa 2½ nach DIN EN ISO 8501-1 weitere Informationen sollten in den technischen Datenblättern aufgeführt sein	div. Grundbeschichtungsstoffe

Die Norm-Vorbereitungsgrade lassen sich visuell nach den Normen DIN EN ISO 8501, Teil 1 und DIN EN ISO 8501, Teil 2 anhand der darin enthaltenen repräsentativen, fotografischen Beispiele sowie den Beschreibungen beurteilen.

In den Anhängen A und B der DIN EN ISO 12944, Teil 4 werden die Norm-Vorbereitungsgrade für die sogenannte primäre (ganzflächige) und sekundäre (partielle) Oberflächenvorbereitung beschrieben.

Zur Prüfung der vorbereiteten Oberflächen auf visuell nicht feststellbare Verunreinigungen sollten die Prüfmethoden der DIN/TR 55684 herangezogen werden.

Die Rauheit vorbereiteter Oberflächen beeinflusst die Haftfestigkeit von Beschichtungen. Für die Haftung von Beschichtungssystemen sind die mittleren Rauheitsgrade mit kantigem Strahlmittel = Mittel(G) am besten geeignet.

DIN EN ISO 8503, Teil 1 legt die Anforderungen an Rauheitsvergleichsmuster fest, welche zum Sicht- und Tastvergleich von Stahloberflächen, die mit runden oder kantigen Strahlmitteln gestrahlt wurden, herangezogen werden.

**Tabelle 5 - Nennwerte der Rauheitsgrade für Grit (G) und Shot-Strahlung gemäß DIN EN ISO 8503**

Segment	Nennwert R <sub>ys</sub> -Grit	Nennwert R <sub>ys</sub> -Shot	Rauheitsgrad
1	25 µm	25 µm	fein
2	60 µm	40 µm	
3	100 µm	70 µm	mittel
4	150 µm	100 µm	grob

Besondere Beachtung bzw. Nacharbeit bedürfen thermisch (plasma-, laser- oder autogen-) geschnittene und damit aufgehärtete Oberflächen, welche nach dem Strahlen ebenso die festgelegte Rauheit aufweisen müssen. Die zulässige Härte freier Schnittflächen vor der Oberflächenvorbereitung ist in der DIN EN 1090, Teil 2 geregelt.

### 5.5 | Vorbereitung der Oberflächen von thermisch gespritzten Überzügen

Bei nach DIN EN ISO 2063 thermisch gespritzten Überzügen erfolgt keine Oberflächenvorbereitung. Sollen thermisch gespritzte Überzüge mit organischen Beschichtungsstoffen beschichtet werden, muss dies unmittelbar nach Abkühlen der Spritzverzinkung durchgeführt werden, um eine Oxidation der Oberfläche bzw. deren Kondensation zu vermeiden. In der Praxis hat sich die Beschichtung mit Versiegelung (Sealer) direkt nach der Spritzverzinkung bewährt. Diese muss kompatibel mit nachfolgenden Beschichtungen sein und besteht in der Regel aus einem stark verdünnten Grund- oder Zwischenbeschichtungsstoff des vorgesehenen Beschichtungssystems.

### 5.6 | Vorbereitung beschichteter Oberflächen

Sollen Beschichtungen überlackiert werden, müssen evtl. vorhandene Roststellen beseitigt werden (beispielsweise PSt3, PMA gemäß DIN EN ISO 12944, Teil 4). Lose, schadhafte Beschichtungsteile sowie Verunreinigungen müssen entfernt werden. Das Anlegen von Probeflächen, um das geeignete Vorbereitungsverfahren festzulegen und die Kompatibilität der vorliegenden Beschichtung mit den nachfolgenden Beschichtungsstoffen zu prüfen, wird empfohlen.

## 6 | Schichtdicken von Beschichtungssystemen

Neben der Art der Beschichtungsstoffe sind die Anzahl von Schichten, die Schichtdicken der Einzelschichten sowie des gesamten Beschichtungssystems für die Schutzdauer in gegebenen atmosphärischen Umgebungsbedingungen von entscheidender Bedeutung.

Nachfolgend werden die wichtigsten Begriffe zur Schichtdicke/Schichtdickendefinitionen zusammengefasst.

**Tabelle 6 - Schichtdickendefinitionen**

Schichtdicke	Erläuterung
Trockenschichtdicke (DFT = dry film thickness)	<p>Dicke der vollständig gehärteten Beschichtung auf der Oberfläche. In der DIN EN ISO 12944-5 werden folgende Festlegungen zur Annahme getroffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Mittelwert aus allen Messungen muss mindestens gleich der vereinbarten Sollschichtdicke sein</li> <li>- Alle Einzelwerte der Trockenschichtdicke müssen mindestens 80 % der Sollschichtdicke betragen</li> <li>- Maximal 20 % der Messwerte dürfen zwischen der Sollschichtdicke und 80 % der Sollschichtdicke liegen</li> </ul> <p>Das bedeutet, dass bei einer Sollschichtdicke von 100 µm und 100 Messungen kein Messwert unter 80 µm liegen darf, der Mittelwert aus allen Messungen mindestens 100 µm sein muss und dass maximal 20 Messungen zwischen 80 und 100 µm liegen dürfen.</p>
Sollschichtdicke (NDFT = nominal dry film thickness)	Spezifizierte Trockenschichtdicke für einzelne Schichten und/oder des gesamten Beschichtungssystems
Mindestschichtdicke	Diese Trockenschichtdicke muss an jeder Stelle des Bauteils mindestens erreicht werden.
Höchstschichtdicke	<p>Höchste zulässige Trockenschichtdicke, oberhalb der die Eigenschaften einer Beschichtung oder eines Beschichtungssystems beeinträchtigt sein können. <i>Die Höchstschichtdicke soll das Dreifache (DIN EN ISO 12944-5) bzw. Zweifache im Allgemeinen, Dreifache für Kanten, Schweißnähte, Kehlen und vergleichbar (DIN EN 1090-2, ZTV-ING) der Sollschichtdicke nicht überschreiten, sofern in den Datenblättern der Beschichtungstoffhersteller oder in anderen Regelwerken/Spezifikationen keine geringere Höchstschichtdicken genannt werden.</i></p> <p>Nach Rücksprache mit dem Hersteller können gesonderte Vereinbarungen (z. B. Pulverbeschichten) festgelegt werden.</p>

