

- Feuerverzinkte Schraubverbindungen
- Duplex-Systeme – mehr als die Summe ihrer Teile
- Neue DAST-Richtlinie 022
- Feuerverzinkter Stahl wird recycelt

Editorial

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

im Gegensatz zum Schweißen ermöglichen Schraubverbindungen eine Vor-Ort-Montage von Stahlkonstruktionen ohne den Korrosionsschutz zu zerstören.

Alles Wissenswerte zu diesem Thema und was es konkret in der Praxis zu beachten gilt, erfahren Sie auf den nächsten Seiten.

Zudem informieren wir Sie zu Duplex-Systemen, die eine Feuerverzinkung mit einer Beschichtung kombinieren.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre

Holger Glinde

Montagefreundlich:

Feuerverzinkte Schraubverbindungen

Schraubverbindungen stellen für viele Stahl- und Metallbaukonstruktionen eine montagefreundliche und intelligente Lösung dar. Bei der Auswahl der Verbindungsmittel werden aus korrosionsschutztechnischer Sicht nicht selten grobe Fehler gemacht. Zudem gibt es auch aus konstruktiver Sicht einiges zu beachten.

An Stahlkonstruktionen im Außenbereich sieht man immer wieder galvanisch verzinkte oder sogar „schwarze“ Verbindungsmittel. Diese bieten nur einen unzureichenden beziehungsweise gar keinen Schutz vor Korrosion. Eine vorzeitige Korrosion der Verbindungsmittel ist programmiert. Als Folge davon wird die gesamte Konstruktion durch ablaufendes Rostwasser verunziert oder gar ihre Standfestigkeit gefährdet. Verbindungsmittel für feuerverzinkte Konstruktionen im Außenbereich sollten deshalb entweder aus feuerverzinktem Stahl oder aus Edelstahl sein, wobei feuerverzinkte Verbindungsmittel die wirtschaftlichste Lösung darstellen und Kosten sparen.

Als Faustregel gilt: Zu feuerverzinkten Bauteilen gehören auch feuerverzinkte Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben! Nur so kann für die gesamte Konstruktion ein durchgängig qualitativ hochwertiger Korrosionsschutz sichergestellt werden. An beschichteten Konstruktionen ist der Einsatz feuerverzinkter

Verbindungsmittel ebenfalls empfehlenswert, da gerade der Bereich der Schraubverbindungen ein Ausgangspunkt für Korrosion ist.

Feuerverzinkte Verbindungselemente sind ab M5 erhältlich. Normenmäßig erfasst sind die Gewinde von M8 bis M64 in der DIN EN ISO 10684 „Verbindungselemente - Feuerverzinkung“. Die praxisüblichen Zinküberzugsdicken bei Schrauben und Muttern liegen zwischen 50 und 80 µm.

Schrauben und Muttern für hochfest vorgespannte Verbindungen, sogenannte HV-Verbindungen finden zunehmend auch in feuerverzinkter Ausführung in vielen Bereichen des Stahlbaus Verwendung. Bereits seit 1974 ist der Einsatz feuerverzinkter HV-Verbindungen bis zur Festigkeitsklasse 10.9 zulässig. Hierbei ist verbindlich zu beachten, dass nur komplette Garnituren (Schraube, Mutter und Unterlegscheiben) von ein und demselben Hersteller verwendet werden.



➔ Bei feuerverzinkten, hochfesten Schrauben sind Gewinde und Unterlegscheibe, auf der angezogen wird, grundsätzlich mit Molybdändisulfid (z.B. Molykote) zu schmieren, um die erforderliche Vorspannung zu erreichen, ohne dass es beim Anziehen der Verbindung zu einem Fressen auf dem Zinküberzug kommt. Sinnvoll und empfehlenswert ist dies auch bei Schrauben geringerer Festigkeitsklassen.

