

Grauer Stahl, grüne Zukunft: Potenziale des Spritzverzinkens im deutschen Stahlbau

Korrosion ist ein unsichtbarer Kostenfaktor – volkswirtschaftlich bedeutend, technisch oft unterschätzt. Jährlich fließen Milliarden in die Instandhaltung und Sanierung von Stahlbauten, die unter den Einflüssen von Feuchte, Luft und Schadstoffen rosten. Dabei gibt es mit dem Spritzverzinken ein bewährtes Verfahren, das weltweit als wirtschaftlicher, langlebiger und ökologisch sinnvoller Korrosionsschutz zum Einsatz kommt. Doch in Deutschland wird sein Potenzial bislang nur punktuell ausgeschöpft.

Stichworte Korrosion; Stahlbauten; Spritzverzinken; Korrosionsschutz

Grey steel, green future: The potential of thermal spraying in German steel construction

Corrosion is an invisible cost factor – economically significant, but often underestimated from a technical perspective. Every year, billions are spent on the maintenance and renovation of steel structures that corrode under the influence of moisture, air and pollutants. Spray galvanising is a proven process that is used worldwide as an economical, durable and ecologically sound form of corrosion protection. However, its potential has only been exploited to a limited extent in Germany to date.

Keywords corrosion; steel structures; thermal spraying; corrosion protection

1 Zink auf Stahl – ein elektrochemischer Schutzmechanismus

Zink schützt Stahl durch sogenannten kathodischen Korrosionsschutz. Aufgrund seiner elektrochemischen Eigenschaften opfert sich das unedlere Zink im Kontakt mit Stahl und verhindert so die Oxidation des Grundmaterials. Dieser Schutzmechanismus funktioniert nicht nur theoretisch, sondern ist seit Jahrzehnten millionenfach im Einsatz – von Autokarosserien über Haushaltsgeräte bis hin zur Verkehrsinfrastruktur (Bild 1).

Im klassischen Stahlbau kommen Zinkschichten hauptsächlich über zwei Wege auf das Bauteil:

- Stückverzinkung (HDG) [1] – geeignet für transportable Einzelbauteile
- Bandverzinkung – in der industriellen Vorfertigung

Für großformatige oder fest verbaute Konstruktionen – wie Brücken, industrielle Tragwerke oder Bestandsbauten – oder bei der Sanierung stoßen diese Verfahren an technische und logistische Grenzen. Hier bietet das Thermische Spritzen mit Zink (TSZ) oder Zink-Aluminiumlegierungen (TSZA) [2] eine hochinteressante Ergänzung.

2 Das Verfahren: thermisches Spritzen zum Korrosionsschutz

Beim thermischen Spritzen zum Korrosionsschutz, auch Spritzverzinken genannt, wird ein Zinkdraht

(oft als ZnAl15-Legierung mit 15 % Aluminium) in einer Lichtbogenspritzpistole elektrisch geschmolzen. Die entstehenden Zinktröpfchen werden mit Druckluft auf die zuvor gestrahlte Stahloberfläche (Reinheitsgrad Sa 2½) aufgebracht. Dabei entsteht eine fest haftende Metallschicht, die den Stahl sowohl aktiv (kathodisch) als auch passiv (barriereschützend) schützt.

Wesentliche Vorteile des Spritzverzinkens:

- Unabhängigkeit von Bauteilgröße und Einbautiefe – auch Hohlkästen oder Bestandskonstruktionen können problemlos behandelt werden.
- Elektrisch, kalt, emissionsarm – keine thermische Belastung des Bauteils, keine Lösungsmittel. Das metallische Overspray kann, wenn sortenrein gesammelt, zu 100 % recycelt werden.
- Mechanisch robust – mit einem hohen Widerstand gegen Schlag- und Scherbelastung unabhängig von der Temperatur und mit Haftzugfestigkeiten von ca. 7 MPa ist die Schicht hoch widerstandsfähig.
- Langzeitstabilität – keine Alterung der Schicht durch UV-Belastung oder chemische Aushärtung. Bei Schichtdicken von 0,1 mm bis 0,4 mm können Standzeiten von über 100 Jahren auch unter hoher Korrosionsbelastung (C5) [3] erreicht werden.

Ergänzend können sogenannte Duplex-Systeme mit zusätzlicher organischer Deckbeschichtung ohne weitere Vorbearbeitung der Spritzschicht aufgebaut werden, etwa für die Farbgebung (Bild 2).

