

Innovationen zum optimalen Einsatz des wetterfesten Baustahls im Stahl- und Verbundbrückenbau

Projektnummer:	IGF-Nr. 18655 BG / FOSTA P1200
Forschungsvereinigung:	Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA)
Forschungseinrichtungen:	Lehrstuhl Stahlbau, TU Dortmund (FE 1) Fachgebiet Werkstoffprüftechnik, TU Dortmund (FE 2) Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH (FE 3)
Projektlaufzeit:	01.08.2016 - 30.11.2019
Ansprechpartner:	Peter Hatke M.Sc. (FE 1) Dr.-Ing. Marina Knyazeva (FE 2) Dipl.-Ing. (FH) Peter Lebelt (FE 3)

Kurzzusammenfassung

Wetterfester Baustahl zeichnet sich im Vergleich zu unlegiertem Baustahl durch eine wesentlich höhere Korrosionsbeständigkeit aus. Auf der Oberfläche des ungeschützten wetterfesten Baustahls bildet sich infolge natürlicher Korrosionsvorgänge eine fest haftende, kompakte Deckschicht aus, die die weitere Korrosion verlangsamt. Dies geschieht durch chemische Reaktionen der dem Stahl in geringen Mengen zulegierten Elemente wie Kupfer, Chrom und Nickel mit den in natürlicher Atmosphäre enthaltenen Verbindungen Sauerstoff, Schwefeldioxid und Wasser. Durch die verlangsamte Korrosionsreaktion ist der Einsatz des wetterfesten Baustahls unter natürlichen Korrosionsbedingungen auch ohne ein zusätzliches Korrosionsschutzsystem möglich und zulässig. Daraus resultieren gerade für den Einsatz in langlebigen Stahl- und Verbundkonstruktionen im Brückenbau klare wirtschaftliche und ökologische Vorteile im Vergleich zu organisch beschichtetem Baustahl. Trotzdem findet der wetterfeste Baustahl im Brückenbau in Deutschland bisher selten Anwendung, ganz im Gegensatz zum europäischen Ausland und vor allem Nordamerika. Dabei zeigt sich der wetterfeste Baustahl bei Einhaltung der Konstruktions- und Anwendungsregeln gemäß der DASt-Richtlinie 007 als gutes und sinnvolles Material, was regelmäßige Begehungen von bestehenden Brückenbauwerken bestätigen.

Den ersten Forschungsschwerpunkt stellte die Analyse des Korrosionsverhaltens des wetterfesten Baustahls unter heutigen atmosphärischen Bedingungen dar, da sich die Schadstoffbelastung im Zuge des weit fortgeschrittenen Strukturwandels in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert hat. Die Untersuchungen des Instituts für Korrosionsschutz Dresden GmbH zeigten, dass sich in der veränderten schwefeldioxidarmen Atmosphäre immer noch kompakte und unauffällige Oxidschichten auf wetterfestem Stahl bilden, die konstruktiv keine Veränderungen beim Bau mit wetterfestem Baustahl nötig machen.

Die visuelle Detektion selten vorkommender Ermüdungsrisse bei den regelmäßig durchzuführenden Brückenprüfungen wird durch die kompakte Deckschicht auf der Oberfläche des wetterfesten Baustahls erschwert. Im zweiten Forschungsschwerpunkt wurden deshalb durch das Fachgebiet Werkstoffprüftechnik zwei zerstörungsfreie Rissdetektionsverfahren, die

aktive Thermographie und die elektromagnetische Ultraschallwellenprüfung (EMAT), für den Einsatz an Brücken aus wetterfestem Baustahl qualifiziert und an realen Brückenbauwerken validiert. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die EMAT-Prüfung praxistauglich ist und an Stahlkonstruktionen ohne Beschichtung, wie beim unbeschichteten wetterfesten Baustahl, auch bei einer kompakten Deckschicht erfolgreich angewendet werden kann. Die aktive Thermographie zeigte sich hingegen weniger praxistauglich.

Den dritten Forschungsschwerpunkt bildeten die gleitfest vorgespannten Verbindungen von Bauteilen aus wetterfestem Baustahl. Dazu wurden am Lehrstuhl Stahlbau statische und zyklische Untersuchungen zur Bestimmung der Haftreibungszahlen diverser Oberflächenbehandlungen im Fügebereich durchgeführt. Durch natürliche oder künstliche Bewitterung der Kontaktflächen des zuvor gestrahlten wetterfesten Baustahls konnten sichere Haftreibungszahlen von $\mu \geq 0,50$ der Klasse A für effiziente gleitfest vorgespannte Verbindungen erzielt werden. Auch unter Dauerlasten und zyklischer Beanspruchung blieben die Kontaktflächen stabil.