Die Verwendung von feuerverzinkten HV-Verbindungen der Festigkeitsklasse 10.9 ist in allen drei Verbindungstypen zulässig. Dies sind:

1. **Scher/Lochleibungsverbindung ohne bzw. mit Passwirkung (SL- bzw. SLP-Verbindung)**
2. **Gleitfest vorgespannte Verbindung ohne bzw. mit Passwirkung (GV- bzw. GVP-Verbindung)**
3. **Schraubverbindungen mit Zugbelastung in Richtung der Schraubenachse infolge äußerer Belastung**

Der Einsatz feuerverzinkter HV-Verbindungen ist in Scher-Lochleibungs-Verbindungen ohne Einschränkungen möglich. Beim Einsatz als gleitfeste Verbindung muss jedoch beachtet werden, dass ein Zinküberzug nicht die gleichen Reibbeiwerte aufweist wie eine unverzinkte Stahloberfläche. Zudem sind auch je nach Art und Struktur des Zinküberzuges erhebliche Unterschiede des Reibbeiwertes möglich. So liegt im ungünstigsten Fall der Reibbeiwert (μ) für einen Zinküberzug mit einer ausgeprägten Reinzinkschicht bei weniger als 0,20;

bei Zinküberzügen mit einer durchgewachsenen Eisen-Zink-Legierungsschicht kann der Reibbeiwert über 0,50 betragen. Diese Unterschiede sind bei der Dimensionierung von gleitfesten Verbindungen zu berücksichtigen, ggf. kann durch Auftragen einer Alkalisilikat-Zinkstaubbeschichtung oder auch durch Sweepen auf den Gleitflächen eine Vereinheitlichung bzw. eine Anhebung des Reibbeiwertes erreicht werden.

Feuerverzinkte Schrauben und Muttern werden bei der Montage hart beansprucht. Bei der Verwendung von Druckluftschraubern kommt es mitunter zu Beschädigungen. Durch die kathodische Schutzwirkung des Zinküberzuges stellen kleine, lokale Beschädigungen im Regelfall keine Gefahr für den Korrosionsschutz dar. Bei sehr erheblichen Beschädigungen sollte jedoch eine Ausbesserung des Korrosionsschutzes in diesem Bereich durch das Auftupfen von Zinkstaubbeschichtungsstoffen erfolgen. Werden Verbindungsmittel zur Erleichterung der Montage geschmiert, sollte man ausgetretene Rückstände des Schmiermittels vor dem Auftragen zusätzlicher Beschichtungen auf jeden Fall wieder entfernen, da sie andernfalls die Haftung der Beschichtung beeinträchtigen können.

Fazit

An feuerverzinkte oder beschichtete Konstruktionen gehören feuerverzinkte Verbindungsmittel. Immer nur komplette Garnituren eines Herstellers verwenden und beim Anziehen der Schrauben Molybdändisulfid einsetzen. Feuerverzinkte HV-Verbindungen sind in allen drei Verbindungstypen zulässig.

Duplex-Systeme – m

Im Stahl- und Metallbau ist das Feuerverzinken aufgrund seiner metallischen Oberfläche und seiner Langlebigkeit der optimale Korrosionsschutz. Soll die Metalloberfläche farbig gestaltet werden oder die Schutzdauer erhöht werden, so bietet sich ein Duplex-System aus einer Feuerverzinkung und einer Beschichtung an.

Der wesentliche Vorteil eines Duplex-Systems ist die enorme Schutzdauer, die deutlich länger als die Summe der jeweiligen Einzelschutzdauer aus Verzinkung und Beschichtung ist. Der Verlängerungsfaktor liegt je nach System zwischen 1,2 und 2,5. Duplex-Systeme werden aus gestalterischen Gründen eingesetzt, zur Signalgebung und Tarnung und da, wo zusätzliche Sicherheit notwendig ist. Duplex-Systeme werden in der Regel unter kontrollierten Bedingungen im Fachbetrieb durchgeführt. Die Beschichtung einer verzinkten Stahlkonstruktion ist jedoch auch, sogar noch nach Jahren vor Ort möglich.

Normen

Korrosionsschutzarbeiten sind in aktuellen Normen festgelegt. Für das Verfahren der Stückverzinkung ist dies die DIN EN ISO 1461 „Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgetragene Zinküberzüge (Stückverzinken)“. Sie regelt alle Anforderungen an das Verfahren des Stückverzinkens und an die so aufgetragenen Zinküberzüge. Die DIN EN ISO 12944, Teil 5 „Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme“ gilt für Flüssigbeschichtungssysteme auf Stahl und auf verzinktem Stahl.