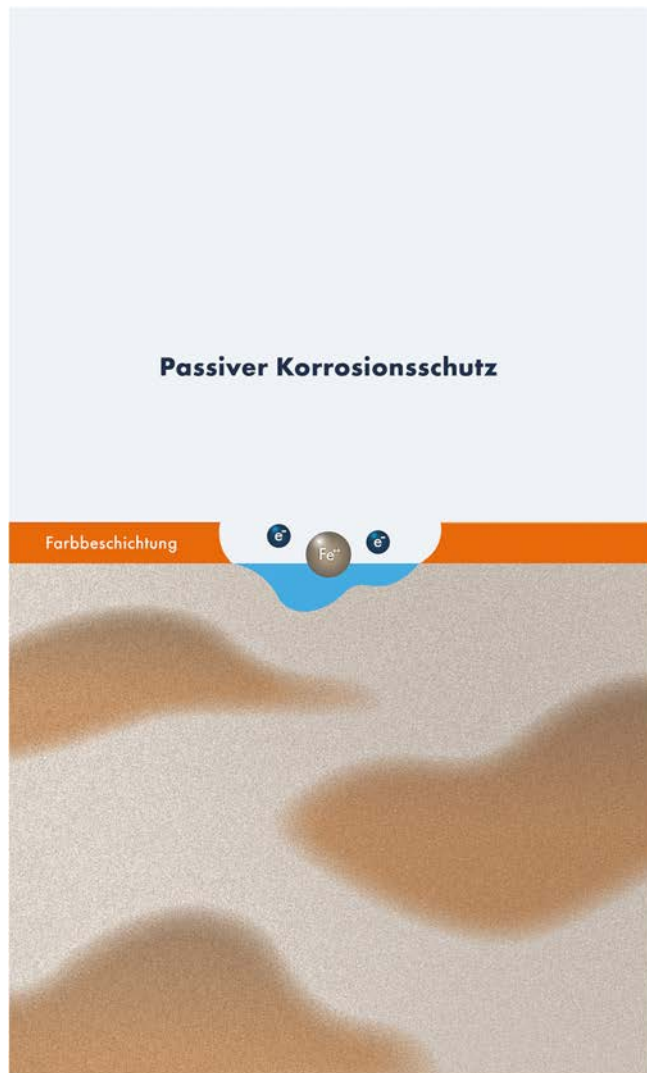
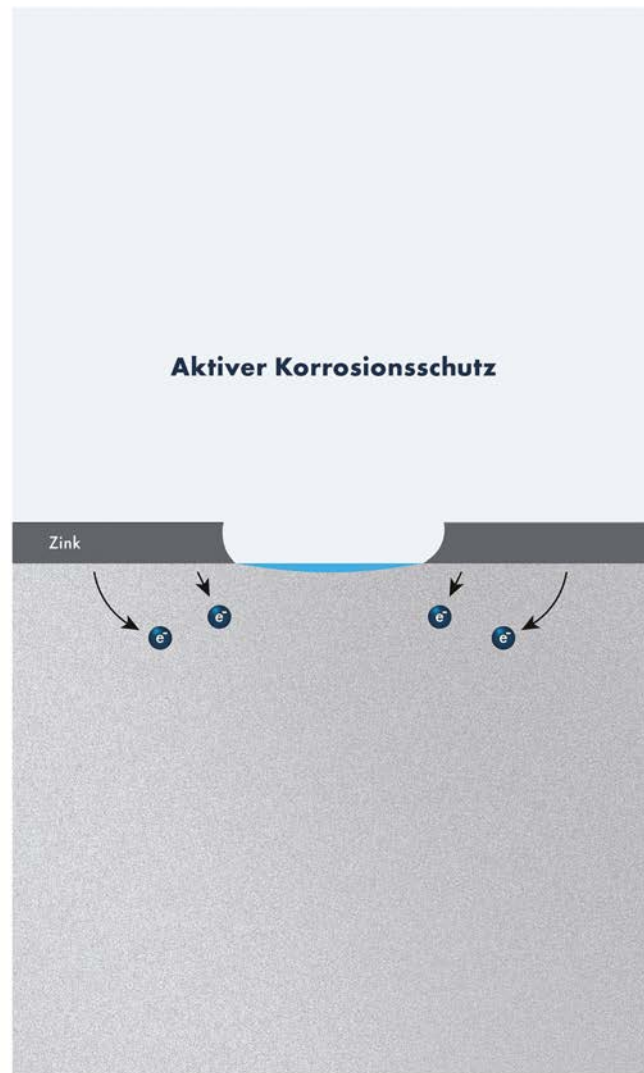


