



- Ganzheitliche Analyse von Stahl- und Verbundeisenbahnbrücken
- Neubau einer ÖPNV-Brücke zum Kienlesberg in Ulm
- Planung und Prüfung der Talbrücke Heidingsfeld
- Stabilitätsnachweis längsversteifter Platten unter biaxialem Druck
- Third Bosphorus Bridge – A masterpiece of sculptural engineering
- Verbundbrücke bei Elbląg
- Elsterbrücke Osendorf
- Korrosionsschutz für Montageschweißstöße einer feuerverzinkten Stahlbrücke
- Reparatur der Autobahnbrücke über die Süderelbe



## Kathodische Korrosionsschutzverfahren sichern Funktion und Wirtschaftlichkeit langfristiger Investitionen

**Deutschlands Infrastruktur bröckelt. Korrosion an maroden Spannbetonbrücken ist nicht nur ein Thema volkswirtschaftlicher Schäden und schwer abschätzbarer Kostenrisiken; einsturzgefährdete Brücken führen mittlerweile zu massiven Beeinträchtigungen bei der Nutzung unserer Verkehrsinfrastruktur.**

Hier sind es vor allem die erst mittelfristig offen hervortretenden Korrosionsschäden an Betonbauwerken, die bei ihrer Feststellung bereits weite Teile der Struktur betreffen. In einigen Fällen stellt sich die Frage, ob eine Instandsetzung überhaupt noch möglich ist [1].

Alternativ zu Beton können beispielsweise mit Stahl als Werkstoff effiziente, auf Dauer wirtschaftliche, langlebige und obendrein architektonisch überzeugende Brücken gebaut werden. Im Gegensatz zum Beton ist Stahl als homogener Baustoff druck- und zugfest. Er hat außerdem bei geringerem Eigengewicht eine größere Tragkraft [1,2].

Wie bei allen Werkstoffen muss auch beim Einsatz von Stahl das Thema Korrosion berücksichtigt werden.

### Entscheidender Vorteil des Werkstoffs Stahl

Gerade hier liegt ein entscheidender Vorteil des Werkstoffes Stahl gegenüber Baustoffen wie Beton: Ob und in welchem Umfang Instandhaltungsmaßnahmen und -kosten über die Standzeit eines Stahlbauwerks anfallen, hängt nicht nur vom Werkstoff ab, sondern auch von der Auswahl des Korrosionsschutzes. Bei Verwendung des Werkstoffes Stahl gibt es mehrere Möglichkeiten des Korrosionsschutzes.

Einen besonders wirksamer Ansatz, um Stahl dauerhaft vor Korrosion zu schützen, bieten Beschichtungssysteme, die eine aktive Korrosionsschutzwirkung, sprich kathodischen Schutz, beinhalten. Hierbei wird durch den Einsatz eines unedleren Metallüberzuges der Grundwerkstoff Stahl geschützt [3].

Während bei kleineren Bauteilen und Schüttgut die galvanische Verzinkung als elektrochemisches Verfahren einen in vielen Fällen ausreichenden kathodischen Schutz des Stahls vor Rost bietet, ist die Stückverzinkung bei komplexen Bauteilgruppen und Schweißbauteilen aus dem Bereich der Fahrzeug- und Nutzfahrzeugindustrie, bei größeren Komponenten im Maschinen- und Anlagenbau und bei schweren Konstruktionen aus Stahl insbesondere im Bereich von Infrastruktur Anwendungen das bewährte Verfahren für einen nachhaltigen Korrosionsschutz.

Das Stückverzinken ist ein Schmelztauchprozess, in dem Bauteile aus Stahl komplett in schmelzflüssiges Zink getaucht werden.

Da das Zink mit dem Stahl metallurgisch reagiert, ist ein Unterrosten unmöglich. Das Bauteil wird komplett in die Schmelze eingelassen und erhält einen innen wie außen gleichwertigen Schutz (Hohlraumenschutz). Aufgrund der metallurgischen Reaktion kommt es auch an den Bauteilkanten zu einem äquivalenten Schutz (Kantenschutz statt Kantenflucht). Durch die aus der Reaktion zwischen Stahl und Zink entstehende Verbindung ist die Oberfläche extrem mechanisch belastbar [4].

Damit wird deutlich, dass stückverzinkter Stahl, vor allem organisch beschichteten Stahlkonstruktionen, weit überlegen ist. So durchläuft der mit Farbe geschützte Eiffelturm derzeit die 19. Instandhaltungskampagne, was einer durchschnittlichen Standzeit der Beschichtung von weniger als 7 Jahren entspricht [5]. Bei beschichteten Bauteilen müssen bereits in der Montagephase präventive Maßnahmen gegen Montageschäden getroffen werden und jede weitere mechanische Beeinträchtigung macht Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich.