Gemäß der DIN EN ISO 12944-7 ist zwischen den Vertragspartnern u. a. folgendes zu vereinbaren:

- das anzuwendende Verfahren
- das zu verwendende Messgerät
- Details zur Kalibrierung des Messgerätes und zur Berücksichtigung des Beitrags der Oberflächenrauheit zum Prüfergebnis
- Art und Anzahl der Messungen

### Bestimmung der Trockenschichtdicken:

Die Trockenschichtdicken werden in der Regel zerstörungsfrei mittels magnetinduktivem Verfahren (Stahloberflächen) bzw. auf Nichteisenmetallen wie z.B. Edelstahl, Aluminium, Zink mit dem Wirbelstromverfahren ermittelt. Die Kalibrierung der Messgeräte wird in beiden Fällen mittels Eichnormalen auf planem, glattem Untergrund vorgenommen.

Zur Ermittlung der Trockenschichtdicken existieren nachfolgend aufgeführte Normen:

- DIN EN ISO 2808 „Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Schichtdicke“
- ISO 19840 „Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Messung der Trockenschichtdicken auf rauen Substraten und Kriterien für deren Annahme“

Der Unterschied beider Normen liegt in der Bestimmung der Schichtdicke auf rauen Untergründen. DIN EN ISO 2808 verweist darauf, dass bei Schichtdicken  $\geq 25 \mu\text{m}$  die Rauigkeit des Untergrundes keinen merklichen Einfluss auf die Schichtdicke hat und der angezeigte Messwert der tatsächlichen Schichtdicke entspricht.

Die ISO 19840 geht dagegen grundsätzlich von einem Rauigkeitseinfluss aus, unabhängig von den tatsächlich vorhandenen Schichtdicken. Daher werden in der ISO 19840 Korrekturwerte für raue Oberflächen beschrieben. Ist das Oberflächenprofil nach DIN EN ISO 8503, Teil 1 bekannt, sind folgende Korrekturwerte anzuwenden:

**Tabelle 7 - Korrekturwerte für raue Oberflächen**

Oberflächenprofil DIN EN ISO 8503, Teil 1	Korrekturwert [ $\mu\text{m}$ ]
Fein	10
Mittel	25
Grob	40

Bei unbekanntem Oberflächenprofil ist grundsätzlich ein Korrekturwert von  $25 \mu\text{m}$  zu verwenden.

In der DIN EN ISO 12944, Teil 5:2020, Anhang B, ist beispielsweise als Mindestanforderung für Zinkstaubbeschichtungen die Rauigkeit Mittel (G) ausgewiesen.

Die nach der ISO 19840 ermittelte Schichtdicke errechnet sich in diesem Fall aus dem angezeigten Gerätemesswert minus  $25 \mu\text{m}$ . In der Praxis ist dies gleichbedeutend mit einer Erhöhung der Auftragsmenge des Beschichtungsstoffes, um nach der Korrektur die vorgegebene Sollschichtdicke sicher zu erreichen.

Eine unterschiedliche Anwendung der beiden Normen zur Bestimmung der Schichtdicke zwischen den Vertragspartnern kann unter Umständen dazu führen, dass die Annahmekriterien der DIN EN ISO 12944, Teil 5 nicht erfüllt werden und somit eine Abnahme durch den Auftraggeber abgelehnt wird.

Wird beispielsweise ein 1K-System mit einer Sollschichtdicke von  $100 \mu\text{m}$  für eine Korrosivitätskategorie C2, Schutzdauer mittel ausgeschrieben und der angezeigte Messwert weist einen Wert von  $100 \mu\text{m}$  auf, ist die Anforderung an die Sollschichtdicke gemäß DIN EN ISO 2808 erfüllt. Kommt allerdings die Norm ISO 19840 zur Anwendung, muss vom angezeigten Wert  $100 \mu\text{m}$  der entsprechende Korrekturfaktor abgezogen werden, bei unbekannter Rauigkeit oder Rauigkeit mittel (G) nach ISO 8503, Teil 1 beispielsweise  $25 \mu\text{m}$ . Die daraus resultierende Schichtdicke beträgt nunmehr  $75 \mu\text{m}$  ( $100 \mu\text{m} - 25 \mu\text{m}$ ) und liegt somit unterhalb des erlaubten Grenzwertes von 80 % der Sollschichtdicke (=  $80 \mu\text{m}$ ).