Bild 1 Zink fördert den Selbstheilungseffekt und schützt den Stahl vor Korrosion
Zinc supports the self-healing effect and protects the steel from corrosion



3 Kosten- und Umweltauswirkungen: ein realistischer Blick

3.1 Lebenszykluskosten: Investition mit Langzeiteffekt

Die Investitionskosten für Spritzverzinkung sind in der Erstbeschichtung mitunter höher als bei klassischen orga-



Bild 2 Thermisches Spritzen in der Anwendung
Thermal spraying in practice

nischen Beschichtungssystemen. Doch über die gesamte Lebensdauer der Konstruktion hinweg ergeben sich klare wirtschaftliche Vorteile. Eine Studie des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) [4] hat 2022 die Lebenszykluskosten (LCC) verschiedener Schutzsysteme verglichen:

- Eine reine Spritzverzinkung verursacht nur ca. 10 % der Instandhaltungskosten eines konventionellen dreischichtigen Lacksystems.
- Der Schutz bleibt über Jahrzehnte stabil – ohne aufwendige Nachbeschichtungen oder häufiges Einrüsten.
- Der Instandhaltungszyklus verlängert sich signifikant – in manchen Fällen bis auf 80 bis 100 Jahre.

Gerade bei schwer zugänglichen oder sicherheitskritischen Bauwerken bedeutet das erhebliche Einsparungen bei Wartung, Arbeitszeit und Verkehrsbeeinträchtigung.

3.2 Umweltwirkung: kreislauffähig und emissionsarm

Auch ökologisch ist die Spritzverzinkung ein überzeugendes Verfahren:

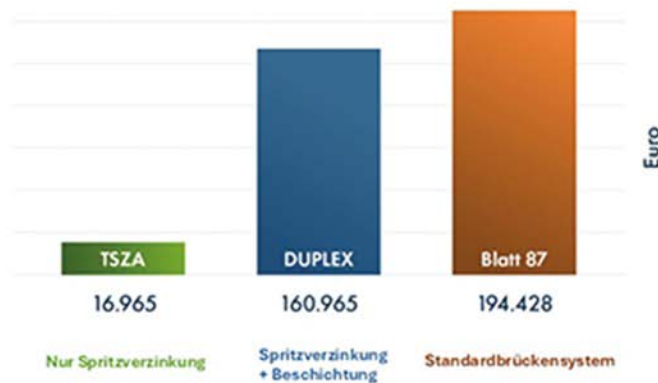
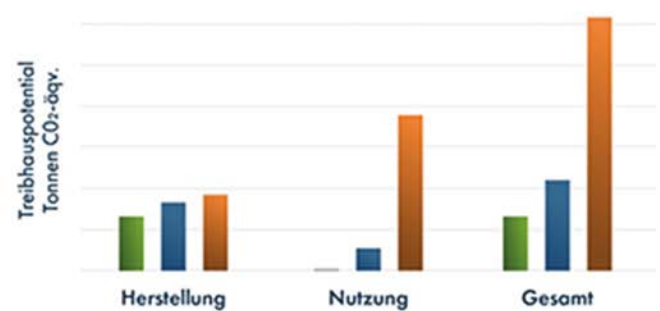
a) **Kosten über Lebensdauer (100 Jahre)**b) **Treibhauspotenzial über Lebensdauer**

Bild 3 Ergebnisse der KIT-Studie [4]: a) Lebenszykluskosten und b) Umweltauswirkungen im Vergleich
Results of the KIT study [4] a) life cycle costs and b) environmental impact

- Die erwähnte KIT-Studie zeigte, dass die reine Spritzverzinkung 73 % weniger Treibhausgase (GHG-Emissionen) verursacht als das herkömmlich eingesetzte organische Beschichtungssystem über die Lebenszeit eines Bauwerks.
- Durch die Langlebigkeit werden Materialverbrauch und Transportaufwand deutlich reduziert.

In Summe ergibt sich ein System, das wirtschaftliche und ökologische Anforderungen in bisher kaum erreichbarer Weise vereint – insbesondere in Zeiten wachsender Anforderungen an Nachhaltigkeit im Bauwesen (Bild 3).