Mit dem abgeschlossenen Forschungsprojekt wurde der Einsatz des wetterfesten Baustahls im Stahl- und Verbundbrückenbau erfolgreich optimiert.

Bezugsquellen des Forschungsberichtes

Der ausführliche Forschungsbericht der FOSTA - Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. kann in Kürze in digitaler Form über den Shop von [stahldaten.de](https://shop.stahldaten.de) unter <https://shop.stahldaten.de/produkt-kategorie/fosta-berichte> die bezogen werden.

Förderhinweis

Das IGF-Forschungsvorhaben 18655 BG bzw. FOSTA P1200 „Innovationen zum optimalen Einsatz des wetterfesten Baustahls im Stahl- und Verbundbrückenbau“ der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA), Sohnstraße 65 in 40237 Düsseldorf wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Innovations for the optimal use of weathering steel in steel and composite bridge construction

Project number:	IGF no. 18655 BG / FOSTA P1200
Research association:	Research Association for Steel Application (FOSTA)
Research institutes:	Chair of Steel Construction, TU Dortmund Department of Materials Test Engineering, TU Dortmund Institute of Corrosion Protection Dresden GmbH
Project duration:	01.08.2016 - 30.11.2019
Contact persons:	Peter Hatke M.Sc. Dr.-Ing. Marina Knyazeva Dipl.-Ing. (FH) Peter Lebelt

Abstract

Weathering steel is characterized by a much higher corrosion resistance compared to unalloyed structural steel. On the surface of the unprotected weathering steel, natural corrosion processes form a tightly adhering, compact oxide layer that slows down further corrosion. This occurs through chemical reactions between the alloying elements such as copper, chromium and nickel, which are added to weathering steel in small quantities, and the compounds oxygen, sulphur dioxide and water contained in the natural atmosphere. Due to the slower corrosion reaction of the weathering steel, the use under natural corrosion conditions is possible and permissible even without an additional corrosion protection system. This results in significant economic and ecological advantages over the organic coated structural steel, especially for use in durable steel and composite structures in bridge construction. Nevertheless, weathering steel has rarely been used in bridge construction in Germany, in contrast to other European countries and especially North America. If the design and application rules according to the DAST directive 007 are observed, the weathering steel proves to be a good and sensible material, which is confirmed by regular inspections of existing bridge structures.

The first research focus was the analysis of the corrosion behaviour of the weathering steel under present atmospheric conditions, as the pollution load has improved significantly in the course of the far advanced structural change in recent decades. The investigations of the Institute of Corrosion Protection Dresden GmbH showed that in the changed low-sulphur dioxide atmosphere compact and inconspicuous oxide layers are still forming on weathering steel, which structurally do not require any changes in construction with weathering steel.

The visual detection of rarely occurring fatigue cracks during the regular bridge inspections is made difficult by the compact oxide layer on the surface of the weathering steel. In the second research focus, two non-destructive crack detection methods, active thermography and Electromagnetic Acoustic Transducer (EMAT), were qualified for use on bridges made of weathering steel and validated on real bridge structures by the Department of Materials Test Engineering. The investigations have shown that EMAT is suitable for practical use and can

be successfully applied to steel structures without coating, as with uncoated weathering steel, even with a protective oxide layer. Active thermography is less practical due to the time required.

The third research focus was on the slip-resistant prestressed connections of components made of weathering steel. For this purpose, static and cyclical investigations were carried out at the Chair of Steel Construction to determine the static friction coefficients of various surface treatments in the joining area. Through natural or artificial weathering of the contact surfaces of the previously blasted weathering steel, reliable slip factors of $\mu \geq 0.50$ of class A for efficient slip-resistant prestressed connections could be achieved. The friction surfaces remained stable even under long-term and cyclical loads.

The completed research project has successfully optimised the use of weathering steel in steel and composite bridge construction.

Source of the research report

The detailed research report of the Research Association for Steel Application (FOSTA) will be available soon in digital form in the shop of stahldaten.de at <https://shop.stahldaten.de/produkt-kategorie/fosta-berichte>.

Acknowledgement

The research project IGF no. 18655 BG / FOSTA P1200 "Innovations for the optimal use of weathering steel in steel and composite bridge construction" of the Research Association for Steel Application (FOSTA), Sohnstraße 65 in 40237 Düsseldorf, Germany, was funded by the German Federation of Industrial Research Associations (AiF) as part of the program for the promotion of Industrial Collective Research (IGF) by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag.

Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

on the basis of a decision
by the German Bundestag