Aufgrund dieses Sachverhalts ist es dringend notwendig, schon im Vorfeld eines Auftrages die Norm zur Bestimmung der Schichtdicke zu kennen oder, falls dies nicht durch einschlägige Regelwerke oder Spezifikationen vorgegeben ist, vertraglich zu vereinbaren.

**Tabelle 8 - Bestimmung der Schichtdicke nach Regelwerken**

Regelwerk	Bestimmung Schichtdicke nach	Schichtdickenzuschlag
DIN EN ISO 12944	ISO 19840 (Falls nicht anders vereinbart)	Ja
DIN EN 1090-2	ISO 19840	Ja
ZTV-ING Teil 4, Abschnitt 3	DIN EN ISO 2808	Nein
VOB Teil C, (DIN 18364)	DIN EN ISO 2808	Nein

Wird beispielsweise aufgrund fehlender Festlegungen oder im Bereich der DIN EN ISO 12944, Teil 5 eine Vereinbarung bezüglich der Bestimmung der Schichtdicke zwischen den Vertragsparteien getroffen, sollte das Verfahren nach der seit Jahren in der Praxis bewährten DIN EN ISO 2808 ausgewählt werden.

Andernfalls muss die mit den Messgeräten ermittelte Trockenschichtdicke mindestens um den Korrekturfaktor erhöht werden, was einen direkten Einfluss auf den Verbrauch an Beschichtungsstoffen und ggf. darauf aufbauender Kostenkalkulationen hat.

Es empfiehlt sich, die Einhaltung der geforderten Schichtdicken schon während der Beschichtungsarbeiten durch Messung der Nassschichtdicken (beispielsweise mit Nassschichtdickenkamm, Rollrad) zu überprüfen, um ggf. aufwändige Nacharbeiten durch Minderschichtdicken zu vermeiden.

Die in Normen, Regelwerken oder Spezifikationen festgelegten Sollschichtdicken müssen eingehalten werden.

Zu geringe Schichtdicken können zu einem vorzeitigen Verlust der Schutzwirkung des Korrosionsschutzsystems führen.

Zu hohe Schichtdicken können zu einer deutlich verlangsamten Aushärtung des Beschichtungssystems und damit verbunden zu Haftungs-, Beständigkeitsproblemen, aber auch zu Spannungsrissen oder Abblätterungen führen.

Auch aus wirtschaftlichen und umwelttechnischen Gründen sollten Überschichtdicken vermieden werden.

### **Auswahl von Beschichtungssystemen und deren Schichtdicken**

In der DIN EN ISO 12944, Teil 5 sind im normativen Anhang B Mindestanforderungen an die Anzahl der Schichten (MNOC = minimum number of coats) und die Sollschichtdicken (NDFT) in Abhängigkeit der Korrosivitätskategorien C2 bis C5 bzw. Im1 bis Im3 und Schutzdauern sowie Art der Beschichtung verbindlich festgelegt. Diese Mindestanforderungen werden für die Untergründe von gestrahltem, niedrig legiertem Stahl, feuerverzinktem Stahl nach DIN EN ISO 1461 und thermisch gespritzten Überzügen nach DIN EN ISO 2063 beschrieben.

Der Anhang B dient als Grundlage für die ausschreibenden Stellen.

In den Tabellen 12 und 13 bzw. im informativen Anhang C der DIN EN ISO 12944, Teil 5 werden zusätzlich praxisbewährte Beispiele von Beschichtungssystemen für den Erstschutz bzw. für die Vollerneuerung für die oben genannten Untergründe aufgeführt.

Die Beschichtungssysteme für die Korrosivitätskategorien CX werden im Teil 9 der DIN EN ISO 12944 beschrieben.



## 7 | Ausbesserung von Beschädigungen

Selbst bei sach- und fachgerechter Kommissionierung, Verpackung, Transport und Montage können kleinflächige, mechanische Beschädigungen an Beschichtungssystemen werksbeschichteter Stahlbauteile auftreten.

Eventuelle Ausbesserungsmaßnahmen müssen bei der Planung, Ausschreibung und Ausführung des Stahlbaus berücksichtigt werden.

Die Ausbesserungsmaßnahmen müssen so erfolgen, dass die ausgebesserten Bereiche einen dem vorhandenen Beschichtungssystem gleichwertigen Korrosionsschutz aufweisen.

Zusätzlich zu den Beschädigungen der Beschichtung müssen konstruktiv bedingte Schweißnähte bzw. Verschraubungsbereiche/Verbindungen sowie die Übergänge zu den beschichteten Stahlbauteilen auf der Baustelle vor Korrosion geschützt werden. Dies geschieht durch Auswahl geeigneter Oberflächenvorbereitungsmaßnahmen und ggf. speziellen Beschichtungssystemen.

Je nach ausgewähltem Beschichtungssystem muss mindestens der Norm-Vorbereitungsgrad P<sub>Ma</sub> oder P<sub>St3</sub> nach DIN EN ISO 12944, Teil 4 hergestellt werden. Korrosionsprodukte sowie artfremde Verunreinigungen wie Schmutz, Öl, Fette und Salze müssen vor der Reparatur vollständig entfernt werden.

Das Applikationsverfahren (im Werk meist mit Airless-/Airmixspritzverfahren und auf der Baustelle meistens mit Pinsel/Rolle) hat einen entscheidenden Einfluss auf das optische Ergebnis der Reparaturmaßnahme.

Werden optisch möglichst einheitliche Flächen gefordert, müssen immer zusammenhängende Flächen mit Stoffen aus einer Charge des Beschichtungsstoffherstellers mit den gleichen Applikationsverfahren wie bei der Werksbeschichtung und bei gleichbleibenden Applikationsparametern beschichtet werden.

Werden eisenglimmer- und aluminiumpigmentierte Korrosionsschutzbeschichtungstoffe gewünscht, ist bei Ausbesserungsmaßnahmen mit Farbunterschieden zu rechnen.

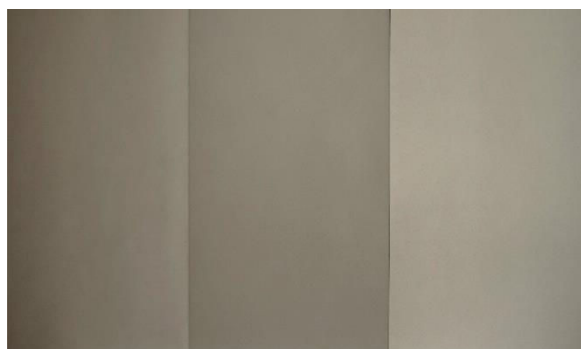


Bild 1: RAL 9007, Graualuminium Einfluss  
Spritzverfahren auf den Farbton



Bild 2: RAL 9007, Graualuminium Einfluss  
Streichen / Rollen auf den Farbton

Unifarbene RAL-Farbtöne können auf der Baustelle sehr gut ausgebessert werden. Daher sollte man sich überlegen, ob anstelle einer Effektbeschichtung nicht auch ein ähnlicher, unifarbener Farbton für das Stahlbauprojekt eingesetzt werden kann.

Bei ästhetisch hohen Anforderungen an ein Bauwerk ist es zweckmäßig, die komplette Deckbeschichtung auf der Baustelle auszuführen.



## 8 | Fertigungsbeschichtungsstoffe

Falls Bleche und Profile mit Fertigungsbeschichtungsstoff (Shop-primer) verwendet werden, ist auf die Verträglichkeit mit dem nachfolgend auszuführenden Beschichtungssystem zu achten.

Die Verwendung von Blechen und Profilen mit Fertigungsbeschichtung, sofern nicht ausdrücklich in der Spezifikation festgelegt, sollte mit dem Vertragspartner abgestimmt werden.

## 9 | Pulverbeschichtung

Tragende Stahlbauteile können durch eine Pulverbeschichtung vor Korrosion geschützt werden. Im Bauwesen regelt DIN 55633 "Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Pulver-Beschichtungssysteme - Bewertung der Pulver-Beschichtungssysteme und Ausführung der Beschichtung" den Korrosionsschutz von Stahlbauten mit einer Materialdicke  $\geq 3\text{mm}$ . Die Norm DIN 55633 ergänzt die Normenreihe der DIN EN ISO 12944 und befindet sich in der Überarbeitung.

Die Schutzdauern werden in der Norm DIN 55633: 2009-04 unter Abschnitt 5.4 wie folgt angegeben:

**Tabelle 9 Schutzdauer und Zeitspanne**

Schutzdauer	Zeitspanne
Niedrig (L) - Low	2 bis 5 Jahre
Mittel (M) - Medium	5 bis 15 Jahre
Hoch (H) - High	über 15 Jahre

Die Korrosivitätskategorie C5 wird in C5-I (Industrie) und C5-M (Meer) unterschieden.

Eine Oberflächenvorbereitung von Oberflächen aus unlegiertem/niedrig legiertem Stahl hat durch Strahlen (Oberflächenvorbereitungsgrad mindestens Sa 2½) zu erfolgen. Alternative, in gleicher Weise geeignete Vorbereitungs- und Vorbehandlungsverfahren sind zulässig.

Pulverbeschichtungsstoffe können nur im Werk appliziert werden. Nach der Beschichtung erfolgt die Aushärtung in einem Einbrennofen bei Temperaturen von ca. 150°C bis ca. 220°C. Die Verarbeitung der Beschichtungsstoffe sowie eine evtl. produktspezifische Vorbereitung der Oberflächen sind nach den Vorgaben des Beschichtungsstoffherstellers durchzuführen. Zwischen den Vertragspartnern sollten im Vorfeld Regelungen über die Ausbesserung von evtl. Transport- oder Montagebeschädigungen getroffen werden.

In Tabelle 16 bzw. im Anhang A der DIN 55633:2009, Tabelle A.1 sind praxisbewährte Pulverbeschichtungssysteme auf unlegiertem Stahl oder niedriglegiertem Stahl aufgeführt.

## 10 | Duplex-Systeme

Ein Duplex-System bezeichnet eine Feuerverzinkung (Stückverzinkung) nach DIN EN ISO 1461 mit einer zusätzlichen Pulver- oder Flüssigbeschichtung. Zusätzliches Beschichten verbessert den sehr langlebigen Korrosionsschutz der Feuerverzinkung. Zudem können verzinkte Stahlkonstruktionen durch eine zusätzliche Beschichtung farblich gestaltet werden. Die Schutzdauer eines Duplex-Systems ist erheblich länger als die Summe der Einzelschutzdauer der Feuerverzinkung und der Beschichtung.

### 10.1 | Regelwerke zum Feuerverzinken (Stückverzinken)

Die Feuerverzinkung ist nach DIN EN ISO 1461 auszuführen. DIN EN ISO 14713, Teil 1 bietet allgemeine Hilfestellung in der Planungsphase. Für tragende feuerverzinkte Metall- und Stahlbauteile im bauaufsichtlich geregelten Bereich ist die DASt-Richtlinie 022 "Feuerverzinken von tragenden Stahlbauteilen" zusätzlich anzuwenden.

Nach ZTV-ING und nach EN 1090-2 Kapitel 10.5 werden für das Feuerverzinken und die Duplex-Systeme keine Anforderungen an "P-Vorbereitungsgrade" nach EN ISO 8501-3 gestellt. Stattdessen müssen vom Fertigungsbetrieb (Metall- und Stahlbauer) die Anforderungen nach DIN EN ISO 14713, Teil 2 (z.B. Vorbereitung der Konstruktion und der Stahloberfläche) erfüllt werden.

Soll ein feuerverzinktes Bauteil zusätzlich beschichtet werden, ist das Feuerverzinkungsunternehmen vor dem Verzinken des Bauteils hierüber zu informieren. Es ist „tZnk“ - „keine Nachbehandlung“ (z. B. Aufbringen von Produkten zum Zwecke der Glanzerhaltung) nach DIN EN ISO 1461 zu vereinbaren. Bei gesonderten z. B. erhöhten optischen Anforderungen an das Bauteil kann es mitunter erforderlich sein, die stückverzinkten Bauteile vor der nachfolgenden Beschichtung zusätzlich durch sogenanntes „Feinverputzen“ (z. B. Schleifen der Oberfläche) nachzuarbeiten. Diese zusätzlichen Arbeiten sind nicht über Regelwerke abgedeckt und müssen im Bedarfsfall bei Auftragsvergabe zwischen den Parteien vereinbart werden.

### 10.2 | Allgemeine Anforderungen vor der Beschichtung

Das ausführende Beschichtungsunternehmen hat sich vor der Applikation vom Zustand des Zinküberzuges und von seiner Eignung als Beschichtungsuntergrund zu überzeugen. Eine Oberflächenvorbereitung des Zinküberzuges ist in der Regel erforderlich, um die Haftfestigkeit einer Beschichtung auf der Feuerverzinkung zu gewährleisten. Die Ausführung der fachgerechten Oberflächenvorbereitung liegt im Verantwortungsbereich des Beschichtungsunternehmens.

### 10.3 | Flüssigbeschichtung (Nassbeschichtung) auf feuerverzinkten Stahl

Die Norm DIN EN ISO 12944, Teil 5 beschreibt unter anderem Flüssigbeschichtungen auf feuerverzinktem Stahl. Die hier angegebenen Schutzdauern beziehen sich ausschließlich auf die Beschichtungssysteme und berücksichtigen nicht den zusätzlichen Schutz der Feuerverzinkung. Im Falle eines beschädigten Beschichtungssystems sorgt die verbleibende Zinkschicht für den weiteren Schutz des Stahls (s. DIN EN ISO 14713, Teil 1). Der Begriff der "Schutzdauer" bezieht sich bei Duplex-Systemen auf die Haftfestigkeit des Beschichtungssystems auf der feuerverzinkten Oberfläche.

Für Duplex-Systeme bestehen spezielle Anforderungen an die Oberflächenvorbereitung der Zinküberzüge und an die Flüssigbeschichtungsstoffe. Die Eignung von Beschichtungsstoffen für feuerverzinkten Stahl muss im produkttechnischen Datenblatt des Herstellers ausdrücklich bestätigt werden. Für Duplex-Systeme geeignete ein- und zweikomponentige Flüssigbeschichtungen sind in der Tabelle 15 bzw. in der DIN EN ISO 12944, Teil 5, Tabelle B3 und D1 aufgeführt.

### 10.3.1 | Oberflächenvorbereitung des Zinküberzuges vor dem Flüssigbeschichten

Feuerverzinkter Stahl ist durch Sweep-Strahlen vorzubereiten (siehe DIN EN ISO 12944-5), falls nicht anderweitig (z.B. im produkttechnischen Datenblatt des Beschichtungstoffherstellers oder vom Auftraggeber) festgelegt. Werden feuerverzinkte Stahlbauteile werksseitig sehr zeitnah nach dem Aufbringen des Zinküberzuges beschichtet, reicht oftmals eine fachgerechte Reinigung der feuerverzinkten Oberfläche. Es sind dabei die besonderen Hinweise der Beschichtungstoffhersteller zu beachten.

Bewährte Sweepparameter lauten:

Strahlmittel: nichtmetallische Schlacken, Korund, Chromgussgranulate, Glasbruch, Glasperlen  
Teilchengröße Strahlmittel: 0,25 bis 0,50 mm

Strahlendruck an der Düse: 2,5 bis 3,0 bar

Strahlwinkel: < 30° zur Oberfläche (Bauteilgeometrie beachten)

Nach dem Sweep-Strahlen muss die Oberfläche einheitlich matt aussehen (s. DIN EN ISO 12944, Teil 4). Die Oberflächenvorbereitung sollte möglichst unmittelbar vor der Beschichtung durchgeführt werden. Die unbewitterten Zinkoberflächen müssen vor dem Beschichten, falls erforderlich, von haftungsmindernden Substanzen wie beispielsweise Fett, Öl, Staub und Salze gereinigt werden.

## 10.4 | Pulverbeschichtung auf feuerverzinktem Stahl

Im Bauwesen regelt DIN 55633 den Korrosionsschutz von Stahlbauten mit einer Materialdicke  $\geq 3$  mm durch Pulverbeschichtungssysteme auf feuerverzinktem Stahl. Auch hier bezieht sich die Schutzdauer ausschließlich auf das Beschichtungssystem und berücksichtigt nicht den zusätzlichen Schutz der Feuerverzinkung.

Die Eignung der Pulverbeschichtungsstoffe für feuerverzinkten Stahl muss im produkttechnischen Datenblatt des Herstellers ausdrücklich bestätigt werden. In Tabelle 17 bzw. im Anhang A der DIN 55633:2009, Tabelle A.2 sind praxisbewährte Pulverbeschichtungssysteme auf feuerverzinktem Stahl aufgeführt.

Die Verarbeitung der Beschichtungsstoffe sowie eine evtl. produktspezifische Vorbereitung der Oberflächen sind nach den Vorgaben des Beschichtungstoffherstellers durchzuführen.

### 10.4.1 | Oberflächenvorbereitung vor dem Pulverbeschichten

Die Vorbereitung der verzinkten Oberflächen für das Pulverbeschichten gemäß DIN 55633 erfolgt durch Sweep-Strahlen und/oder durch nasschemische Oberflächenvorbereitungsverfahren (Konversionsschichten). Andere Verfahren mit gleicher Eignung sind möglich.

**Tabelle 10 - Bindemittel**

Kurzbezeichnung	Bindemittel
ESI	Ethylsilikat-Beschichtungsstoffe
EP	Epoxidharz-Beschichtungen
PUR	Polyurethan-Beschichtungen
AY	Acrylharz-Beschichtungsstoffe
EP/SP	Epoxid/Polyesterharz
Zn (R)	Zinkstaubreiche Grundbeschichtungsstoffe
AK	Alkydharz-Beschichtungsstoffe
SP	Polyesterharz

**Tabelle 11- Umgebungsbedingungen DIN EN ISO 12944 Teil 2**

Umgebungsbedingungen		Korrosivitätskategorie / Korrosionsbelastung
Außen Bereich	Innen Bereich	
Atmosphäre mit geringer Verunreinigung und trockenem Klima  Meistens ländliche Gebiete	Ungeheizte Gebäude, wo Kondensation auftreten kann, z. B. Lagerhallen, Sporthallen	<b>C2</b>  <b>gering</b>
Stadt- und Industriatmosphäre, mäßige Verunreinigungen durch Schwefeldioxid  Küstenatmosphäre mit geringer Salzbelastung	Produktionsräume mit hoher Luftfeuchte und etwas Luftverunreinigung, z. B. Anlagen zur Lebensmittelherstellung, Wäschereien, Brauereien, Molkereien	<b>C3</b>  <b>mäßig</b>
Industriatmosphäre und Küstenatmosphäre mit mäßiger Salzbelastung	Chemieanlagen, Schwimmbäder, küstennahe Werften und Bootshäfen	<b>C4</b>  <b>stark</b>
Industriebereiche mit hoher Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre und Küstenatmosphäre mit hoher Salzbelastung und Auftausalzen	Gebäude oder Bereiche mit nahezu ständiger Kondensation und mit starker Verunreinigung	<b>C5</b>  <b>sehr stark</b>

**Tabelle 12 - Flüssigbeschichtungssysteme auf unlegiertem Stahl mit Zinkstaubgrundbeschichtung**

Schutzdauer		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
diverse Grundbeschichtungsstoffe		Zn (R)			
Bindemittelbasis des Grundbeschichtungsstoffes		ESI, EP, PUR			
Bindemittelbasis der nachfolgenden Schichten		EP, PUR, AY			
C2	Anzahl <sup>a</sup>			1	2
	µm <sup>b</sup>			60	160
C3	Anzahl <sup>a</sup>		1	2	2
	µm <sup>b</sup>		60	160	200
C4	Anzahl <sup>a</sup>	1	2	2	3
	µm <sup>b</sup>	60	160	200	260
C5	Anzahl <sup>a</sup>	2	2	3	3
	µm <sup>b</sup>	160	200	260	320
a) Mindestanzahl der Schichten (MNOC)					
b) Mindestsollschichtdicke (NDFT)					

Minimale Anzahl der Schichten (Anzahl<sup>a</sup>, MNOC) und Sollsichtdicken (µm<sup>b</sup>, NDFT) für Beschichtungssysteme mit zinkstaubreichen Grundbeschichtungsstoffen (Zn (R)) auf unlegierten oder niedriglegierten Stahl für verschiedene Korrosivitätskategorien und Schutzdauern in Anlehnung an DIN EN ISO 12944-5.

**Tabelle 13 - Flüssigbeschichtungssysteme auf unlegiertem Stahl mit diversen Grundbeschichtungsstoffen**

Schutzdauer		Niedrig		Mittel		Hoch		Sehr hoch	
Art des Grundbeschichtungsstoffes		div.							
Bindemittelbasis des Grundbeschichtungsstoffes		EP, PUR, ESI	AK, AY	EP, PUR, ESI	AK, AY	EP, PUR, ESI	AK, AY	EP, PUR, ESI	AK, AY
Bindemittelbasis der nachfolgenden Schichten		EP, PUR, AY		EP, PUR, AY		EP, PUR, AY		EP, PUR, AY	
C2	Anzahl <sup>a</sup>				1	1	1	2	2
	µm <sup>b</sup>				100	120	160	180	200
C3	Anzahl <sup>a</sup>		1	1	1	2	2	2	2
	µm <sup>b</sup>		100	120	160	180	200	240	260
C4	Anzahl <sup>a</sup>	1	1	2	2	2	2	2	–
	µm <sup>b</sup>	120	160	180	200	240	260	300	–
C5	Anzahl <sup>a</sup>	2	–	2	–	2	–	3	–
	µm <sup>b</sup>	180	–	240	–	300	–	360	–
a) Mindestanzahl der Schichten (MNOC)									
b) Mindestsollschichtdicke (NDFT)									

Minimale Anzahl der Schichten (Anzahl<sup>a</sup>, MNOC) und Sollsichtdicken (µm<sup>b</sup>, NDFT) für Beschichtungssysteme mit anderen Grundbeschichtungsstoffen (div.) auf unlegierten oder niedriglegierten Stahl für verschiedene Korrosivitätskategorien und Schutzdauern in Anlehnung an DIN EN ISO 12944-5.

**Tabelle 14 - Flüssigbeschichtungssysteme auf thermisch gespritztem Metallüberzug**

Schutzdauer		Hoch	Sehr hoch
Bindemittelbasis der nachfolgenden Schichten		EP, PUR	EP, PUR
C3	Anzahl <sup>a</sup>	1	2
	µm <sup>b</sup>	120	160
C4	Anzahl <sup>a</sup>	2	2
	µm <sup>b</sup>	160	200
C5	Anzahl <sup>a</sup>	2	2
	µm <sup>b</sup>	200	240
a) Mindestanzahl der Schichten (MNOC) b) Mindestsollschichtdicke (NDFT)			

Minimale Anzahl der Schichten (Anzahl<sup>a</sup>, MNOC) und Sollsichtdicken (µm<sup>b</sup>, NDFT) für Beschichtungssysteme auf thermisch gespritzten Metallüberzügen für verschiedene Korrosivitätskategorien und Schutzdauern in Anlehnung an DIN EN ISO 12944, Teil 5.

**Tabelle 15 - Flüssigbeschichtungssysteme auf feuerverzinktem Stahl**

Schutzdauer		Niedrig		Mittel		Hoch		Sehr hoch	
Bindemittelbasis des Grundbeschichtungstoffes		EP, PUR	AY	EP, PUR	AY	EP, PUR	AY	EP, PUR	AY
Bindemittelbasis der nachfolgenden Schichten		EP, PUR, AY		EP, PUR, AY		EP, PUR, AY		EP, PUR, AY	
C2	Anzahl <sup>a</sup>					1	1	1	2
	µm <sup>b</sup>					80	80	120	160
C3	Anzahl <sup>a</sup>			1	1	1	2	2	2
	µm <sup>b</sup>			80	80	120	160	160	200
C4	Anzahl <sup>a</sup>	1	1	1	2	2	2	2	–
	µm <sup>b</sup>	80	80	120	160	160	200	200	–
C5	Anzahl <sup>a</sup>	1	2	2	2	2	–	2	–
	µm <sup>b</sup>	120	160	160	200	200	–	240	–
a) Mindestanzahl der Schichten (MNOC) b) Mindestsollschichtdicke (NDFT)									

Minimale Anzahl der Schichten (Anzahl<sup>a</sup>, MNOC) und Sollsichtdicken (µm<sup>b</sup>, NDFT) für Beschichtungssysteme auf feuerverzinktem Stahl für verschiedene Korrosivitätskategorien und Schutzdauern in Anlehnung an DIN EN ISO 12944, Teil 5.

**Tabelle 16 - Pulverbeschichtungssysteme auf unlegiertem Stahl**

Schutzdauer		Niedrig	Mittel	Hoch
Bindemittelbasis des Grundbeschichtungsstoffes		EP		
Bindemittelbasis der Deckbeschichtung(en)		EP/SP, SP, PUR		
C2	Anzahl <sup>a</sup>	1	1	—
	µm <sup>b</sup>	80	80	
C3	Anzahl <sup>a</sup>	1 <sup>c</sup>	2	2
	µm <sup>b</sup>	80	120	120
C4	Anzahl <sup>a</sup>	2	2	2
	µm <sup>b</sup>	120	160	160
C5-I* + C5-M**	Anzahl <sup>a</sup>	2	2-3	—
	µm <sup>b</sup>	160	180	
a) Anzahl der Schichten b) Sollsichtdicke (NDFT) c) Nur EP Oberflächenvorbereitung: Strahlen Sa 2½				

Beispiele für die Anzahl der Schichten (Anzahl<sup>a</sup>) und Sollsichtdicken (µm<sup>b</sup>, NDFT) für Pulverbeschichtung auf unlegiertem oder niedriglegiertem Stahl für verschiedene Korrosivitätskategorien und Schutzdauer in Anlehnung an DIN 55633.

\* C5-I (Industrie)      \*\*C5-M (Meer)

**Tabelle 17 - Pulverbeschichtungssysteme auf feuerverzinktem Stahl**

Schutzdauer		Niedrig	Mittel	Hoch
Bindemittelbasis des Grundbeschichtungsstoffes		EP		
Bindemittelbasis der Deckbeschichtung		EP/SP, SP, PUR		
C2	Anzahl <sup>a</sup>	1	1	1
	µm <sup>b</sup>	80	80	80
C3	Anzahl <sup>a</sup>	1	1	2
	µm <sup>b</sup>	80	80	120
C4	Anzahl <sup>a</sup>	2	2	2
	µm <sup>b</sup>	120	120	160
C5-I* + C5-M**	Anzahl <sup>a</sup>	2	—	—
	µm <sup>b</sup>	160		
a) Anzahl der Schichten b) Sollsichtdicke (NDFT) Oberflächenvorbereitung: Sweep-Strahlen oder nasschemische Vorbehandlungsverfahren				

Beispiele für die Anzahl der Schichten (Anzahl<sup>a</sup>) und Sollsichtdicken (µm<sup>b</sup>, NDFT) für Pulverbeschichtung auf feuerverzinktem Stahl für verschiedene Korrosivitätskategorien und Schutzdauer in Anlehnung an DIN 55633.

\* C5-I (Industrie)      \*\*C5-M (Meer)

## 12 | Normen und Richtlinien

DIN SPEC 55684:2020

Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen - Prüfung von Oberflächen auf visuell nicht feststellbare Verunreinigungen vor dem Beschichten

DIN 1076:1999-11

Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen - Überwachung und Prüfung

DIN 18364:2019-09

VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Korrosionsschutzarbeiten an Stahlbauten

DIN 55633:2009-04

Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Pulver-Beschichtungssysteme - Bewertung der Pulver-Beschichtungssysteme und Ausführung der Beschichtung

DIN EN 1090-2:2018-09

Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken - Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken

DIN EN ISO 1461:2009-10

Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrauchte Zinküberzüge (Stückverzinken) - Anforderungen und Prüfungen

DIN EN ISO 2063-1:2019-07

Thermisches Spritzen - Zink, Aluminium und ihre Legierungen - Teil 1: Bauteilgestaltung und Qualitätsanforderungen für Korrosionsschutzsysteme

DIN EN ISO 2063-2:2018-02

Thermisches Spritzen - Zink, Aluminium und ihre Legierungen - Teil 2: Ausführung von Korrosionsschutzsystemen

DIN EN ISO 2808:2019-12

Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Schichtdicke

DIN EN ISO 4628-1:2016-07

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 4628-2:2016-07

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 4628-3:2016-07

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 4628-4:2016-07

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 4628-5:2016-07

Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden - Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen - Teil 5: Bewertung des Abblätterungsgrades

DIN EN ISO 4628-6:2011-12

Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden - Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen - Teil 6: Bewertung des Kreidungsgrades nach dem Klebebandverfahren

DIN EN ISO 8501-1:2007-12

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

DIN EN ISO 8501-2:2002-03

Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen - Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit - Teil 2: Oberflächenvorbereitungsgrade von beschichteten Oberflächen nach örtlichem Entfernen der vorhandenen Beschichtungen

DIN EN ISO 8501-3:2007-10

Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen - Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit - Teil 3: Vorbereitungsgrade von Schweißnähten, Kanten und anderen Flächen mit Oberflächenunregelmäßigkeiten

DIN EN ISO 8503-1:2013-05

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

DIN EN ISO 8503-2:2012-06

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

DIN EN ISO 8503-3:2012-06

Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen - Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen - Teil 3: Verfahren zur Kalibrierung von ISO-Rauheitsvergleichsmustern und zur Bestimmung der Rauheit - Mikroskopverfahren

DIN EN ISO 8503-4:2012-06

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

DIN EN ISO 8503-5:2017-07

Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen - Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen - Teil 5: Abdruckverfahren zum Bestimmen der Rauheit

DIN EN ISO 8504-1:2020-03

Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen - Verfahren für die Oberflächenvorbereitung - Teil 1: Allgemeine Grundsätze

DIN EN ISO 8504-2:2020-03

Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen - Verfahren für die Oberflächenvorbereitung - Teil 2: Strahlen

DIN EN ISO 8504-3:2019-04

Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen - Verfahren für die Oberflächenvorbereitung - Teil 3: Reinigen mit Handwerkzeugen und mit maschinell angetriebenen Werkzeugen

DIN EN ISO 10684:2011-09

Verbindungselemente - Feuerverzinkung

DIN EN ISO 12944-1:2019-01

Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 1: Allgemeine Einleitung

DIN EN ISO 12944-2:2018-04

Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen

DIN EN ISO 12944-3:2018-04

Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung

DIN EN ISO 12944-4:2018-04

Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung

DIN EN ISO 12944-5:2020-03

Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 5: Beschichtungssysteme

DIN EN ISO 12944-6:2018-06

Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 6: Laborprüfungen zur Bewertung von Beschichtungssystemen

DIN EN ISO 12944-7:2018-04

Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten

DIN EN ISO 12944-8:2018-04

Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 8: Erarbeiten von Spezifikationen für Erstschutz und Instandsetzung

DIN EN ISO 12944-9:2018-06

Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 9: Beschichtungssysteme und Leistungsprüfverfahren im Labor für Bauwerke im Offshore-Bereich

DIN EN ISO 14713-1:2017-08

Zinküberzüge - Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion - Teil 1: Allgemeine Konstruktionsgrundsätze und Korrosionsbeständigkeit

DIN EN ISO 14713-2:2020-05

Zinküberzüge - Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion - Teil 2: Feuerverzinken

ISO 19840:2012-09

Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Messung der Trockenschichtdicke auf rauen Substraten und Kriterien für deren Annahme

DAST-Richtlinie 022: 2016-06 Feuerverzinken von tragenden Stahlbauteilen