4 Weltweite Praxis – deutsche Zurückhaltung

In vielen Ländern gehört das Spritzverzinken längst zum gängigen Korrosionsschutzrepertoire. Norwegen setzt bei mehr als 2000 Brücken auf die Spritzverzinkung. Die ältesten Bauwerke sind inzwischen über 50 Jahre alt – mit gleichbleibend guten Schutzwirkungen. Das norwegische Forschungsinstitut SINTEF [5] begleitet dort systematisch 61 Brücken im Langzeitmonitoring und betont, dass herkömmliche Farbbeschichtungen in maritimen oder

spritzwasserbelasteten Umgebungen keine vergleichbare Dauerhaftigkeit erreichen.

Auch in den USA hat sich das Verfahren über Jahrzehnte bewährt. Im Rahmen der „Gray is Green“-Initiative werden große Brückenbauwerke – darunter auch solche in klimatisch extrem belasteten Regionen – spritzverzinkt, ohne zusätzliche Farbschichten. Der Umweltvorteil ist ebenso überzeugend wie die Reduktion der Wartungszyklen (Bild 4).

4.1 Best Practice aus Deutschland: Hamburg Port Authority

In Deutschland trifft das Spritzverzinken im öffentlichen Bauwesen nach wie vor auf Zurückhaltung. Hintergrund ist vor allem das geltende Regelwerk – insbesondere die ZTV-ING [6] und die dazugehörigen Regelwerke, die die Anwendung des Verfahrens an bestimmte Bauteile binden und für großflächige Konstruktionen keine generelle Zulassung vorsehen. Projekte, die vom Standard abweichen möchten, benötigen daher regelmäßig eine Zustimmung im Einzelfall – ein Umstand, der Aufwand



Bild 4 Spritzverzinkte Memorial Bridge in Portsmouth, New Hampshire, USA (Foto: Adobe Stock, SeanPavonePhoto)
Thermal sprayed Memorial Bridge in Portsmouth, New Hampshire, USA (Foto: Adobe Stock, SeanPavonePhoto)

und Unsicherheit erzeugt und so den Einsatz in der Breite bislang hemmt.

Dass das Spritzverzinken dennoch in Deutschland erfolgreich eingesetzt werden kann, zeigt ein aktuelles Beispiel: Die Hamburg Port Authority (HPA) setzt seit 2022 bei der Erneuerung des Korrosionsschutzes an mehreren Bestandsbrücken ausschließlich auf Spritzverzinkung. Im Zwei-Jahres-Turnus werden jeweils sechs Brücken saniert – ohne organische Beschichtungen.

Die Entscheidung für das Verfahren fiel nicht nur aus Gründen der technischen Haltbarkeit, sondern auch mit Blick auf den Umweltschutz:

- Verzicht auf lösemittelhaltige Systeme und deren zukünftige Entsorgung,
- langlebigerer und nachhaltigerer Korrosionsschutz,
- vollelektrisches, emissionsarmes Verfahren,
- hohe mechanische Belastbarkeit und Witterungsbeständigkeit.

Die HPA nutzt das Projekt zugleich als Lernplattform: Die Anwendung und Überwachung der spritzverzinkten Flächen liefern wichtige Erfahrungswerte für künftige Großprojekte im Neubau und im Bestand. Damit zeigt sich: Auch innerhalb Deutschlands ist die Anwendung möglich – wenn Entscheidungsträger Umwelt, Lebensdauer und Instandhaltungskosten ganzheitlich betrachten.

5 Regelwerke: zwischen Standardisierung und Innovationsbremse

Ein nicht zu vernachlässigender Aspekt für die geringe Verbreitung des Spritzverzinkens im öffentlichen Ingenieurbau in Deutschland liegt im geltenden Regelwerk. Für öffentliche Auftraggeber ist die ZTV-ING, Teil 4, Abschnitt 3 „Korrosionsschutz von Stahlbauten“ maßgeblich – herausgegeben und fortgeschrieben durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt).

Zwar liegt die Verantwortung der Arbeitsgruppe 2.5 in der Fortschreibung „nach Stand der Technik“, doch fällt auf, dass zentrale internationale Normen wie DIN EN ISO 2063 (Thermisches Spritzen) und DIN EN ISO 461 (Feuerverzinken) bislang nicht vollumfänglich Eingang gefunden haben. Besonders bauteilbezogene Einschränkungen sorgen dafür, dass das Spritzverzinken nur bei kleineren Bauteilen wie Lagern, Ankerplatten oder Futterteilen zugelassen ist – großflächige Konstruktionen wie Hohlkästen oder Hauptträger bleiben unberücksichtigt.

