

FEUERVERZINKEN SPECIAL

Special-Ausgabe
Internationale Fachzeitschrift
42. Jahrgang
www.feuerverzinken.com

Verzinken ist nicht Verzinken

Verzinkungsverfahren im Überblick – Legierungsüberzüge: Weniger schützt weniger – Vorsicht Salzsprühnebeltest – Aus der Galfan-Story lernen

Verzinken ist nicht Verzinken

Verzinkungsverfahren im Überblick

Metallische Überzüge	Übliche Dicke des Überzuges [µm]	Legierung mit dem Untergrund	Typische Anwendungen
Feuerverzinken (Diskontinuierlich) - Stückverzinken: DIN EN ISO 1461	50 - 150	ja	Konstruktionen im Bereich Stahl- und Metallbau bis zu Kleinteilen, z.B. Träger-, Balkonkonstruktionen, Schrauben
Feuerverzinken (Kontinuierlich) - Bandverzinken DIN EN 10143 bzw. DIN EN 10346 bzw. Kontinuierliches Feuerverzinken von Bandstahl	7 - 25	ja	Bleche für Innenbereiche, z.B. Klimakanäle
Thermisches Spritzen mit Zink - Spritzverzinken DIN EN 2063	80 - 150	nein	Konstruktionen im Bereich Stahlbau
Galvanisches bzw. elektrolytisches Verzinken - Einzelbäder DIN 50979 bzw. Durchlaufverfahren DIN EN 10152, 10244-2	2,5 - 25	nein	Kleinteile für Innenbereiche, z.B. Schrauben

Das Aufbringen eines metallischen Überzuges aus Zink auf Stahl wird üblicherweise als Verzinken bezeichnet. Das Verzinken von Stahl erfolgt durch unterschiedliche Verfahren mit unterschiedlichen Eigenschaften - Verzinken ist nicht gleich Verzinken. Die Verzinkungsverfahren unterscheiden sich durch die Schichtdicke und Herstellung des Zinküberzuges und den hierdurch bedingten Einfluss auf die Schutzdauer und mechanische Belastbarkeit. Die bedeutendsten Verfahren sind das kontinuierliche und das diskontinuierliche Feuerverzinken, das galvanische Verzinken sowie das Thermische Spritzen mit Zink.

Feuerverzinken

Das Eintauchen von Stahl in eine flüssige Zinkschmelze wird als Feuerverzinken bezeichnet. Unter dem Begriff Feuerverzinken

werden das sogenannte Stückverzinken (diskontinuierliches Feuerverzinken) und das sogenannte Bandverzinken verstanden, das auch als kontinuierliches Feuerverzinken oder Sendzimir-Verzinken bekannt ist. Das Bandverzinken ist ein kontinuierliches Verfahren bei dem Stahlband in die Zinkschmelze getaucht wird. Bandverzinkter Stahl ist ein Vorprodukt, das nach dem Verzinken durch Umformen, Stanzen und Zuschneiden weiterverarbeitet wird. Hierdurch wird an den Schnitt- und Stanzkanten die schützende Zinkschicht zerstört.

Im Gegensatz dazu werden beim Stückverzinken Bauteile wie zum Beispiel Treppenkonstruktionen zuerst gefertigt und erst danach feuerverzinkt. Nach entsprechender Vorbehandlung werden die gefertigten Bauteile in eine flüssige Zinkschmelze am Stück eingetaucht. Hierdurch sind die Bauteile rundum vor Korrosion geschützt. Auch die Schnittkanten der Bauteile werden verzinkt. Hohlprofile werden durch das Tauchverfahren außen wie innen gleichermaßen geschützt. Stückverzinken und Bandverzinken unterscheiden sich zudem hinsichtlich der Zinkschichtdicke. Während die Zinkschichtdicke von bandverzinkten Blechen zumeist zwischen 7 und 25 Mikrometer liegt, erreichen stückverzinkte Stahlteile deutlich höhere Schichtdicken, die üblicherweise zwischen 50 und 150 Mikrometern liegen. Aufgrund des unterschiedlichen Korrosionsschutzes

- 1 | *Metallische Zinküberzüge unterscheiden sich unter anderem hinsichtlich der Schichtdicken und des Vorhandenseins einer Legierung mit dem Untergrund.*
- 2 | *Das langlebigste Verzinkungsverfahren ist das Stückverzinken. Deshalb darf nur stückverzinkter Stahl ohne weitere Korrosionsschutzmaßnahmen im Fassadenbereich gemäß DIN 18516-1 eingesetzt werden.*
- 3 | *Die bedeutendsten Verzinkungsverfahren.*