Die neu erschienene DIN 55633 „Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Pulverbeschichtungssysteme“ regelt Pulverbeschichtungssysteme auf Stahl und verzinktem Stahl. Neben den genannten Normen hat die so genannte „Verbände-Richtlinie“ zu Duplex-Systemen eine hohe fachliche Bedeutung in Deutschland. Die Richtlinie beschäftigt sich mit Duplex-Systemen aus Nass- und Pulverbeschichtungen und wurde gemeinsam vom Deutschen Stahlbauverband, dem Verband der Lackindustrie, dem Bundesverband Korrosionsschutz und dem Industrieverband Feuerverzinken herausgegeben.

Wirkungsweise von Duplex-Systemen

Die Wirkungsmechanismen von Duplex-Systemen beruhen auf einem gegenseitigen Schutz beider Partner. Der Zinküberzug wird durch die Beschichtung vor atmosphärischen und chemischen Einflüssen geschützt. Ein Abtrag des metallischen Zinks wird vermieden, der Zinküberzug bleibt lange Zeit in neuwertigem Zustand unter der Beschichtung erhalten. Hierdurch „lebt“ der Zinküberzug länger. Umgekehrt haben Beschädigungen an der Beschichtung keine



ehr als die Summe ihrer Teile

Aufbau, Eigenschaften und Schutzdauer von Duplex-Systemen

Wesentliche Eigenschaften von Beschichtungssystemen, z.B. Diffusionsdichte, UV-Stabilität, Alkalibeständigkeit müssen bei der Planung von Duplex-Systemen berücksichtigt werden. Eine einwandfreie Haftung der Beschichtung auf dem Zinküberzug ist Voraussetzung für einen langfristigen Schutz. Prinzipiell sollten für Duplex-Systeme nur solche Beschichtungen verwendet werden, die sich auf Zink oder Zinküberzügen bewährt haben und auch entsprechende Eignungsprüfungen bestanden haben. Die Zusammen-

nachteiligen Auswirkungen zur Folge, da die hohe Widerstandsfähigkeit und Abriebfestigkeit des darunter liegenden Zinküberzuges auch hohen Belastungen standhält. Typische Unterrostungen entstehen erst gar nicht, der Stahl bleibt auch an Stellen, an denen die Beschichtung schadhaf ist, wirksam geschützt.

setzung der Beschichtungsstoffe hat einen erheblichen Einfluss auf die Haftfestigkeit der Beschichtungen auf der Feuerverzinkung. Organische Substanzen, die mit dem Zinküberzug reagieren und lösliche, instabile, haftungsmindernde Schichten bilden,

dürfen nicht verwendet werden. Geeignete Systeme, die sich in der Praxis bewährt haben und die Anforderungen der DIN EN ISO 12944-5 erfüllen, sind in den Tabellen 5 und 6 der Verbände-Richtlinie „Duplex-Systeme“ zu finden. →

KURZINFO

Duplex-Systeme in der Praxis

Oberflächenvorbereitung für Duplex-Systeme

Eine einwandfreie Oberflächenvorbereitung ist die Grundvoraussetzung für ein funktionierendes Duplex-System. Je nach Alter und Zustand des Zinküberzuges trifft man auf verschiedene Verhältnisse:

Frische Feuerverzinkung (unbewittert):

Bereits unmittelbar nach dem Verzinkungsvorgang überzieht sich der Zinküberzug mit sehr dünnen Schichten aus Oxiden. Sie sind für das Auge praktisch nicht sichtbar, ihre Dicke liegt bei wenigen Nanometern (nm). Kommen keine weiteren, erschwerenden Faktoren hinzu (z.B. Chloridrückstände auf der Oberfläche, kondensierte Feuchtigkeit usw.), ist eine Beschichtung kurz nach dem Verzinkungsvorgang, d.h. am selben Tag, zumeist ohne weitere Vorbereitungsmaßnahmen möglich.

Normalerweise vergeht zwischen dem Feuerverzinken und Beschichten ein längerer Zeitraum: die Stahlteile werden transportiert, zwischengelagert usw. Unter diesen Umständen erfordert auch eine frische Feuerverzinkung eine entsprechende Oberflächenvorbereitung.