Literatur

- [1] DIN EN ISO 1461 (1999-2022) *Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgetragene Zinküberzüge (Stückverzinken) - Anforderungen und Prüfung.*
- [2] DIN EN ISO 2063 (2019) *Thermisches Spritzen - Zink, Aluminium und ihre Legierungen - Teil 1: Bauteilgestaltung und Qualitätsanforderungen für Korrosionsschutzsysteme.*

Diese Einschränkungen setzen sich auch im neuen Blatt 100 fort, das im Frühjahr 2025 unter anderem das bisherige Blatt 87 abgelöst hat. Zwar wurde Spritzverzinken dort in einem eigenen Modul D für Duplex-Beschichtungen berücksichtigt, doch bleibt eine reine Zinkschicht – ohne zusätzliche organische Beschichtung – weiterhin nicht zugelassen. Damit bleibt ein zentraler Vorteil des Verfahrens ungenutzt: die Möglichkeit, auf Farbe und organische Anteile vollständig zu verzichten, wenn kein farbiges Design erforderlich ist.

Ob und wie sich diese Einschränkungen mit europäischen Ausschreibungsgrundsätzen, dem Kreislaufwirtschaftsgesetz oder den Lebenszyklusanforderungen des Klimaschutzgesetzes vereinbaren lassen, wird zunehmend auch eine rechtliche Frage. In der Praxis fühlen sich Organisationen wie die Autobahn GmbH, die Deutsche Bahn oder das Bundesamt für Wasserbau nach wie vor eng an die Vorgaben der ZTV-ING gebunden – selbst wenn alternative, international anerkannte Schutzsysteme technisch verfügbar sind.

6 Fazit: Mut zum Fortschritt

Das Spritzverzinken ist ein seit Jahrzehnten bewährtes, weltweit eingesetztes Verfahren für den dauerhaften Korrosionsschutz von Stahlbauten – technisch solide, wirtschaftlich überzeugend und ökologisch vorteilhaft. Es vereint die aktive und passive Korrosionsschutzwirkung und bietet bei richtiger Anwendung Schutzdauern von bis zu einem Jahrhundert – ohne Wartungsaufwand, ohne farbliche Nachbehandlung.

Trotzdem bleibt das Verfahren in Deutschland bislang unterrepräsentiert – weniger aus technischen Gründen als vielmehr aufgrund restriktiver Regelwerksauslegung, etablierter Strukturen und mangelnder Praxisoffenheit. Dass es auch anders geht, zeigen internationale Beispiele ebenso wie die Projekte der Hamburg Port Authority oder Projekte auf Städte- und Gemeindeebene. Die dort gesammelten Erfahrungen beweisen: Spritzverzinken ist kein „neues“ Verfahren, sondern weltweit Stand der Technik.

Angesichts steigender Anforderungen an Nachhaltigkeit, Lebenszykluskosten und Ressourceneffizienz stellt sich die Frage, ob eine Neubewertung des Verfahrens nicht längst überfällig ist. Eine breitere Öffnung des Regelwerks könnte hier einen pragmatischen und technologieoffenen Weg weisen.

- [3] DIN EN ISO 9223 (2012) *Korrosion von Metallen und Legierungen - Korrosivität von Atmosphären - Klassifizierung, Bestimmung und Abschätzung.*
- [4] Ummenhofer, T.; Müller, M. (2022) *Analyse der Lebenszyklus-Performance des thermischen Spritzverzinkens von Brücken.* Karlsruhe: KIT.

- [5] Knudsen, O. et al. (2021) *Norwegian Experience with Zinc Thermal Spraying for Bridges*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91877-4_66
- [6] BAST (2025) *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING)*.

Autor:innen

Dr.-Ing. Frank Prenger (Korrespondenzautor:in)
FPrenger@grillo.de
GRILLO Zinc Metals GmbH
Weseler Straße 1
47169 Duisburg

Zitieren Sie diesen Beitrag

Prenger, F. (2025) *Grauer Stahl, grüne Zukunft: Potenziale des Spritzverzinkens im deutschen Stahlbau*. Stahlbau 94, H. 10, S. 627–631.
<https://doi.org/10.1002/stab.70028>