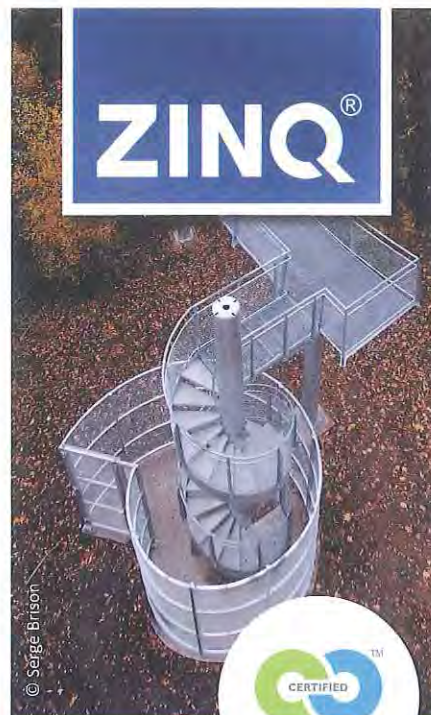
### Nutzungsdauern von mehr als 70 Jahren

Hingegen sind für stückverzinkte Brücken Nutzungsdauern von mehr als 70 Jahren nachgewiesen – ohne zusätzlichen Instandhaltungsaufwand in der Nutzungsphase (Bild 1).

Ein weiterer, wichtiger Aspekt im Bereich der Nachhaltigkeit ist die Ressourceneffizienz: Hierbei stellt sich für die Stückverzinkung die Frage nach der notwendigen Schichtdicke der Zinkoberfläche.

Aus der makroklimatischen Entwicklung heraus, insbesondere der Reduzierung der SO<sub>2</sub> Belastung in der Atmosphäre, erscheinen die Schichtdickenerfordernisse für eine stückverzinkte Oberfläche, wie nach der ISO 1461 vorgegeben, als nicht mehr zeitgemäß [6,7].

Interessant ist das Verhalten von Schmelztauchüberzügen in der mikroklimatischen Umgebung (Einsatzort bzw. Einbaulage). Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die Haltbarkeit eines Stückverzinkungsüberzuges nicht nur eine Frage der Schichtdicke, sondern im Besonderen eine Frage der Passivität der Zinkoberfläche ist [8]: Wie reagiert die Zinkoberfläche, neben der mechanischen Belastung durch z. B. Steinschläge, auf niedrige pH-Werte?



## In Zukunft ZINQ®

Für dauerhaften Schutz von Stahlkonstruktionen aller Art gibt es eine besonders nachhaltige Alternative: ab sofort sind alle ZINQ®-Stückverzinkungsflächen nach den Cradle to Cradle®-Standards zertifiziert. Sie garantieren damit 100 % Recyclingfähigkeit in immer gleicher Qualität und sind frei von nicht wiederverwertbaren Stoffen im Prozess und am Produkt – bereits heute in Übereinstimmung mit den Vorgaben der EU Circular Economy Richtlinien.

Erfahren Sie mehr über die Möglichkeiten, innovative Stückverzinkungsflächen wie duroZINQ® und microZINQ® mit geprüfter Nachhaltigkeit zu verbinden, auf unserer Webseite bzw. auf Facebook oder schicken Sie uns eine E-Mail an [c2c@zinq.com](mailto:c2c@zinq.com).

„LIKE“ US  
ZINQ auf facebook



ZINQ.com





**Bild 1.** Rostfrei seit über 70 Jahren: stückverzinkte Ehzer-Brücke in Almen (NL)



**Bild 2.** Millionenfach bewährt im Dauereinsatz gegen Feuchtsalz und Steinschlag: mikroverzinkte Sturzenker  
(Fotos: 1 Stichtig Doelmatig Verzinken/Zinc Info Benelux; 2 ZINQ Technologie)

Im Wesentlichen gibt es zwei Möglichkeiten, um Schichtdicken beim Stückverzinken zu optimieren und damit die Effizienz der stückverzinkten Oberfläche zu erhöhen. Einerseits durch Erhöhen der Temperatur im Schmelztauchprozess im sogenannten Hochtemperatur bzw. Deltaverzinkungsverfahren, andererseits durch den Einsatz höherlegierter Schmelzen im Schmelztauchprozess.

Während das HT- bzw. Deltaverzinken zwar Schichtdicken erreicht, die bei der Hälfte der Vorgabe für das konventionelle Stückverzinken liegen, aber aufgrund der hohen Tauchtemperaturen nicht für jede Bauteilkonstruktion bzw. jeden Stahlwerkstoff uneingeschränkt geeignet sind, wurden in den 80er Jahren wurden verschiedene NE-Metalle als Legierungselemente in der konventionellen Stückverzinkung eingesetzt, um die Reaktion des Stahls mit der Zinkschmelze positiv zu beeinflussen. Allerdings unterschritten die erreichten Schichtdicken der Zinküberzüge die Vorgaben für das konventionelle Stückverzinken nicht oder nicht wesentlich.

Seit 2004 ist ein patentiertes Stückverzinkungsverfahren auf Basis einer eutektischen Zink-Aluminiumlegierung verfügbar, das vor allem für die gestiegenen Anforderungen der Automobilindustrie im Kontext von komplexen Unterboden-Schweißbaugruppen unter Verwendung hochfester Stähle entwickelt wurde. Diese bauaufsichtlich zugelassene microZINQ-Technologie benötigt nur ein Sechstel der Zinkannahme einer herkömmlichen

Stückverzinkung und verknüpft die prozessseitigen Vorteile der Stückverzinkung mit der Leistungsfähigkeit der sonst auf die Bandverzinkung begrenzten Zink-Aluminium-Schmelzen.

### Effizienter, hochleistungsfähiger Korrosionsschutz

Als Ergebnis resultiert aus der Weiterentwicklung des Standardstückverzinkungsverfahrens ein effizientes, hochleistungsfähiges Korrosionsschutzsystem, welches auf frei definierte Bauteilgeometrien appliziert werden kann. Aufgrund seiner Passiveigenschaften mit geringen Schichtdicken hält es auch besonderen mikroklimatischen Anforderungen, wie beispielsweise der Belastung in PKW- und Nutzfahrzeugunterbodenbereichen mit Feuchtsalzen und zusätzlicher mechanischer Belastung durch Steinschlag, stand [8] (Bild 2).

Zudem ermöglichen die verbesserten Passiveigenschaften den Einsatz stückverzinkten Stahls auch in chemisch stärker belasteten Bereichen, in denen eine Anwendung stückverzinkter Oberflächen bisher nicht vorgesehen war, so im Bereich der Lebensmittelindustrie bei starker Salzbelastung oder in der Agrotechnik mit erhöhter Ammoniakkonzentration.

Mit den innovativen Ansätzen im Bereich der Stückverzinkung ergeben sich neue Perspektiven für die Anwender stückverzinkten Stahls, um Investitionen in Stahlkonstruktionen – gleich für welchen Verwendungszweck – langfristig abzusichern.

Dabei kommt der Korrosionsschutzplanung – ganz besonders, aber nicht nur für Infrastrukturprojekte aus Stahl – zur optimalen Anwendung von kathodischen Korrosionsschutzverfahren, wie dem Stückverzinken, eine besondere Bedeutung zu. Ziel muss es sein, die erwartete, möglichst lange Schutzdauer optimal mit den Bedingungen am konkreten Verwendungsort einer Stahlkonstruktion oder der Einbaulage eines Bauteils abzustimmen, gleichzeitig aber einen ressourcenschonenden bzw. nachhaltigen Korrosionsschutz zu wählen [9]. Die „Entwurfshilfe zum Einsatz von feuerverzinkten Bauteilen im Stahl- und Verbundbrückenbau“ ist ein Beispiel, wie dieses Ziel in der Anwendung Stahlbrückenbau erreicht werden kann und bietet damit Planern und Architekten erstmals ein Handbuch und Nachschlagewerk für den Bau stückverzinkter Verbundbrücken [2].

Diese Grundlage zeigt, wie die Kooperation aus Stahlerzeugung und -verarbeitung mit innovativen Unternehmen der Oberflächentechnik Forschungs- und Entwicklungspotentiale des Werkstoffes Stahl hebt. In der Anwendung trägt diese Kooperation von der Konstruktion bis in die Ausführung erste Früchte, wie die Elsterbrücke Osendorf zeigt, die erste Brücke in Deutschland nach VFT-WIB Bauweise in stückverzinkter Ausführung.

### Literatur

- [1] R. J. Dietrich: Beton ist kein Baustoff für Brücken! db deutsche Bauzeitung, 02/2016.
- [2] D. Ungermaier, D. Rademacher, T. Pinger, O. Hechler: Entwurfshilfe zum Einsatz von feuerverzinkten Bauteilen im Stahl- und Verbundbrückenbau, bauforumstahl e.V. 01/2016.
- [3] U. Bette, W. Vesper: Taschenbuch für den kathodischen Korrosionsschutz, Vulkan 2005.
- [4] P. Maas, P. Peissker (Hrsg): Handbuch Feuerverzinken, Wiley VCH 2008.
- [5] W. Hög, Grande Restaurierung, FAZ, 5. Juni 2009.
- [6] DIN EN ISO 12944-2: Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme, Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen.
- [7] F. Anshelm, T. Gauger, R. Köble: Kartierung von Toleranzwerten der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Materialien in Deutschland. – Endbericht zum Forschungsvorhaben 108 07 034, Umweltbundesamt, Berlin 1998.
- [8] T. Pinger: Stückverzinken – Ein Klassiker mit viel Potential, Womag 04/2015.
- [9] T. Woolley et al.: Feuerverzinken und nachhaltiges Bauen – ein Leitfaden, Europäische Initiative Feuerverzinken und nachhaltiges Bauen.

www.zinq-technologie.com