Hierbei kommen bevorzugt in Betracht:

- Abbürsten bzw. Abwaschen mit speziellen Reinigungsmitteln (z.B. ammoniakalische Netzmittelwäsche) Die Trocknung beachten!
- (Vorsichtiges) mechanisches Schleifen
- Heißwasser-, Druckwasser-, Dampfstrahlen. Die Trocknung beachten!
- Sweep-Strahlen (Sweepen).

Gealterte Feuerverzinkung (bewittert):

Je nach Dauer der Bewitterung und dem Standort des Objektes können sich außer Oberflächenverschmutzungen auch Korrosionsprodukte des Zinküberzuges von unterschiedlicher Art und Dicke gebildet haben. Bis auf das Sweep-Strahlen sind die vorgenannten Oberflächenvorbereitungen in diesem Fall nur bedingt geeignet, es sei denn, sie werden mit großer Intensität durchgeführt.



Neu - DAST-Richtlinie 022 zum Feuerverzinken für tragende Stahlkonstruktionen

Korrosionsschutzarbeiten durch Feuerverzinken sind national, europäisch als auch international in der Norm DIN EN ISO 1461 geregelt. Zusätzlich zu dieser eingeführten Norm wird in Kürze in Deutschland ein weiteres Regelwerk in Kraft treten, das für die Herstellung tragender, feuerverzinkter Stahlkonstruktionen gemäß Bauregelliste A verbindlich anzuwenden ist.

Bei dem neuen Regelwerk handelt es sich um die DAST-Richtlinie 022 „Feuerverzinken von tragenden Stahlkonstruktionen“, die voraussichtlich ab Januar 2010 verbindlich zur Anwendung kommt. Mit dieser Richtlinie werden übergreifend Aspekte der Planung, der Konstruktion, der Fertigung und der Feuerverzinkung von Stahlkonstruktionen beschrieben, um die Sicherheit bei der Vermeidung

von Rissen infolge flüssigmetallinduzierter Spannungsrisskorrosion auch in den Regelwerken zu verankern. Das neue Regelwerk richtet sich demnach an alle an der Herstellung beteiligten Unternehmen – an Planungsbüros, an Fertigungsbetriebe, wie z. B. Schlossereien, Metallbaubetriebe und große Stahlbauunternehmen und an Feuerverzinkereien. Details zur DAST-Richtlinie 022 werden spätestens ab Herbst 2009 auf www.feuerverzinken.com, der Internetseite des Institutes Feuerverzinken, zu finden sein.



Herausgeber:
Institut Feuerverzinken GmbH
V.i.S.d.P.:
Holger Glinde
Adresse
Graf-Recke-Straße 82
40239 Düsseldorf
Telefon +49 211 690765-0
Telefax +49 211 690765-28
www.feuerverzinken.com
info@feuerverzinken.com

FEUERVERZINKEN-NEWS
 ist eine **Publikation für Anwender. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion.**

Feuerverzinkter Stahl wird recycelt



Feuerverzinkter Stahl kann sehr leicht mit anderem Stahlschrott bei der Elektrostahterzeugung recycelt werden. Das Zink verflüchtigt sich bei diesem Prozess und wird als Filterstaub, so genannter EAF-Staub (Electric Arc Furnace = Elektrostaht-Staub) aufgefangen, der danach in speziellen Anlagen recycelt und der Zinkproduktion zugeführt wird. In 2006 hat die europäische Stahlindustrie (EU27) 1.290.750 Tonnen EAF-Staub produziert, der rund 23 Prozent Zink enthielt. 93 Prozent dieses Zinks, das heißt 276.920 Tonnen wurden recycelt. Mehr Infos zum Thema Nachhaltigkeit unter: www.feuerverzinken.com/Leitfaden-Nachhaltigkeit.620.0.html

In den Tabellen wird lediglich die Schutzdauer der Farbbeschichtung auf dem Zinküberzug dargestellt und nicht etwa die Schutzdauer des Gesamtsystems, die deutlich höher liegt.