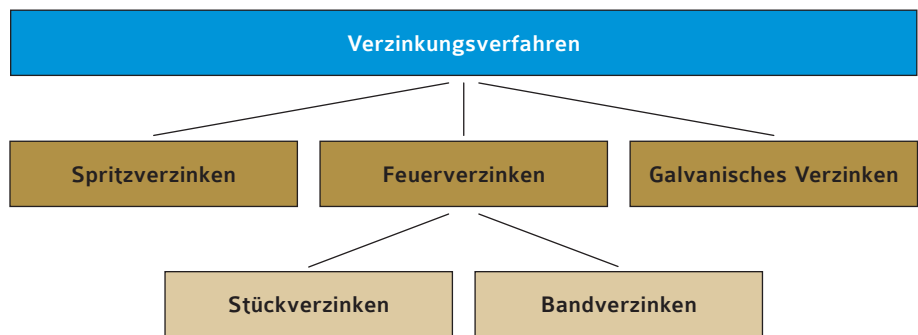
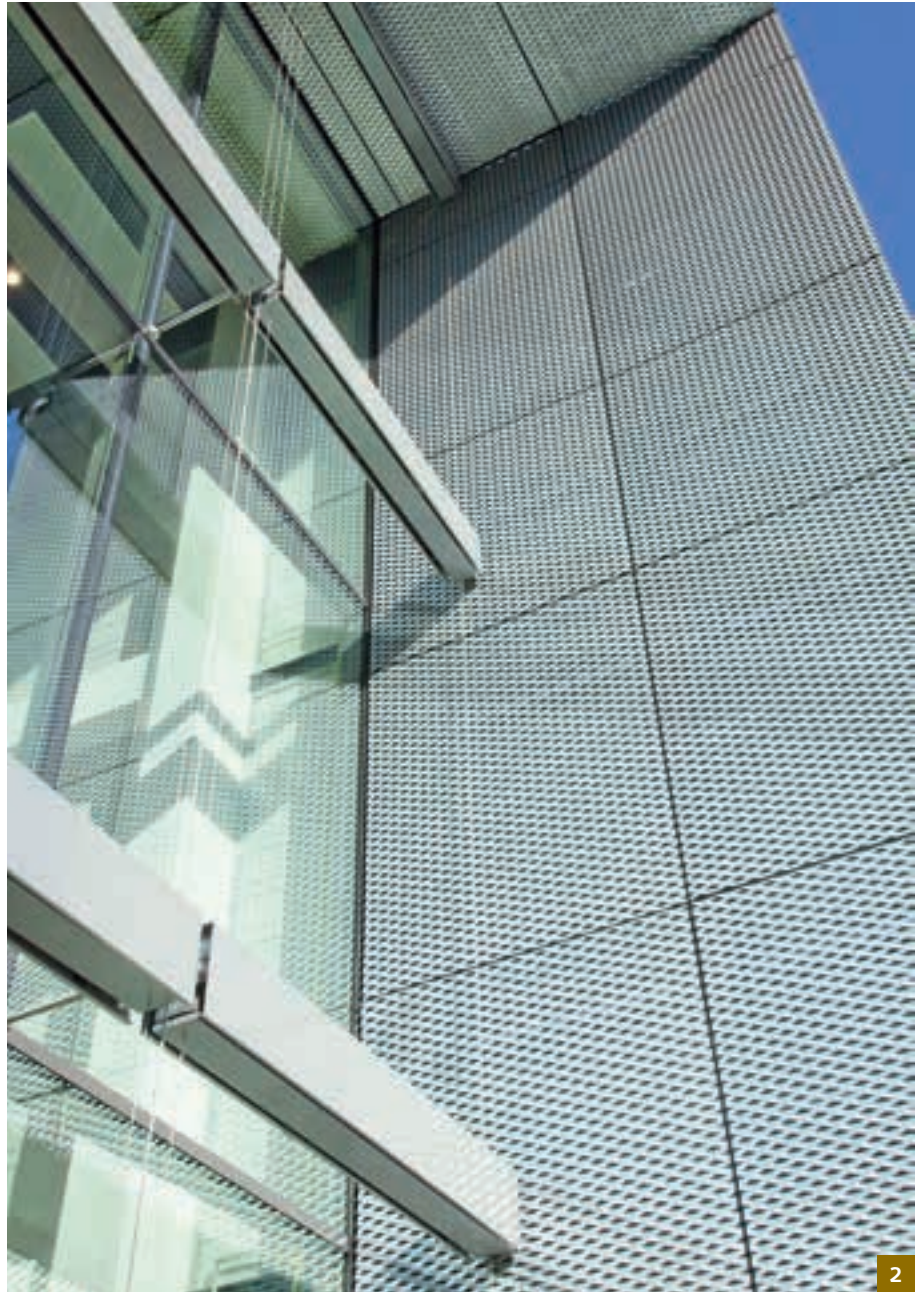
an Schnittkanten und der unterschiedlichen Schichtdicken kommt stückverzinkter Stahl und bandverzinkter Stahl in unterschiedlichen Anwendungsbereichen zum Einsatz. Bandverzinkte Stähle werden zumeist in schwach korrosionsbelasteten Innenbereichen eingesetzt. Kabelkanäle oder Klimatechnik-Elemente sind typische Beispiele hierfür. Das Haupteinsatzgebiet von stückverzinktem Stahl sind Anwendungen im Außenbereich, da hier in der Regel Schutzzeiträume von mehreren Jahrzehnten erreicht werden müssen. Das Stückverzinken hat sich hier als extrem langlebiger, robuster und wartungsfreier Korrosionsschutz bewährt.

Weitere Verzinkungsverfahren sind das galvanische Verzinken und das Thermische Spritzen mit Zink. Beim galvanischen Verzinken wird mit Hilfe von elektrischem Strom Zink auf Stahlteile abgeschieden. Die entstehenden Zinküberzüge sind erheblich dünner als beim Feuerverzinken und liegen zumeist bei 5 Mikrometer. Das galvanische Verzinken kommt deshalb schwerpunktmäßig bei temporären Korrosionsschutzaufgaben in schwach korrosiven Umgebungen zur Anwendung. Beim Thermischen Spritzen mit Zink, auch Spritzverzinken genannt, wird Zink in einer Spritzpistole aufgeschmolzen und auf die Oberfläche des Stahlteils aufgespritzt. Das Spritzverzinken kommt nicht selten als Korrosionsschutz für Stahlteile zum Einsatz, die bauartbedingt nicht stückverzinkt werden können. Im Gegensatz zum Feuerverzinken kommt es beim galvanischen Verzinken als auch beim Spritzverzinken nicht zu einer Legierungsbildung zwischen dem Zinküberzug und dem Stahl.

Nicht zu den Verzinkungsverfahren zählen zinkhaltige Beschichtungssysteme wie Zinkstaub- und Zinklamellenbeschichtungen, auch wenn sie umgangssprachlich oft fälschlicherweise mit dem Begriff „Verzinken“ in Verbindung gebracht werden. Das gemeinsame Element aller Verzinkungsverfahren ist das Aufbringen eines im Wesentlichen aus Zink bestehenden metallischen Überzuges. Zinkhaltige Beschichtungssysteme erfüllen dieses Kriterium nicht.

Fazit

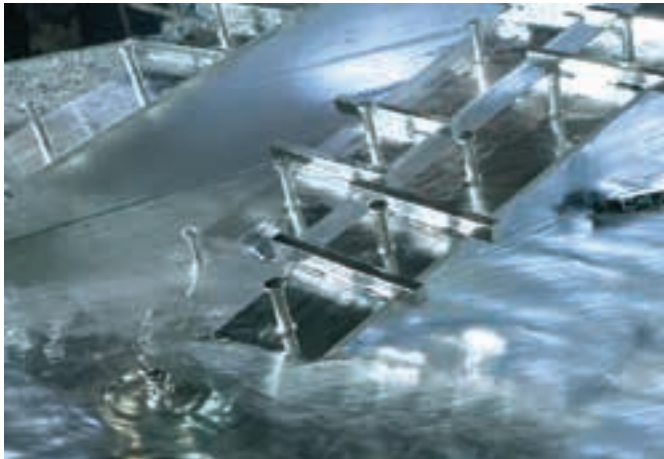
Verzinken ist nicht verzinken. Die Verzinkungsverfahren unterscheiden sich durch unterschiedliche Schichtdicken und weitere Korrosionsschutzeigenschaften. Nicht jedes Verzinkungsverfahren ist so langlebig und robust wie eine Stückverzinkung.



Video „Verzinken ist nicht Verzinken“:
<http://bit.ly/Y7LIMb>

Weniger schützt weniger

Neue Legierungen halten nicht, was versprochen wird



Seit einiger Zeit werden neue kontinuierlich schmelztauchveredelte Legierungsüberzüge auf Zink-Aluminium-Magnesium-Basis am Markt angeboten. Mit vollmundigen Versprechen wie „Weniger ist mehr“ oder gar „10 Mal besser als Stückverzinken“ propagieren ihre Hersteller diese Produkte. Bei einem seriösen, faktenbasierten Vergleich dieser Legierungsüberzüge mit dem Stückverzinken nach DIN EN ISO 1461 kommt man jedoch schnell zu dem Ergebnis, dass derartige Aussagen lediglich Wunschdenken zum Ausdruck bringen. Die Fakten im Einzelnen:

Stückverzinkte Überzüge sind dauerhafter

Unter atmosphärischen Anwendungsbedingungen (z.B. Industrie-/Stadtatmosphäre) besitzen kontinuierlich schmelztauchveredelte Legierungsüberzüge auf Zink-Aluminium-Magnesium-Basis (ZM-Überzüge) ähnliche Korrosionsraten wie stückverzinkte Überzüge nach DIN EN ISO 1461. Unterschiede bestehen jedoch hinsichtlich der Schichtdicken. Da stückverzinkte Überzüge deutlich höhere Schichtdicken besitzen, erreichen sie auch eine erheblich höhere Schutzdauer. Je nach Produkt sind stückverzinkte Überzüge nach DIN EN ISO 1461 bis zu 10 Mal dicker als ZM-Überzüge. Lediglich unter extremen Korrosionsbelastungen (wie z. B. andauernde hohe Feuchtigkeit bei gleichzeitiger hoher Chloridbelastung), die in der Praxis extrem selten auftreten, erreichen kontinuierlich schmelztauchveredelte Legierungsüberzüge (Zn-Al-Mg (ZM)) bessere Korrosionsraten. Diese können jedoch nicht die geringere Schichtdicke dieser Legierungsüberzüge kompensieren.

- 1 | *Feuerverzinkter Stahl ist praxisbewährt und erreicht zumeist eine Schutzdauer von 50 Jahren und mehr.*
- 2 | *Ergebnisse aus Kurzzeittests sind irreführend und bieten Raum für manipulative Eingriffe.*
- 3 | *Die Schichtdicke macht den Unterschied: Stückverzinkte Überzüge sind deutlich langlebiger.*

Praxisbewährter Schutz durch Stückverzinken

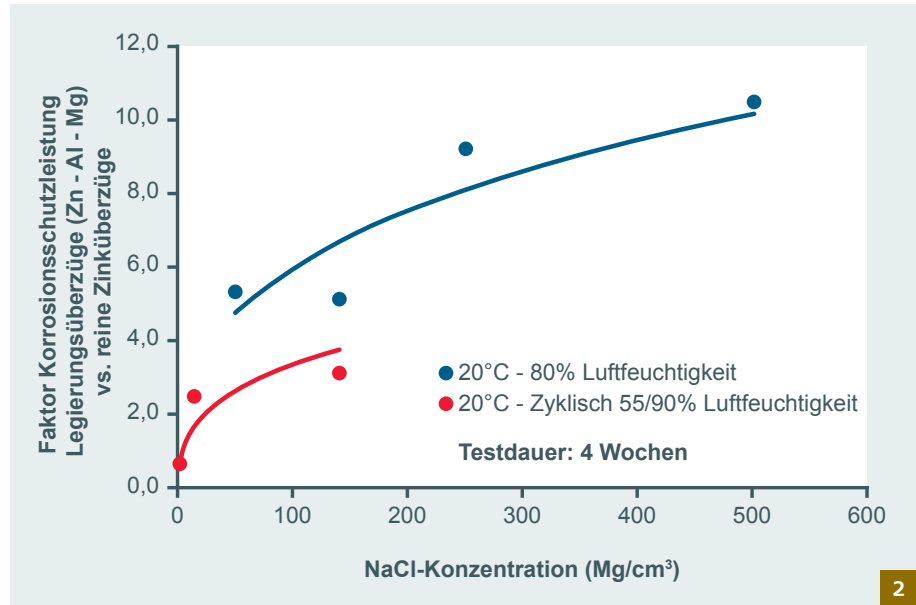
Es gibt umfangreiche Langzeiterfahrungen mit stückverzinkten Überzügen nach DIN EN ISO 1461, die unter üblichen atmosphärischen Bedingungen (Industrie-/Stadtatmosphäre) eine Schutzdauer von 50 Jahren und mehr erreichen. Langzeiterfahrungen mit kontinuierlich schmelztauchveredelten Legierungsüberzügen (Zn-Al-Mg (ZM)) und normative Regelungen zu dieser Produktgruppe gibt es nicht.

Ergebnisse aus Kurzzeittests sind irreführend

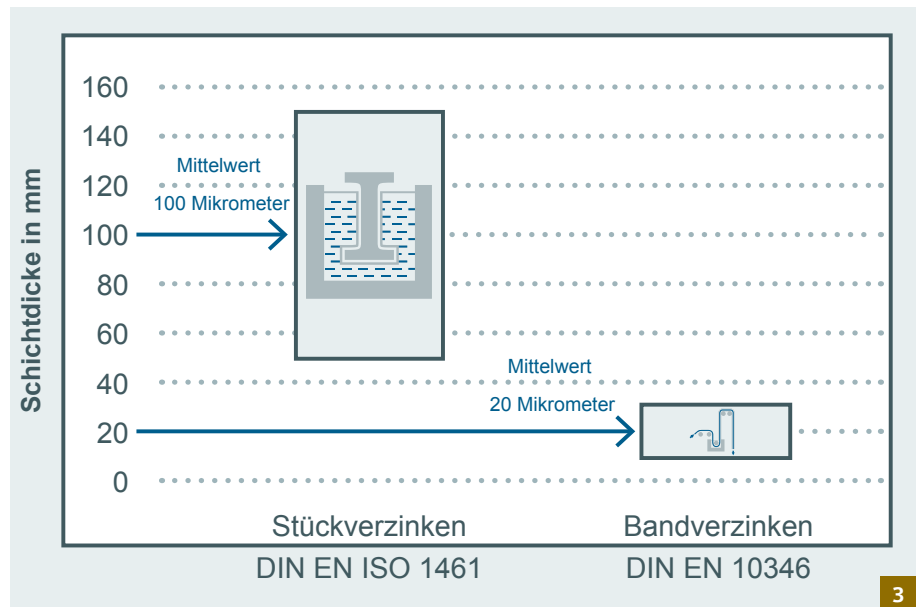
Im Salzsprühnebeltest haben ZM-Überzüge eine bis zu 10 Mal bessere Korrosionsrate erreicht als das Stückverzinken. Der Salzsprühnebeltest ist ein Kurzzeittest im Labor, bei dem die zu testenden Materialien einer extrem hohen Salzkonzentration ausgesetzt werden. Die Ergebnisse des Salzsprühnebeltests sind irreführend, weil sie im Hinblick auf praxisübliche Anwendungen in gemäßigten Klimaten keinerlei Relevanz besitzen (siehe S. 7-9). Zudem bieten Kurzzeittests wie der Salzsprühnebeltest Raum für manipulative Eingriffe. Bereits durch minimale Veränderungen von Testparametern können Ergebnisse in erheblichem Maße beeinflusst werden und so künstlich Leistungsunterschiede induzieren (s. Abb. 2).

Das Beispiel zeigt, dass Kurzzeittests wie der Salzsprühnebeltest keine Praxis-Relevanz haben. Nicht zufällig besagen Internationale Normen (DIN EN ISO 14713) klar und eindeutig, dass Kurzzeittests wie der Salzsprühnebeltest nicht für Materialvergleiche eingesetzt werden dürfen. Den Normen ist zudem zu entnehmen, dass Ergebnisse aus Kurzzeitkorrosionstests im Labor (wie z.B. Salzsprühnebeltest) nicht zur Ableitung von Aussagen zur Korrosionsschutzdauer in realen Anwendungen genutzt werden können.

ZM-Überzüge werden üblicherweise passiviert, d.h. mit einer zusätzlichen Schutzschicht nachbehandelt, um die dünnen Metallüberzüge bei Transport und Lagerung zusätzlich zu schützen. Durch diese Passivierung werden die Korrosionsschutzeigenschaften kurzfristig verbessert. Eine Passivierung führt deshalb auch zu besseren Ergebnissen in Kurzzeittests. Bei langfristiger Betrachtung (Zeiträume über 10 Jahre) trägt eine Passivierung nicht zu einer nennenswerten Verbesserung der Korrosionsschutzeigenschaften bei.



2



3



Mehr Informationen unter: www.stahl-verzinken.de

Rundum-Schutz nur durch Stückverzinken

Stückverzinkte Überzüge bieten einen Rundum-Schutz für das fertige Produkt. Sie haben nicht die Schwächen von kontinuierlich schmelztauchveredeltem Blech, das als Halbzeug nach dem Schmelztauchveredeln weiterverarbeitet wird. Hierdurch wird der schützende Metallüberzug durch Schneiden und Stanzen zerstört. Durch Umformprozesse kann es zudem zu einer Reduzierung der geringen Schichtdicke und zu Rissen in der Zinkschicht in den Umformbereichen kommen, was sich ebenfalls negativ auf den Korrosionsschutz auswirkt.

Fazit

Bei Zinküberzügen gilt „Viel hilft viel“. ZM-Überzüge erreichen unter praxisüblichen Anwendungsbedingungen ähnliche Korrosionsraten wie stückverzinkte Überzüge nach DIN EN ISO 1461. Bei ähnlichen Korrosionsraten entscheidet die Schichtdicke über die Schutzdauer. Stückverzinkte Überzüge sind aufgrund ihrer höheren Schichtdicken somit deutlich langlebiger und bieten einen dauerhaften Rundum-Schutz. Ergebnisse aus Kurzzeittests seitens der Hersteller von ZM-Überzüge sind irreführend und besitzen keinerlei Praxisrelevanz.

Entzaubert wie Spinat

Aus der Galfan-Story lernen



Der Eisengehalt des Spinats ist ein Musterbeispiel für Irrtümer, die durch permanente Wiederholung zur vermeintlichen Wahrheit werden. Der Spinat des Korrosionsschutzes ist die Galfan-Verzinkung. Immer noch glauben selbst gestandene Korrosionsschutzexperten, dass die aus einer sehr dünnen Zink-Aluminium-Legierungsschicht bestehenden Galfan-Überzüge eine vielfach höhere Korrosionsbeständigkeit aufweisen als solche aus reinem Zink. Wissenschaftliche Langzeituntersuchungen belegen hingegen, dass derartige Ressourceneffizienz-Träume in der Praxis wie Seifenblasen platzen.

Fakt ist nämlich, dass Galfan- und Reinzink-Überzüge bei üblicher atmosphärischer Korrosionsbeanspruchung ähnliche Korrosionsraten aufweisen. Da durch Stückverzinken hergestellte Reinzink-Überzüge deutlich höhere Schichtdicken besitzen als Galfan-Überzüge, erreichen sie auch eine erheblich längere Korrosionsschutzdauer.

Vor rund 30 Jahren kam die Galfan-Verzinkung mit großem Trommelschlag auf den Markt. Auf der Basis von

Ergebnissen aus Kurzzeit-Labortests wie dem Salzsprühtest entstand die Legende von der vermeintlich überragenden Leistungsfähigkeit der neuen Zink-Aluminium-Überzüge, die trotz dünnerer Schichtdicken extrem lange Schutzzeiträume erreichen. Selbst heute noch wird Galfan mit Salzsprühtest-Ergebnissen beworben. Dabei bestätigt selbst das für die Salzsprühtest-Norm zuständige Normungsgremium, dass Ergebnisse von Salzsprühprüfungen nur „selten mit dem Verhalten in natürlichen Umgebungen übereinstimmen.“ Zahlreiche Praxisstudien unter Realbedingungen beweisen, dass die Schichtdicke für die Schutzdauer entscheidend ist, da die Schichtdickenverluste von Galfan-Überzügen unter üblichen atmosphärischen Belastungen denen von Reinzink-Überzügen entsprechen. Während Galfan-überzogene Bleche in der Regel Schichtdicken von maximal 25 Mikrometer aufweisen, liegen übliche Schichtdicken von stückverzinkten Stählen zwischen 50 und 150 Mikrometer.

Schuhmacher und Wolfhard (1) haben bereits in den 90er Jahren Reinzink- und Galfanüberzüge in Stadt-, Industrie- und Meeresklima im Rahmen von Auslagerungstest überprüft. Nach 7 Jahren Auslagerungszeit wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Schichtdickenverluste ermittelt. Sie belegen, dass vor allem in Stadt- und gemäßigter Industrieatmosphäre keine oder nur marginale Unterschiede zwischen den beiden Überzugsarten existieren. Lediglich im hochkorrosiven Meeresklima der Nordsee-Insel Baltrum zeigen Galfan-Überzüge eine um rund 30 Prozent bessere Leistungsfähigkeit. Konkret bedeutet dies, dass bei einem derartigen meeresklimatischen Einsatz beispielsweise ein Galfan-verzinktes 3-mm-Blech mit einer maximalen Schichtdicke von 25 Mikrometern trotz geringerer Schichtdickenverluste nur eine Schutzdauer von unter 15 Jahren erreicht, während ein stückverzinktes 3-mm-Blech mit einer praxisüblichen Schichtdicke von 80 Mikrometern unter gleichen Bedingungen mehr als 33 Jahre geschützt ist.

1 | Gabionenkörbe bieten einen dauerhaften Schutz, wenn sie stückverzinkt sind.

Untersuchungen im Mineralbad Cannstatt von Nürnberger und Zehnder (2) ergaben, dass sich sowohl bei galvanverzinkten als auch bei kontinuierlich feuerverzinkten Spiralseilen „bereits ab etwa 10-jährigem Badbetrieb umfangreiche Korrosionserscheinungen mit Rotrostbildung“ zeigten und dass in diesem hochkorrosiven Umfeld kaum Unterschiede zwischen galvanverzinkten Seilen und den feuerverzinkten Seilen feststellbar sind. Beide Seiltypen wurden nach rund 10 Jahren ersetzt.

Im Zeitraum 2002 bis 2007 überprüfte die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) (3) das Korrosionsverhalten von Stahlschutzplanken mit Zink-Aluminium-Überzügen sowie mit Reinzink-Überzügen an der Autobahn A4 bei Bensberg. Nach fünfjähriger Freibewitterung zeigten die untersuchten Schutzplankenholme mit Reinzink- bzw. Zinkaluminiumüberzügen identische Schichtdickenveränderungen. Schröder (4) berichtet über unveränderte Ergebnisse in einer weiterführenden Auswertung dieser Versuchsserie nach 9 Jahren.

Leclerque (5) untersuchte das Korrosionsverhalten von Weinbergpfählen in Frankreich. Am gleichen Weinberg wurden stückverzinkte Pfähle und kontinuierlich verzinkte Pfähle mit Reinzink- sowie mit Zink-Aluminium-Überzügen eingesetzt. Der Schichtdickenverlust der Weinbergpfähle mit Zink-Aluminium-legierten Überzügen lag mit 1,2 Mikrometer pro Jahr sogar leicht über dem Schichtdickenverlust der Pfähle mit Reinzink-Überzügen (s. Tabelle 2). Während die bandverzinkten Reinzink- bzw. Zink-Aluminium-Überzüge mit Schichtdicken von 19 bzw. 32 Mikrometern bereits nach 16-jähriger Verwendung überwiegend stark bzw. im Erdreich leicht ausgeprägten Rotrost aufwiesen, besaßen die stückverzinkten Pfähle noch immer Zinkschichtdicken von mehr als 60 Mikrometern und somit das Potenzial für eine weitere jahrzehntelange Verwendung.



Mehr Infos unter:

www.stahl-verzinken.de

Fotos | Rainer Sturm/pixelio.de (1); Leclerque (Tabelle 2)

Reinzinküberzug (bandverzinkt, Ausgangsschichtdicke 19 Mikrometer)	Zink-Aluminium-Überzug (bandverzinkt, Ausgangsschichtdicke 32 Mikrometer)	Reinzinküberzug (stückverzinkt, Ausgangsschichtdicke 89 Mikrometer)
Schichtdickenverlust: 1,1 µm/Jahr (Messzeitraum 16 Jahre)	Schichtdickenverlust: 1,2 µm/Jahr (Messzeitraum 16 Jahre)	Schichtdickenverlust: 1,1 µm /Jahr (Messzeitraum 25 Jahre)

Tabelle 2: Leclerque belegt mit seiner Untersuchung die Überlegenheit der Stückverzinkung.

Fazit:

Bei Einsatz in Land-, Stadt- und Industriatmosphäre, was in Deutschland der Regelfall ist, weisen Reinzink- und Zink-Aluminium-legierte Überzüge ähnliche Korrosionsraten auf. Durch Stückverzinken hergestellte Reinzinküberzüge erreichen aufgrund höherer Schichtdicken deutlich längere Schutzzeiträume als Zink-Aluminium-legierte Überzüge. Wie seiner Zeit beim Spinat muss der weitreichende Irrtum der Überlegenheit von Galvan revidiert werden. Ein möglicher weiterer Irrtum kündigt sich mit den neuen dünn-schichtigen Magnesium-basierten Legierungsüberzügen an. Sie werden auf der Basis von Salzsprüh-test-Ergebnissen sogar als noch leistungsfähiger proklamiert. Erste Auslagerungstests unter Realbedingungen bestätigen dies jedoch nicht. Geschichte könnte sich hier wiederholen, wenn wir nicht aus der Galvan-Story lernen.

Korrosivitätsklasse	Schichtdickenverlust in µm/Jahr Reinzinküberzug	Schichtdickenverlust in µm/Jahr Galvan-Verzinkung
Stadtatmosphäre	0,9	0,8
Stadt/gemäßigte Industriatmosphäre	1,1	1,1
Industriatmosphäre	1,5	1,2
Meeresklima	2,4	1,7

Tabelle 1: Die Untersuchung von Schuhmacher und Wolfhard zeigt in Stadt- und gemäßigter Industriatmosphäre keine oder nur marginale Unterschiede zwischen galvanverzinkten und Reinzink-Überzügen.

Quellen

- [1] B. Schuhmacher, D. Wolfhard: Korrosionsbeständigkeit metallisch und organisch veredelter Stahlfeinbleche in der Freibewitterung, in Materials and Corrosion 49, 725-735 (1998)
- [2] U. Nürnberger, M. Zehnder: Korrosion offener Spiralseile in der Atmosphäre eines Solebades, (2013)
- [3] M. Schröder: Bandverzinkte Schutzplankenholme - Schlussbericht, BASt-Projekt F1100.2203004, Bundesanstalt für Straßenwesen, (2008)
- [4] M. Schröder: Vortrag EGGA Assembly, Dresden (2013)
- [5] J.-M. Leclerque, Vine Trellis - Specific corrosion resistance requirements, 20 years of experience return, in Intergalva 2012 proceedings (2014)

Infoseite

www.stahl-verzinken.de

Infoseite über Verzinkungsverfahren

Die Website www.stahl-verzinken.de informiert über die verschiedenen Verzinkungsverfahren und ihre Leistungsfähigkeit. Hierzu gehören u.a. Stückverzinkung, Bandverzinkung einschließlich Legierungsüberzüge, Spritzverzinkung, Galvanische Verzinkung. Die genannten Verfahren unterscheiden sich hinsichtlich der Schichtdicke und der Herstellung des Zinküberzuges. Neben einer Verfahrensbeschreibung, relevanten Normen und Hinweisen zu den Anwendungsbereichen der einzelnen Verzinkungsverfahren bietet die Seite ebenfalls Informationen zur Schutzdauer sowie geballtes Wissen zur Kurzzeittests.



Impressum

Feuerverzinken – Internationale Fachzeitschrift der Branchenverbände in Deutschland, Großbritannien und Spanien.
Redaktion: G. Deimel, H. Glinde (Chefredakteur), I. Johal, J. Sabadell
Verlag, Vertrieb: © 2013 Institut Feuerverzinken GmbH, Postfach 140 451, D-40074 Düsseldorf, Telefon: (02 11) 69 07 65-0, Telefax: (02 11) 69 07 65-28, E-Mail: info@feuerverzinken.com, Internet: www.feuverzinken.com

Verlagsleiter der deutschen Auflage: G. Deimel
Herausgeber: Industrieverband Feuerverzinken e.V.
 Nachdruck nur mit ausdrücklicher, schriftlicher Genehmigung des Herausgebers
Design, Produktion: PMR Werbeagentur GmbH,
 Internet: www.pmr-werbung.de



1

Vorsicht Salzsprühnebeltest!

Ergebnisse sind nicht übertragbar auf die Praxis

Wer im Bau-, Produktions- oder Engineering-Bereich schützende Oberflächen einsetzt, sollte sich mit einem Aspekt des Korrosionsschutzes genauer befassen: der Bedeutung und den Grenzen von Kurzzeit-Korrosionstests im Labor. Seit Jahrzehnten sorgt der sogenannte „Salzsprühnebeltest“ für Missverständnisse im Hinblick auf die Leistung von Korrosionsschutzsystemen. Seine Ergebnisse werden werblich immer wieder als Leistungsindikator angeführt, obwohl bekannt ist, dass die Ergebnisse in Kurzeittests besser ausfallen als unter realen Praxisbedingungen.

Was ist also falsch am Salzsprühnebeltest?

Der Test spielt in erster Linie in der Qualitätskontrolle bestimmter Materialien oder Beschichtungen eine Rolle. Das ist der ursprüngliche Zweck, zu dem der Test entwickelt wurde und zu dem er in einigen wenigen Branchen nach wie vor erfolgreich eingesetzt wird. In den meisten Branchen findet der Salzsprühnebeltest jedoch keine Verwendung mehr, selbst die Automobilindustrie verzichtet mittlerweile darauf.

Das Problem ist, dass der Salzsprühnebeltest regelmäßig eingesetzt wird, um Materialien oder Beschichtungen zu vergleichen oder zu klassifizieren, die völlig unterschiedliche Eigenschaften haben. Besonders irreführend ist die Verwendung des Tests für den Vergleich von Farbbeschichtungen und Metallüberzügen. Ähnlich wenig aussagekräftig sind Vergleiche verschiedener Metallüberzüge anhand dieses Tests. Er bringt z. B. bei Vergleichen zwischen Zink- und Zinklegierungsbeschichtungen, d.h. von Legierungen mit geringen Magnesium- und Aluminiumzusätzen, Ergebnisse zutage, die von der tatsächlichen Leistung unter Realbedingungen erheblich abweichen.

- 1 | *Die Ergebnisse von Kurzzeit-Labortests wie dem Salzsprühnebeltest sind nicht auf die Praxis übertragbar.*
- 2 | *Langzeit-Auslagerungstests liefern praxisgerechte Ergebnisse.*



2



- 3 |** *Wenngleich schnelle und kurzfristige Ergebnisse auf den ersten Blick verlockend erscheinen, sind Ergebnisse aus Langzeittests und praktische Erfahrungen mit echten Konstruktionen unentbehrlich.*
- 4 |** *Zinküberzüge können im Salzsprühnebeltest keine passive Schutzschicht bilden, wie sie es unter realen Bedingungen tun würden.*

Leider werden solche Materialvergleiche noch immer anhand des Salzsprühnebeltests durchgeführt, obwohl es in der zugehörigen internationalen Norm DIN EN ISO 9227 ausdrücklich heißt: „Nur selten besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Beständigkeit gegen die Einwirkung von Salzsprühnebel und der Beständigkeit gegen Korrosion in anderen Medien. Die verschiedenen Faktoren, welche das Fortschreiten der Korrosion beeinflussen, können sich je nach den herrschenden Bedingungen sehr unterschiedlich auswirken. Dazu gehört z. B. auch die Bildung von Schutzschichten. Die Prüfergebnisse sollten deshalb nicht als direkter Hinweis auf die Korrosionsbeständigkeit der geprüften metallischen Werkstoffe in allen Umgebungsbedingungen betrachtet werden, in denen diese Werkstoffe verwendet werden können.“ [1]

Zudem weist die Norm darauf hin, dass der Test sich lediglich zur Qualitätskontrolle eignet. Viele von Experten geprüfte Fachartikel warnen ausdrücklich vor der Anwendung des Salzsprühnebeltests. Hier einige Beispiele:

„Schon seit einigen Jahren ist allgemein anerkannt, dass bei der Leistungsbewertung organischer Beschichtungssysteme die Ergebnisse des standardmäßigen Salzsprühnebeltests und die tatsächliche Korrosionsbeständigkeit in der Praxis – wenn überhaupt – nur selten übereinstimmen.“ [2]

„Der Salzsprühnebeltest ist der am häufigsten eingesetzte Test zur beschleunigten Korrosionsprüfung. Er wurde vor über 50 Jahren zur Überprüfung des Korrosionsverhaltens von Metallüberzügen in maritimer Umgebung entwickelt. Obwohl sich vielfach gezeigt hat, dass dieser Test keinen zuverlässigen Hinweis auf die Korrosionsbeständigkeit von Beschichtungen im Außenbereich gibt (nicht einmal in salzhaltiger Atmosphäre), hat er sich in der Beschichtungsindustrie fest eingebürgert.“ [3]

„Der weitläufig bekannte Salzsprühnebeltest ASTM B-117 vergleicht kaltgewalzten und feuerverzinkten Stahl und liefert innerhalb weniger Stunden Ergebnisse. Leider schafft es der Test nicht, die bewiesenermaßen höhere Korrosionsbeständigkeit der feuerverzinkten Probe gegenüber der nicht verzinkten Probe nachzuweisen.“ [4]

„Das Besprühen mit Salz sorgt für eine rasche Degradation der Oberfläche. Diese ist jedoch kaum mit der Verschlechterung der Materialeigenschaften unter realen Bedingungen vergleichbar. Die durch Salz angestoßene Degradation folgt anderen Mechanismen als die Degradation unter realen Außenbedingungen. Daher liefert der Test relativ unpräzise Ergebnisse.“ [3]

Leider wird der Salzsprühnebeltest trotz aller Gegenargumente nach wie vor in der Vermarktung neuer Beschichtungen und Materialien als Qualitätsindikator angeführt.

Warum liefert der Salzsprühnebeltest irreführende Ergebnisse?

Um zu verstehen warum der Salzsprühnebeltest die tatsächliche Korrosionsbeständigkeit eines Materials nicht zuverlässig voraussagen kann, muss man den Testvorgang genauer betrachten. Proben werden in eine temperierbare Kammer gegeben und bei 35° C mit einer salzhaltigen Lösung besprüht. Da das Aufsprühen durchgängig erfolgt, sind die Proben die ganze Zeit über feucht und damit Korrosionskräften ausgesetzt. Die Korrosionsbeständigkeit wird anhand der Menge des auftretenden Oberflächenrosts bestimmt. Die Testdauer liegt zwischen 24 und 1000 oder mehr Stunden.

Der Salzsprühnebeltest kann jedoch aus mehreren Gründen keine realen Korrosionsbedingungen schaffen:

- Die Oberfläche der Proben ist konstant feucht, trocknet zwischendurch nicht ab. Allein das entspricht nicht den realen Bedingungen. Metalle wie z. B. Zink können so im Test keine passive Schutzschicht bilden, wie sie es unter realen Bedingungen tun.
- Der Chloridgehalt im Sprühnebel ist sehr hoch (in der Regel 5 % NaCl), was dazu führt, dass die Korrosion stark beschleunigt wird. Allerdings sind unterschiedliche Metalle und Metallbestandteile unterschiedlich anfällig für verschiedene Beschleunigungsfaktoren.

Die im Test erzeugten Umgebungsbedingungen sind nicht realistisch und härter, als es beim normalen Einsatz im Außenbereich der Fall ist.

Der Salzsprühnebeltest eignet sich nicht für den Vergleich der Korrosionsbeständigkeit verschiedener Materialien

Mittlerweile ist erwiesen, dass die in der Praxis beobachtete gute Korrosionsschutzleistung von metallischen Zinkbeschichtungen auf das Abtrocknen zwischen den Nassphasen zurückzuführen ist. Durch die Entwicklung einer passiven und relativ stabilen Oxid- und/oder Carbonatschicht während der Trockenphase werden feuerverzinkte Oberflächen besonders korrosionsbeständig. Die ununterbrochen feuchten Bedingungen während des Salzsprühnebeltests verhindern, dass sich eine solche passive Oxid-/Carbonatschicht bilden kann.

Beim Salzsprühnebeltest wird zudem der schädigende Einfluss von UV-Licht auf lackierte Oberflächen komplett außer Acht gelassen. Das ist ungünstig, weil damit die wichtigste Ursache für die Verschlechterung lackierter Stahlteile überhaupt nicht berücksichtigt wird.

Beim Vergleich verschiedener Zinküberzüge liefert der Salzsprühnebeltest ähnlich verzerrte Ergebnisse. So führt die Zugabe kleiner Mengen von Magnesium oder Aluminium zu einer Zinklegierung im Test zu Ergebnissen, die stark von der Realität abweichen. Magnesiumionen, die entweder aus der Umgebungsatmosphäre stammen (Meersalz) oder in einer Zinklegierung beigemischt werden, fördern bei Exposition gegenüber Natriumchlorid die Bildung korrosionshemmender Stoffe und senken damit den Korrosionsgrad. Das erklärt, warum Beschichtungen aus Zink, Magnesium und Aluminium unter Testbedingungen bei kontinuierlicher Exposition gegenüber Feuchtigkeit und hohen Natriummengen bessere Ergebnisse erzielen als reine Zinkbeschichtungen. Dieser Effekt ist auch bei Tests unter realen Bedingungen zu beobachten, z. B. in maritimer Umgebung. Allerdings fällt die Abweichung hier wesentlich geringer aus als beim Salzsprühnebeltest.

Fazit

Die Verwendung des Salzsprühnebeltests zur Bewertung der Leistungsfähigkeit von Beschichtungen und Metallüberzügen für Stahlteile bleibt weiterhin ein großes Problem. Obwohl Korrosionsschutzexperten die Grenzen des Tests genau kennen, wird er immer noch als Verkaufsargument für Korrosionsschutzsysteme angeführt, die im Test besser abschneiden. Wir hoffen, dass dieser Artikel einen kleinen Einblick in die wissenschaftlichen Hintergründe gibt, die die Grenzen derartiger Kurzzeitteste im Labor aufzeigen. Wenn gleich schnelle und kurzfristige Ergebnisse auf den ersten Blick verlockend erscheinen, sind Ergebnisse aus Langzeittests und praktische Erfahrungen mit echten Konstruktionen unentbehrlich.



Swerea KIMAB

Swerea KIMAB ist ein führendes Forschungsinstitut im Bereich Korrosion und Materialkunde mit Sitz in Stockholm. Seine Spezialgebiete sind Oberflächentechnologie, Korrosion und Korrosionsschutz von Metallen, Korrosionsschnelltests, Praxistests, Korrosion von Polymeren, Materialanalyse und Metallografie.

Autoren | *Lena Sjögren, Koordinatorin - Consulting-Services und Korrosion Swerea KIMAB AB Murray Cook, Geschäftsführer der European General Galvanizers Association*

Fotos | *Swerea KIMAB (1), IKS Dresden GmbH (2), ARGE Ahlbrecht Scheidt-Kasprusch (3), Institut Feuerverzinken (4)*

Quellen

- ^[1] DIN EN ISO 9227 'Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären – Salzsprühnebelprüfungen'.
- ^[2] Skerry, J S, Alavi, A and Lindgren, K I. 'Environmental and Electrochemical Test Methods for the Evaluation of Protective Organic Coatings', J of Coatings Technology, vol 60, No 765, p97.1988.
- ^[3] Appleman, B. 'Cyclic Accelerated Testing: The Prospects for Improved Coating Performance Evaluation', J Protective Coatings & Linings, p71-79. Nov 1989.
- ^[4] Townsend, H E. 'Development of an Improved Laboratory Corrosion Test by the Automotive and Steel Industries', Proceedings of the 4th Annual ESD Advanced Coating Conference, Dearborn, USA, 1994.

5. LCA: Ergebnisse

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN IN ÖKOBLANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NÜ

Produktionsstufe	Produktionsstätte	Standort des Betriebs	Nutzungsstadium										Endnutzung	
			Rechenweg	Transport	Herstellung	Montage	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Erneuerung	Entsorgung	Recycling / Abfall		
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND

ERGEBNISSE DER ÖKOBLANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 Tonne feuerverzinkter Stahl		Einheit	A1-A3
Palmeier			
CO ₂ -Emissionen	kg CO ₂ -e	1.870,3	
CO ₂ -Emissionen (inkl. Transport)	kg CO ₂ -e	1.932,2	
Abfallaufwand (inkl. Transport)	kg	400,0	
Abfallaufwand (inkl. Transport) (inkl. Recycling)	kg	400,0	
Wasserverbrauch (inkl. Transport)	l	711,0	
Wasserverbrauch (inkl. Transport) (inkl. Recycling)	l	711,0	
Wasserverbrauch (inkl. Transport) (inkl. Recycling) (inkl. Energieerzeugung)	l	711,0	
Wasserverbrauch (inkl. Transport) (inkl. Recycling) (inkl. Energieerzeugung) (inkl. Energieerzeugung)	l	711,0	
Wasserverbrauch (inkl. Transport) (inkl. Recycling) (inkl. Energieerzeugung) (inkl. Energieerzeugung) (inkl. Energieerzeugung)	l	711,0	

6. LCA: Interpretation

Zunächst werden die relativen Beiträge der deklarierten Lebenszyklusmodule zu den Umweltwirkungen 1 t feuerverzinkter Baustahl dargestellt.



Abbildung 1

1. Allgemeine Angaben

bauforumstahl e.V. & Industrieverband Feuerverzinken e.V.

Programmhalter:
IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.
Friedrichstr. 1
10178 Berlin
Deutschland

Inhaber der Deklaration:
bauforumstahl e.V.
Sohrerstr. 69
40207 Düsseldorf
Deutschland

Deklarationsnummer:
EPD-BFS-20130173-IBG1-DE

Diese Deklaration basiert auf den Produktionsregeln:
Baustähle, 07/2012
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen Sachverständigenausschuss)

Ausstellungsdatum:
24.10.2013

Gültig bis:
25.10.2018

Gültigkeitsbereich:
Diese Umweltdeklaration behandelt feuerverzinkte Baustähle, die als Stabprofile, Stabstähle und Grobbleche ausgenutzt und die für geschraubte, geschweißte oder andersartig verbundene Gebrauchskonstruktionen, Brücken oder andere Bauwerke verwendet werden.

Diese Umweltdeklaration ist gültig für folgende Produkte, die von den Mitgliedsbetrieben des Industrieverbandes Feuerverzinken e.V. (siehe <http://www.feuerverzinken.com>) ausbezogen wurden:
Grobbleche der Dillinger Hütte und GTS Industries, Tala Steel mit den Werken Sourtoppe sowie der Feuerberger Grobblech GmbH.

Walzprofile der Unternehmen Acetalmittel mit den Werken Ostaria, Differdingen, Obovina, Esch-Belz, Bergara, Hineschra, Madag, Obernia, Zingotta, Wenzlaw und Rüdiger, Tala Steel mit den Werken Sourtoppe und Lückenby sowie der Pauer Trügg GmbH und der Stahlwerk Thüringen GmbH.

Vor dem Hintergrund einer neuartigen einheitlichen, charakteristischen Grundgesamtheit der Umweltauswirkungen innerhalb einer Kategorie, wird eine statistische Datenerhebung in 15% der für Stahlbauprodukte relevanten Anlagen als repräsentativ für die Datenerhebung eingeschätzt.

Die Deklaration hat für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise, die IBU in Bezug auf Herstellerformalitäten und Nachweise ist ausgerichtet.

Verifizierung:
Die DIN Norm EN 15904 dient als Kern-Verifizierung der EPD durch einen unabhängigen Dritten gemäß ISO 14025.

Verifizierung:
Die DIN Norm EN 15904 dient als Kern-Verifizierung der EPD durch einen unabhängigen Dritten gemäß ISO 14025.

Verifizierung:
Die DIN Norm EN 15904 dient als Kern-Verifizierung der EPD durch einen unabhängigen Dritten gemäß ISO 14025.

UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15904

Deklarationsinhaber: bauforumstahl e.V. & Industrieverband Feuerverzinken e.V.

Herausgeber: Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)

Programmhalter: Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)

Deklarationsnummer: EPD-BFS-20130173-IBG1-DE

Ausstellungsdatum: 24.10.2013

Gültig bis: 25.10.2018

Feuerverzinkte Baustähle: Offene Walzprofile und Grobbleche

bauforumstahl e.V. & Industrieverband Feuerverzinken e.V.



EPD für Feuerverzinkte Baustähle

Gilt nur für Mitglieder des Industrieverbandes Feuerverzinken

Seit dem 24. Oktober 2013 gibt es die Umweltproduktdeklaration „Feuerverzinkte Baustähle: Offene Walzprofile und Grobbleche“. Sie gilt ausschließlich für die Mitglieder des Industrieverbandes Feuerverzinken.

Die vom Industrieverband Feuerverzinken in Kooperation mit bauforumstahl in Auftrag gegebene Umweltproduktdeklaration, auch Environmental Product Declaration (EPD) genannt, liefert objektive Daten und Fakten über die Auswirkungen der Mitgliedsbetriebe des Industrieverbandes Feuerverzinken und ihrer Produkte auf Mensch und Umwelt. Die Daten der vom Institut für Bauen und Umwelt herausgegebenen EPD belegen, dass feuerverzinkter Stahl auch unter Nachhaltigkeitsaspekten ein optimaler Werkstoff ist.

Umweltproduktdeklarationen liefern die Grundlage um Umwelteigenschaften eines Produktes darzustellen und sind die Datenbasis für eine ökologische Gebäudebewertung. Sie eignen sich auch als Nachweis für Umweltsprüche in der öffentlichen Beschaffung. Adressaten der EPD für feuerverzinkte Baustähle sind Planer, Architekten, Bauunternehmen, Immobiliengesellschaften, Behörden und metallverarbeitende Unternehmen wie Stahl- und Metallbaubetriebe.



Drittgeprüft, denn Kontrolle ist besser

Die Umweltproduktdeklaration für feuerverzinkte Baustähle ist eine sogenannte Typ III-Deklaration nach ISO 14025 und EN 15804, die unter Einbeziehung unabhängiger Dritter entwickelt und zusätzlich unabhängig geprüft wurde. Sie entspricht damit internationalen Normen zur Ökobilanzierung, die eine kritische Nachprüfung eines unabhängigen Gutachters vorschreiben. Im Gegensatz zu nicht drittgeprüften EPDs oder Umweltzertifikaten wie Cradle to Cradle, die auf Vertrauen basieren und Herstellerangaben einfach übernehmen, sind Zweifel an der Richtigkeit der Daten bei einer drittgeprüften EPD unangebracht.

International vorbildlich

Die in der EPD erhobenen Umweltdaten sind besser als der internationale Durchschnitt. Sie zeigen, dass die Mitglieder des Industrieverbandes Feuerverzinken auch in der Umwelttechnologie führend sind und besonders ressourceneffizient produzieren.

Aussagekräftige Daten

In einer EPD müssen die Sachbilanz, auch Life Cycle Inventory Analysis (LCI) genannt, die Wirkungsabschätzung, englisch Life Cycle Impact Assessment (LCIA), durchgeführt werden sowie weitere Indikatoren, z.B. Art und Menge des produzierten Abfalls dargestellt werden. Die Sachbilanz (LCI) enthält Angaben zum Ressourcenverbrauch, z.B. Energie, Wasser und erneuerbare Ressourcen sowie die Emissionen in Luft, Wasser und Boden.

Die Wirkungsabschätzung (LCIA) baut auf den Ergebnissen der Sachbilanz auf und gibt konkrete Umweltauswirkungen an. Hierzu gehören der Treibhauseffekt (CO₂-Verbrauch), die Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht, die Versauerung von Wasser und Boden, die Eutrophierung (Überdüngung), die Bildung von photochemischen Oxidantien (Smog), die Erschöpfung fossiler Energieressourcen und mineralischer Ressourcen.

Die Umweltproduktdeklaration attestiert die Nachhaltigkeit der Feuerverzinkung. Sie versetzt die Mitglieder des Industrieverbandes Feuerverzinken in die Lage, bei öffentlichen Ausschreibungen verlässliche Umweltdaten vorlegen zu können.



**Download Umweltproduktdeklaration
„Feuerverzinkte Baustähle: Offene
Walzprofile und Grobbleche“ unter:**

www.fv.lc/epd