Stückverzinkung Oberflächen- bearbeitung	Grundbeschichtung(en)			Deckbeschichtung(en) direkt, Zwischenbeschichtung (2. Deckbeschichtung)			Beschichtungssystem		Erwartete Schutzdauer (siehe ISO 12944-1)													
	R	Sw	Binde- mittel	Anzahl der Schichten	Soltschicht- dicke µm	Binde- mittel	Anzahl der Schichten	Soltschicht- dicke µm	Anzahl der Schichten	GesamtSoltschicht- dicke µm	Korrosivitätskategorie (siehe ISO 12944-1)											
											C2	C3		C4	C5-I		C5-M					
											K	M	L	K	M	L	K	M	L	K	M	L
			PVC	1	40	PVC	1	80	1	80												
			PVC	1	80	PVC	1	80	2	120												
			PVC	1	80	PVC	2	160	2	160												
			PVC	2	80	PVC	3	240	3	240												
			AY	1	40	AY	1	80	1	80												
			AY	1	80	AY	1	80	2	120												
			AY	1	80	AY	2	160	2	160												
			AY	2	80	AY	3	240	3	240												
			EP	1	40	EP	1	80	1	80												
			EP	1	80	EP	1	80	2	120												
			EP-Komb.	1	40	EP	1	80	2	120												
			AY-Hydro	1	40	PUR	1	80	2	120												
			EP	2	40	PUR	2	160	2	160												
			EP	1	80	PUR	1	80	2	160												
			EP-Komb.	1	80	PUR	1	80	2	160												
			AY-Hydro	1	80	PUR	1	80	2	160												
			EP	2	80	PUR	2	160	3	240												
			EP-Komb.	2	80	PUR	2	160	3	240												
			AY-Hydro	2	80	PUR	2	160	3	240												

Beispiele für Duplex-Systeme mit Flüssig-Beschichtungsmitteln (Stückverzinkung + Beschichtung)

Erläuterung: R = Reinigen, Sw = Sweep-Strahlen oder alternative, in gleicher Weise wirksame Vorbereitungsverfahren.

Stückverzinkung Oberflächen- bearbeitung / Vorbehandlung	Grundbeschichtung(en)			Deckbeschichtung(en)			Beschichtungssystem		Erwartete Schutzdauer (siehe ISO 12944-1)													
	SW	Ch	Binde- mittel	Anzahl der Schichten	Soltschicht- dicke µm	Binde- mittel	Anzahl der Schichten	Soltschicht- dicke µm	Anzahl der Schichten	GesamtSoltschicht- dicke µm	Korrosivitätskategorie (siehe ISO 12944-1)											
											C2	C3		C4	C5-I		C5-M					
											K	M	L	K	M	L	K	M	L	K	M	L
				1	80	SP	1	80	1	80												
				1	80	SP	1	80	1	80												
				2	60	SP	2	60	2	120												
			EP	1	60	EP/SP	1	70	2	130												
			EP	1	60	EP/SP	1	70	2	130												

Beispiele für Duplex-Systeme mit Pulverbeschichtungsmitteln (Stückverzinkung + Beschichtung).

Andere Systeme mit der gleichen Schutzwirkung und entsprechendem Eignungsnachweis sind möglich.

Erläuterung: Ch = Gelbchromatieren, Sw = Sweep-Strahlen oder alternative, in gleicher Weise wirksame Vorbereitungsverfahren.



Korrosionsschutzplanung

Ein wirksamer Korrosionsschutz muss geplant werden. Hinsichtlich der Schutzdauer von Duplex-Systemen machen die einschlägigen Normen nicht immer hilfreiche Angaben. Es ist z.B. darauf zu achten, dass in DIN EN ISO 12944-5 lediglich die Schutzdauer der Farbbeschichtung dargestellt wird und nicht des Gesamtsystems. Die Gesamtschutzdauer eines Duplex-Systems liegt um ein Mehrfaches höher als in DIN EN ISO 12944-5 beschrieben. In der Praxis kommt es üblicherweise zu Zusatzbelastungen, die über die Einwirkung der Witterung hinausgehen (z.B. mechanische Belastungen, Steinschlag, Abrieb). Diese Einflüsse können die Schutzdauer von Korrosionsschutzsystemen erheblich verringern und sollten angemessen berücksichtigt werden. Eine korrosionsschutzgerechte Konstruktion und Fertigung der Stahlkonstruktion bietet eine der wichtigsten Voraussetzungen für einen wirksamen Langzeit-Korrosionsschutz.

Fazit

Duplex-Systeme haben sich in der Praxis seit langem bewährt. Sie bieten den langlebigsten Schutz für Stahl und eröffnen vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten.