
Erfahrungsbericht zur Innenbeschichtung nach TL-Blatt 50 an der Brücke über den Petersdorfer See

Berichte der Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen
Brücken- und Ingenieurbau Heft B 206

Erfahrungsbericht zur Innenbeschichtung nach TL-Blatt 50 an der Brücke über den Petersdorfer See

von

Christian Rütters

Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES GmbH), Berlin

Malgorzata Schröder, Sarah Windmann

Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen (BASt), Bergisch Gladbach

Peter Lebelt

Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH (IKS Dresden GmbH), Dresden

Die Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen (BASt) veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der BASt, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG bezogen werden. Seit 2015 stehen sie zusätzlich als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung: <https://bast.opus.hbz-nrw.de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 2219007

Erfahrungsbericht zur Innenbeschichtung nach TL-Blatt 50 an der Brücke über den Petersdorfer See

Fachbetreuung:
Malgorzata Schröder

Referat:
Stahlbau, Brückenausstattung

Herausgeber:
Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

Redaktion:
Stabsstelle Presse und Kommunikation

Gestaltungskonzept:
MedienMélange:Kommunikation

Druck, Verlag und Produktsicherheit:
Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 0 | E-Mail: kontakt@schuenemann-verlag.de
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9293 | ISBN 978-3-95606-845-4 | <https://doi.org/10.60850/bericht-b206>

Bergisch Gladbach, April 2025

Kurzfassung – Abstract

Erfahrungsbericht zur Innenbeschichtung nach TL-Blatt 50 an der Brücke über den Petersdorfer See

Seit ca. 2016 verfolgt das Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur (ab 12/2021 Bundesministerium für Digitales und Verkehr) das Konzept, bedingt begehbare Hohlkästen im Bedarfsfall zu öffnen und handnah insbesondere auf Schweißnahtstelle zu prüfen [3]. Um solche Prüfungen zu erleichtern, sind solche Hohlkästen im Inneren seit der Neuausgabe der ZTV-ING 4-3 [4] und TL KOR-Stahlbauten [5] mit einer Beschichtung nach TL-Blatt 50 zu versehen.

Im Rahmen des Ersatzneubaus der Brücke über den Petersdorfer See im Zuge der BAB A 19 zwischen der Anschlussstelle Waren (Müritz) und Malchow begleitete die BASt ein Pilotprojekt, in dem erstmalig die Innenbeschichtung von Hohlkästen nach TL-Blatt 50 ausgeführt wurde. Die Grundlage für die Ausführung waren die ZTV-ING 4-3 und die TL KOR-Stahlbauten jeweils in der Entwurfsfassung, Stand 2017 sowie die Zustimmung im Einzelfall.

Während der Ausführung der Pilotmaßnahme und vor Veröffentlichung der ZTV-ING 4-3 [4] und der TL/TP-ING [5] wurde das TL-Blatt 50 auf Grundlage bereits gesammelter Erfahrungen modifiziert, um den Aufwand für künftige Projekte mit dem TL-Blatt 50 zu reduzieren und den Umgang an Oberflächen aus dem Werk und auf der Baustelle im Inneren einander anzugleichen.

Die Erprobung des TL-Blattes 50 im vorliegenden Fall erfolgte in Hohlkästen, die deutlich größere Abmessungen besitzen als im aktuellen Regelwerk zur Anwendung von TL-Blatt 50 vorgesehen. Gesammelte Erfahrungen im Rahmen der Pilotmaßnahme sind nur eingeschränkt auf bedingt begehbare Hohlkästen zu übertragen. Es wird empfohlen, das TL-Blatt 50 an bedingt begehbaren Bauwerken zu erproben sowie entstandene Kosten der Beschichtung nach TL-Blatt 50 in eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der späteren Notbegehung einzubeziehen. Ferner wird empfohlen, die Notwendigkeit, Baustellenmontagegestöße im Inneren von luftdicht verschlossenen Hohlkästen zu beschichten, auf Grundlage der Auslagerungsergebnisse der geschweißten Proben (erwartet in 2026) zu prüfen.

Experience report on the interior coating according to TL-Blatt 50 on the bridge over the Petersdorfer See

Since around 2016, the Federal Ministry of Transport and Infrastructure (from 12/2021 Federal Ministry of Digital and Transport) has been pursuing the concept of opening partially accessible box girders if necessary and inspecting them manually, particularly for weld cracks [3]. In order to facilitate such inspections, since the new edition of ZTV-ING 4-3 [4] and TL KOR-Stahlbauten [5], the interior of such box girders must be coated in accordance with TL-Blatt 50.

As part of the replacement construction of the bridge over the Petersdorfer See on the A 19 motorway between Waren (Müritz) and Malchow junctions, BASt accompanied a pilot project in which the interior coating of box girders was carried out for the first time in accordance with TL-Blatt 50. The basis for the execution was the ZTV-ING 4-3 and the TL KOR-Stahlbauten, each in the draft version as of 2017, as well as the approval in individual cases.

During the execution of the pilot project and prior to the publication of ZTV-ING 4-3 [4] and TL/TP-ING [5], TL-Blatt 50 was modified on the basis of experience already gained in order to reduce the effort required for future projects using TL-Blatt 50 and to harmonize the handling of surfaces from the factory and on the construction site.

The testing of TL-Blatt 50 in the present case was carried out in hollow boxes, which have significantly larger dimensions than provided for in the current regulations for the application of TL-Blatt 50. The experience gained during the pilot project can only be applied to a limited extent to box girders with limited accessibility. It is recommended that TL-Blatt 50 be tested on structures with limited accessibility and that the costs incurred for coating in accordance with TL-Blatt 50 be included in a profitability analysis of the subsequent emergency inspection. Furthermore, it is recommended that the need to coat construction site assembly joints inside airtight box girders be examined on the basis of the results of the ageing of the welded samples (expected in 2026).

Inhalt

1	Einleitung	7
2	Bauwerk	8
2.1	Allgemeines	8
2.2	Hohlkästen	10
3	Zustimmung im Einzelfall (ZiE)	11
3.1	Regelwerke als Grundlage der ZiE	11
3.1.1	Allgemeines	11
3.1.2	RE-ING 2-2, Nr. 1.4.1 (2) und (3) [6]	11
3.1.3	RE-ING 2-3 [7]	11
3.1.4	ZTV-ING 4-3, Stand: 2013/12 [2]	11
3.1.5	Entwurf ZTV-ING 4-3, Stand: 2017/05	11
3.1.6	Entwurf TL KOR-Stahlbauten, Stand: 2017/05	11
3.2	ZiE Vorgaben	12
3.3	Beteiligung bzw. Anbindung der BAST	13
4	Ausführung	14
4.1	Beschichten der Innenflächen	14
4.1.1	Nachweise zur Eignung von Beschichtungsstoffen	14
4.1.2	Ausführung im Werk	14
4.1.3	Oberflächenvorbereitung und Beschichten von Baustellenmontagestößen	15
4.1.4	Vergilbung der Beschichtung	18
4.1.5	Ausbesserung von Beschädigungen	20
4.2	Bestimmung der Korrosivitätskategorie	22
4.2.1	Allgemeines	22
4.2.2	Auslagerung im Inneren des Hohlkastens	24
4.2.3	Auslagerung im Außenbereich	25

4.2.4	Bewertung	25
4.2.5	Ergebnisse zur Korrosivitätskategorie nach einem Jahr im Brückenhohlkasten	26
4.2.6	Ergebnisse zur Korrosivitätskategorie nach einem Jahr Freibewitterung unter der Brücke	27
4.3	Geschweißte Probekörper	28
4.3.1	Hintergrund	28
4.3.2	Aufbau	28
4.3.3	Auslagerung	29
5	Diskussion	31
5.1	Abmessungen der Hohlkästen im Hinblick auf die Erprobung des Blattes 50	31
5.2	Montagestöße	31
5.3	Beseitigung von Beschädigungen an der Beschichtung	32
5.4	Beschichtungsstoffe	32
6	Schlussfolgerungen und Ausblick	34
7	Zusammenfassung	36
	Bilder	39
	Tabellen	41

1 Einleitung

Hohlkästen von Stahlbrücken wurden in der Vergangenheit entweder

- nicht begehbar, im Inneren unbeschichtet und luftdicht verschlossen oder
- begehbar, im Inneren beschichtet mit einer dreischichtigen Korrosionsschutzbeschichtung gemäß ZTV-ING 4-3, Anhang A, Stand 2013/12 [2] und begehbar

hergestellt.

Seit ca. 2016 verfolgt das Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur (ab 12/2021 Bundesministerium für Digitales und Verkehr) das Konzept, die größeren der luftdicht verschweißten Hohlkästen, die sogenannten bedingt begehbaren Hohlkästen im Bedarfsfall zu öffnen und handnah insbesondere auf Schweißnahtstelle zu prüfen [3]. Um solche Prüfungen zu erleichtern, sollen die Innenflächen der bedingt begehbaren Hohlkästen mit einer hellen Beschichtung versehen werden. Hierfür ist ein neues Beschichtungssystem nach TL-Blatt 50 gemäß ZTV-ING 4-3 [4] und TL/TP-KOR-Stahlbauten [5] vorgesehen.

Im Rahmen des Ersatzneubaus der Brücke über den Petersdorfer See begleitete die BAST ein Pilotprojekt, in dem die Innenbeschichtung von Hohlkästen nach TL-Blatt 50 ausgeführt wurde. Die Grundlage für die Ausführung waren die ZTV-ING 4-3 und die TL KOR-Stahlbauten jeweils in der Entwurfsfassung, Stand 2017 (Auszüge siehe Anhang A und Anhang B) sowie die Zustimmung im Einzelfall (ZiE).

Dieser Bericht enthält Erfahrungen über die Ausführung der Innenbeschichtung nach TL-Blatt 50, die sich aus der Begleitung der Maßnahme durch die BAST ergeben haben, im Zeitraum November 2018 bis November 2021.

2 Bauwerk

2.1 Allgemeines

Bei dem Bauwerk, an dem das TL-Blatt 50 zur Erprobung stand, handelt es sich um den Ersatzneubau der Brücke über den Petersdorfer See im Zuge der BAB A 19 zwischen der Anschlussstelle Waren (Müritz) und Malchow (km 38+646, BW 15). Der Ersatzneubau wurde als Stahlverbundbrücke mit abschnittswisen Doppelverbund bestehend aus zwei Teilbauwerken mit je zwei Hohlkästen ausgebildet (siehe Bild 1 bis Bild 4). Die allgemeinen technischen Informationen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Bauart:	3-Feld Stahlverbundbrücke (Doppelverbund)
Gesamtlänge zwischen den Endauflagern:	264,00 m
Krümmungsradius in Bauwerksachse:	4000,00 m
Bauwerksbreite:	32,10 m
Brückenfläche:	8.342,40 m ²

Tabelle 1: Technische Informationen zur Petersdorfer Brücke

Für den Bau des neuen Stahlüberbaus wurden zwischen den Widerlagern und den Seepfeilern Verschiebbahnen installiert und die landseitigen Überbauabschnitte in Segmentbauweise hergestellt.

Nachdem die jeweils 22 landseitig vorgesehenen Stahlkästen verschweißt und gesichert waren, erfolgte die Montage der im Baubereich vorgefertigten, ca. 286 t schweren und 92 m langen Mittelträger durch Einschwimmen und vertikalen Einhub mittels Litzenhebern. Im Anschluss an die Schweißarbeiten und den Einbau der Kalottenlager konnte der Doppelverbund im Trägerinneren über den Pfeilern und die Belastung der Endquerträger mit Schwerbeton realisiert werden.

Das Bauwerk besteht aus zwei getrennten Teilbauwerken, dem westlichen Teilbauwerk (1. Bauabschnitt, Fahrtrichtung Berlin) und dem östlichen Teilbauwerk (2. Bauabschnitt, Fahrtrichtung Rostock).

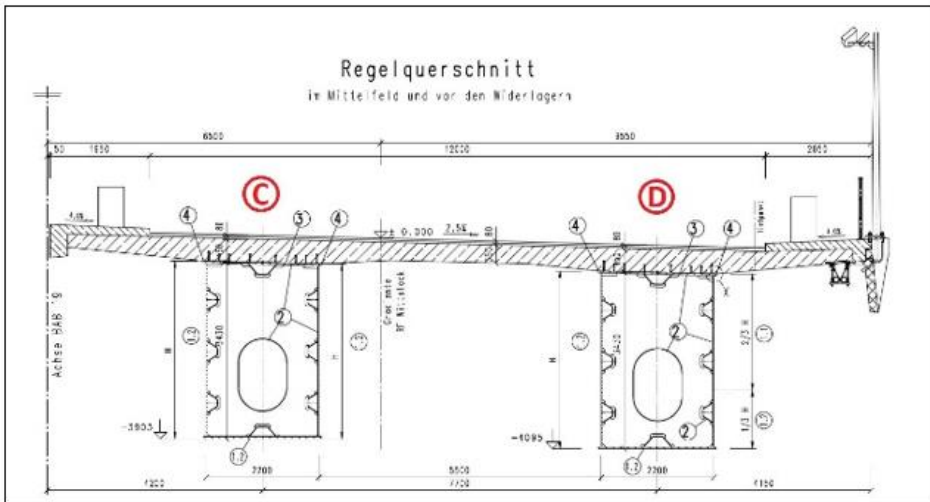


Bild 1: Regelquerschnitt eines Teilbauwerkes vom Ersatzneubaus Petersdorfer Brücke

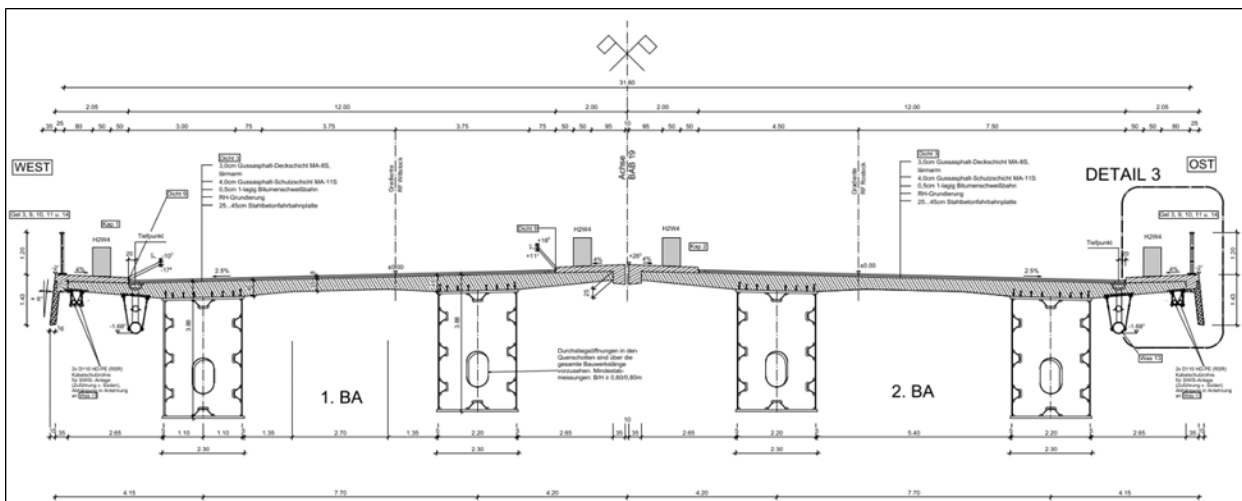


Bild 2: Übersicht Querschnitt des Ersatzneubaus der Brücke über den Petersdorfer See (Werkstattplanung)

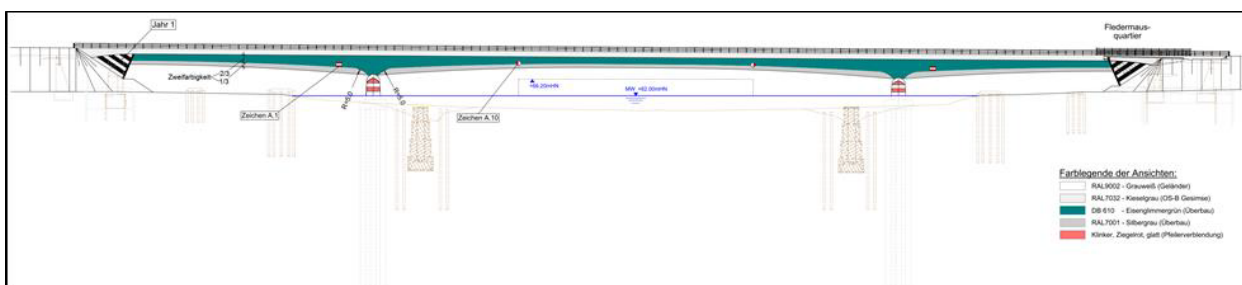


Bild 3: Bauwerksansicht von Osten des Ersatzneubaus der Brücke über den Petersdorfer See (Entwurfsplanung)



Bild 4: Vogelperspektive von Westen auf den Ersatzneubau der Brücke über den Petersdorfer See vom 20.11.2020 [Foto: Energieministerium Mecklenburg-Vorpommern]

2.2 Hohlkästen

Die Hohlkästen mit ca. 2,20 m Breite und einer variablen Höhe zwischen ca. 3,50 m und 6,00 m sind nach außen luftdicht verschlossen. Der luftdichte Verschluss wurde dabei über verschraubte Klappen mit Dichtgummis realisiert, die im Untergurt und je Hohlkasten jeweils bei den Widerlagern angeordnet sind. Die Hohlkästen an sich sind über die komplette Länge begehbar und alle Querschotte im Abstand von ca. 4,00 m sind aufgrund der Durchstiegsöffnungen luftdurchlässig gestaltet.

Der Bauwerksentwurf des Ersatzneubaus der Brücke über den Petersdorfer See stammt von September 2014. Zu diesem Zeitpunkt galt die RBA-BRÜ [1]. Dieses Regelwerk enthielt keine Vorgaben, inwieweit stählerne Hohlkästen in Abhängigkeit von ihrer Größe offen oder geschlossen zu gestalten sind. Hinsichtlich des Korrosionsschutzes von Hohlkästen unterschied man zum damaligen Zeitpunkt ausschließlich in die beiden Fälle permanent luftdicht verschlossen (ohne Korrosionsschutzbeschichtung) oder permanent offen bzw. der Außenluft zugänglich (mit Korrosionsschutzbeschichtung). Aufgrund dieser Gestaltungsfreiheit wurden die nach aktuellem Regelwerk [16] als begehbar einzustufenden Hohlkästen des Ersatzneubaus der Brücke über den Petersdorfer See luftdicht verschlossen geplant. Alle 4 Hohlkästen des Überbaus sollten ursprünglich ohne Innenbeschichtung ausgeführt werden. Im Rahmen der Abwicklung einer ZiE zu TL-Blatt 50 griff man in den damals bereits baulich fortgeschrittenen 1. Bauabschnitt nicht mehr ein und wählte die Erprobung von TL-Blatt 50 nur für den 2. Bauabschnitt.

Die Innenflächen der beiden luftdichtverschlossenen Hohlkästen vom 1. Bauabschnitt blieben unbeschichtet. Der 1. Bauabschnitt wurde im März 2018 fertiggestellt.

Die Innenflächen der beiden luftdicht verschlossenen Hohlkästen vom 2. Bauabschnitt wurden im Inneren mit einem Beschichtungsstoff nach TL-Blatt 50 als Pilotmaßnahme beschichtet. Der 2. Bauabschnitt wurde im Dezember 2020 fertiggestellt.

3 Zustimmung im Einzelfall (ZiE)

3.1 Regelwerke als Grundlage der ZiE

3.1.1 Allgemeines

Nachstehend sind die Regelwerke zitiert, die die Grundlage zur Zustimmung im Einzelfall (Dezember 2019) bildeten.

3.1.2 RE-ING 2-2, Nr. 1.4.1 (2) und (3) [6]

„(2) Begehbare Hohlkästen sind zu bevorzugen. Die Begehbarkeit richtet sich nach Abschnitt 3. Bei geringeren Abmessungen ist eine Begehbarkeit im Einzelfall, ggf. abschnittsweise, festzulegen und entsprechende Vorkehrungen zu treffen.“

„(3) Hohlkästen, deren Abmessungen eine Zugänglichkeit grundsätzlich nicht zulassen sowie kleine Stahlbauteile wie z. B. Trapezsteifen oder Schrammborde, gelten als nicht begehbar. Sie sind luftdicht zu verschweißen.“

3.1.3 RE-ING 2-3 [7]

Begehbare Hohlkästen sollen auf ganzer Länge mindestens 2,00 m lichte Durchgangshöhe und mindestens 1,00 m lichte Weite betragen.

3.1.4 ZTV-ING 4-3, Stand: 2013/12 [2]

In der Tabelle A 4.3.2 sind Hohlkästen in dicht geschlossene und offene belüftete Hohlkästen eingeteilt. Die dicht geschlossenen Hohlkästen erfordern keine Beschichtung der Innenflächen und die offenen belüfteten Hohlkästen ein dreischichtiges Korrosionsschutzsystem mit einer hellen Deckbeschichtung (siehe Tabelle A 4.3.2 Bauteil-Nr. 1.2.1).

3.1.5 Entwurf ZTV-ING 4-3, Stand: 2017/05

Der Entwurf der ZTV-ING 4-3, Stand 2017/05 (siehe Anhang A) unterscheidet zwischen nicht begehbaren Hohlkästen, bedingt begehbaren und nicht luftdicht verschweißten Hohlkästen.

Die bedingt begehbaren Hohlkästen sind solche Hohlkästen, die eine Zugänglichkeit grundsätzlich nicht ausschließen, d.h. sie werden luftdicht verschlossen, jedoch können sie bei Bedarf geöffnet und handnah insbesondere auf Risse in und an Schweißnähten geprüft werden. Um eine solche Prüfung zu erleichtern, ist eine helle Beschichtung als Einschichter nach TL-Blatt 50 der TL KOR-Stahlbauten (siehe Anhang B) ohne Grundbeschichtung für die Innenflächen vorgesehen.

3.1.6 Entwurf TL KOR-Stahlbauten, Stand: 2017/05

Die Anforderungen an die helle Beschichtung für Innenflächen von bedingt begehbaren Hohlkästen sind in einem neuen TL-Blatt (TL-Blatt 50) der TL KOR-Stahlbauten, Entwurf,

Stand 2017/05 (siehe Anhang B) festgelegt. Die Beschichtung nach TL-Blatt 50 ist für die Korrosivitätskategorie C3 und Schutzdauer „lang“ zu prüfen. Zusätzlich gibt es eine Anforderung an den Lösemittelgehalt, der nicht mehr als 100 g/m² bei 200 µm Trockenschichtdicke betragen darf. Bei dem Beschichtungsstoff handelt es sich um einen Beschichtungsstoff auf 2K-Epoxidharzbasis. Bezüglich der weiteren Zusammensetzung ist dem Hersteller freie Hand gegeben. Darüber hinaus ist die Identität des Stoffes über Finger-Prints (Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen, Luftdichte, Ablaufneigung und IR-Spektrum) festzuhalten.

Das TL-Blatt 50 wurde in die Regelwerksentwürfe unter „Beschichtungsstoffe zur Erprobung“ aufgenommen. Für ihre Anwendung ist eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich, um den Überblick der einzelnen Realisierungen zu gewährleisten.

3.2 ZiE Vorgaben

Für die Ausführung der Innenbeschichtung nach TL-Blatt 50 bei dem 2. Bauabschnitt der Brücke über den Petersdorfer See hat das Landesamt für Straßenbau und Verkehr Mecklenburg-Vorpommern mit Einverständnis des BMVI am 21.01.2019 eine ZiE erteilt. Als Beschichtungssystem ist ein einschichtiger Aufbau (Sollschichtdicke: 200 µm) mit dem Beschichtungsstoff SikaCor-2440 MF der Fa. Sika Deutschland GmbH in der Farbe RAL 9002 grauweiß vorgesehen.

Für die DEGES, die mit der Realisierung des Projektes beauftragt wurde, ergaben sich die folgenden Vorgaben aus der ZiE:

1. Die Maßnahme ist durch die BASt zu begleiten.
2. Die Dokumentation der Ausführung nach ZTV-ING 4-3 ist dem Landesamt für Straßenbau- und Verkehr M-V zu übergeben.
3. Die Beschichtung im Werk mit dem Beschichtungsstoff SikaCor-2440 MF der Fa. Sika Deutschland GmbH ist auf die Sa 2½ vorbereitete Oberfläche im Airlessverfahren aufzubringen. Baustellenmontagestöße sowie Ausbesserungen von Transport und Montageschäden der Werksbeschichtung sind auch mit dem Beschichtungsstoff SikaCor-2440 MF zu beschichten. Die Oberflächenvorbereitung erfolgt an diesen Stellen maschinell mit dem Bristle Blaster der Fa. Monti in Anlehnung an den Oberflächenvorbereitungsgrad P Sa 2½. Die Sollschichtdicke beträgt jeweils 200 µm. Für Bereiche, die mit dem Bristle Blaster nicht erreichbar sind, ist der Oberflächenvorbereitungsgrad P St 2 herzustellen. An diesen etwas schlechter vorbereiteten Oberflächen ist zusätzlich als Grundbeschichtung der Beschichtungsstoff Sika Poxicolor Primer HE NEU mit einer Sollschichtdicke von 80 µm aufzubringen. Der weitere Aufbau folgt dann wieder dem umgebenden System mit dem Beschichtungsstoff SikaCor-2440 MF in der Sollschichtdicke von 200 µm.
4. Im Inneren der Stahlhohlkästen sind Standardproben zur Ermittlung von Korrosivität auszulagern. Für die Ermittlung der Korrosivität nach DIN EN ISO 9223 [8] müssen die Standardproben jeweils nach 1 Jahr ausgewertet werden.
5. Im Inneren der Stahlhohlkästen sind geschweißte teils beschichtete Probekörper auszulagern. An den geschweißten Probekörpern sind Ritzverletzungen gemäß TP KOR-Stahlbauten [9] durchzuführen.
6. Der verwendete Beschichtungsstoff SikaCor-2440 MF ist den Identifikationsprüfungen gemäß der TL KOR-Stahlbauten (Anhang B) durchzuführen.

3.3 Beteiligung bzw. Anbindung der BAST

Eine Beteiligung bzw. Anbindung der BAST haben die BAST und die DEGES wie folgt definiert:

- Teilnahmen an den Baubesprechungen, die den Korrosionsschutz im Inneren des Hohlkastens betreffen,
- Begleitung der Ausführung des Korrosionsschutzes von einem Schuss im Werk,
- Begleitung der Ausführung von ausgewählten Schweißnahtbeschichtungen im Inneren auf der Baustelle,
- Abstimmungen über Auslagerungen der Standardproben,
- Abstimmung über die Probekörper mit Schweißnaht.

4 Ausführung

4.1 Beschichten der Innenflächen

4.1.1 Nachweise zur Eignung von Beschichtungsstoffen

Die Übereinstimmung des Stoffes SikaCor-2440 MF mit dem TL-Blatt 50 gemäß dem Entwurf der TL KOR-Stahlbauten (Anhang A) wurde durch ein Prüfzeugnis belegt.

Der Beschichtungsstoff Sika Poxicolor Primer HE NEU ist in der BAST-Zusammenstellung der zertifizierten Beschichtungsstoffe als Primer für ein Dickschichtsystem nach TL-Blatt 94 für die Stoff-Nrn. 694.01, 694.02 und 694.06 gelistet, d.h. auf handentrosteter Oberfläche geprüft. Somit war der Nachweis über die Eignung dieser Beschichtung auf handentrostetem Stahl gegeben.

Der Beschichtungsstoffhersteller bestätigte schriftlich, dass die Beschichtungsstoffe Poxicolor Primer HE NEU und SikaCor-2440 MF miteinander kompatibel sind.

4.1.2 Ausführung im Werk

Im Mai 2019 besichtigten die Vertreter der BAST und der DEGES die in Deutschland gelegene Fertigungsstätte für die Herstellung der Stahlkonstruktion.

Es wurde dabei beobachtet, dass das Strahlen der Innenflächen der Hohlkästen im Werk trotz der großzügigen Abmessungen der Hohlkästen sehr aufwendig war. Das verwendete Mehrwegstrahlmittel wurde von Hand und auf Förderbändern aus den Bauteilen entfernt (siehe Bild 5).



Bild 5: Transport des Mehrwegstrahlmittels aus den Hohlkästen im Werk von Hand und Mittels Förderband während einer Strahlpause [Foto: Fa. Donges SteelTec GmbH / Darmstadt]

Die ausgeführte Beschichtung im Hohlkasteninneren nach TL-Blatt 50 wurde visuell und zerstörungsfrei mittels Schichtdickenmessung geprüft. Die Beschichtung nach TL-Blatt 50 erschien makellos und glänzend weiß (siehe Bild 6).

Der Beschichter berichtete, dass die Applikation der Beschichtung nicht wie geplant einschichtig, sondern in zwei Schichten durch das Airless-spritzen erfolgte. Dies hatte zum Zweck, die Sollschildtdicke von 200 µm sicher zu erreichen. Die vor Ort gemessenen Schichtdicken betragen zwischen 400 µm und 600 µm (Bild 7).



Bild 6: Hellweiße Beschichtung nach TL-Blatt 50 (Farbe: grauweiße, RAL 9002) [Foto: Fa. Donges SteelTec GmbH / Darmstadt]



Bild 7: Die gemessene Schichtdicke von 542 µm im Bereich einer Ecke [Foto: Fa. Donges SteelTec GmbH / Darmstadt]

4.1.3 Oberflächenvorbereitung und Beschichten von Baustellenmontagestößen

Die Oberflächenvorbereitung in Anlehnung an den Oberflächenvorbereitungsrat P Sa 2½ erfolgte auf der Baustelle mit dem Bristle Blaster der Fa. Monti (siehe Bild 8). „Bristle Blaster (Drahtspannstrahlen) ist ein Verfahren zur Bearbeitung metallischer Oberflächen mittels eines rotierenden, mit Drähten bestückten Bandes.“ [10].



Bild 8: Oberflächenvorbereitung mit Bristle-Blaster der Fa. Monti [Foto: DEGES GmbH]

Die Oberflächenvorbereitung auf der Baustelle mit dem Bristle Blaster führte zu einem guten Ergebnis. Die korrekte Haltung des Gerätes, bei der der Spannstift (Bild 12) knapp über der Stahloberfläche geführt wird und die gleichmäßige Geräteführung sind wesentliche

Einflussgrößen auf die Qualität der Oberflächenvorbereitung. Besonders diese Merkmale sind aber auch stark abhängig von den Kenntnissen und handwerklichen Fähigkeiten des Bedieners. Eine systematische Arbeitsweise kann man gut anhand eines streifenartigen und gleichmäßigen Vorbereitungsbildes nachvollziehen (Bild 9).

Der erzielte Rauheitsgrad lag zwischen Segment 2 und 3 des ISO-Rauheitsvergleichsmusters G für kantiges Strahlmittel nach DIN EN ISO 8503-1 [11] und entsprach damit der Rauheit mittel (G). Die Oberflächenreinheit war durchaus mit dem Oberflächenvorbereitungsgrad P Sa 2½ vergleichbar (Bild 9 und Bild 10).



Bild 9: Oberflächenvorbereitung der Fläche [Foto: DEGES GmbH]

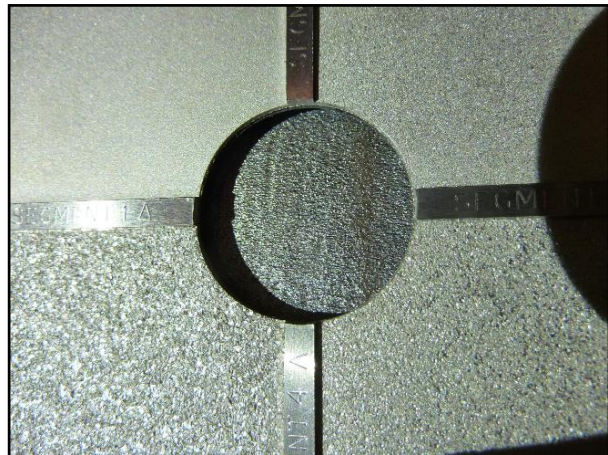


Bild 10: Die erzeugte Rauheit liegt zwischen Segment 2 und 3 des ISO-Rauheitsvergleichsmusters G [Foto: DEGES GmbH]



Bild 11: Stahlband mit Drähten [Foto: DEGES GmbH]



Bild 12: Abgenutztes Band am Bristle Blaster der Fa. Monti; der Spannstift kann die Drähte nicht mehr spannen [Foto: DEGES GmbH]

Der Zeitaufwand für diese Oberflächenvorbereitung betrug ca. 1 h/m². Mit einem Band kann ca. 1 m² Oberfläche vorbereitet werden. Danach ist das Band in der Regel verschlisslen. Die Enden der Drähte am Band (Bild 11) sollten während der Bearbeitung möglichst spitz sein. Durch die Arbeit mit dem Gerät runden sich die Drahtenden ab. Solange die

Drähte noch lang genug sind, dass sie vom Spannstift des Bristle Blasters gespannt werden können, kann man die Drähte spitz anschleifen. Sind die Drähte soweit abgenutzt, dass sie durch den Spannstift am Bristle Blaster nicht mehr gespannt werden können (Bild 12), muss das Band getauscht werden. Der Bristle Blaster ist gut geeignet für ebene Flächen. An Kehlen oder aufgehenden Blechen kann der Bristle Blaster nicht mehr eingesetzt werden. Die Geometrie des Spannstiftes am Gerät verhindert, dass man an die Oberfläche nahe genug herankommt, um diese vorzubereiten. Für die mit dem Bristle Blaster unzugänglichen Bereiche wurden Fräser (Bild 13) oder rotierende Bürsten (Bild 14) verwendet, mit denen der Oberflächenvorbereitungsgrad P Ma erzeugt werden konnte.



Bild 13: Oberflächenvorbereitung an den schwer zugänglichen Stellen mit dem Fräser [Foto: DEGES GmbH]



Bild 14: Oberflächenvorbereitung an den schwer zugänglichen Stellen mit rotierenden Bürsten [Foto: DEGES GmbH]

Überlappungsbereiche zur werkseitigen Beschichtung wurden aufgrund der längeren Standzeit vor dem Beschichten mit Schleifpapier angeschliffen bzw. aktiviert.

Oberflächen, die nicht mit dem Bristle Blaster vorbereitet werden konnten, sondern mit Fräsern und rotierenden Bürsten, wurden vor dem Applizieren des Beschichtungsstoffes SikaCor-2440 MF mit dem oberflächentoleranten Primer Sika Poxicolor Primer HE NEU versehen (Bild 15). Die Applikation erfolgte mittels Pinsel.



Bild 15: Vorgestrichene Flächen mit Sika Poxicolor Primer HE NEU [Foto: DEGES GmbH]

Um die Beschichtung mit dem Stoff SikaCor-2440 MF in der Sollschichtdicke von 200 µm auf der Baustelle zu applizieren, wählte der Beschichter die folgende Regelvorgehensweise. Eine erste Schicht wurde mit dem (Flach-)Pinsel und zwei weitere Schichten wurden mit der Rolle appliziert.

4.1.4 Vergilbung der Beschichtung

Nach ca. 6 Monaten zeigten sich im Kontrast zu der frischen Beschichtung an den Baustellenmontagestößen deutlich sichtbare Farbabweichungen zu der Werksbeschichtung, die nicht auf Einflüsse der Stahlbaumontage zurückzuführen waren. Die ursprünglich grauweiße Werksbeschichtung (siehe Bild 6) war im Vergleich zu der Beschichtung an den Montagestößen nach etwa einem halben Jahr deutlich verändert (siehe Bild 16, Bild 17 und Bild 18) und erschien nun eher elfenbeinfarben. Da die Beschichtung im Werk und auf der Baustelle aus derselben Stoffcharge stammte, konnten Farbabweichungen aus unterschiedlichen Chargen ausgeschlossen werden. Besonders auffällig zeigten sich die Farbabweichungen im Umfeld der Montagestöße. Sie waren allerdings auch im Inneren der verschiedenen Hohlkastenbauteile wahrnehmbar.



Bild 16: Vollständig beschichteter Baustellenmontagestoß im Inneren des Hohlkastens mit angrenzenden Verschmutzungen durch Schweißgase (Schmauch) [Foto: DEGES GmbH]



Bild 17: Starke Verschmutzung/Verfärbung der Werksbeschichtung [Foto: DEGES GmbH]



Bild 18: Starke Verschmutzung/Verfärbung der Werksbeschichtung [Foto: DEGES GmbH]

Die Bauteile aus dem Werk wurden im Sommer ohne zusätzlichen Schutz in Deutschland über die Straße bis zur Baustelle der Brücke über den Petersdorfer See an der BAB 19 transportiert und lagerten dann dort im Freien. Infolge der Schweißarbeiten auf der Baustelle an den Montagestößen wurden die einzelnen Bauteile aneinandergefügt, bis schließlich die beiden Hohlkästen hergestellt und kein UV-Licht von außen mehr auf die Innenbeschichtung gelangen konnte. Das Sonnenlicht konnte seit dem Ende der Werksfertigung die Stahlbauteile direkt erwärmen bis die Verbundplatte am Obergurt betoniert wurde. In dem Zeitraum nach dem Ende der Werksfertigung der ersten Bauteile von Mai 2019 bis zur Feststellung der Farbabweichungen im Oktober 2019 waren die Stahlbauteile der sommerlichen Sonne ausgesetzt. Im Sommer sind Stahltemperaturen über 60 °C infolge direkter Sonneneinstrahlung nicht unüblich.

Aufgrund dieser Randbedingungen lagen zwei mögliche Auslöser nahe, die für sich genommen oder in Kombination die Farbabweichungen verursachen hätten können. Zum einen hätte die thermische Belastung infolge der Sonneneinstrahlung und zum anderen das einfallende Tageslicht mit seinem UV-Strahlungsanteil die Farbabweichungen auslösen können.

Die Bauteillängen der Schüsse variierten zwischen ca. 8,60 m und 28,00 m und betrug überwiegend ca. 20,00 m. Da die Farbabweichungen auch im Hohlkasteninneren wahrnehmbar waren, wo der UV-Lichtanteil aus dem Sonnenlicht keinen direkten Zugang hat, hat die Fa. Sika intern den Beschichtungsstoff SikaCor-2440 MF thermisch entsprechend belastet und anschließend auf seine Farbstabilität hin überprüft. Das Ergebnis war, dass die thermische Belastung nicht der Verursacher der Farbabweichungen war. Es blieb somit nur noch das UV-Licht als Auslöser übrig. Für die wahrgenommenen Farbabweichungen weit im Inneren der Hohlkästen wird vermutet, dass reflektiertes Streulicht der Sonne, z.B. aufgrund der nahen Wasseroberfläche des Petersdorfer Sees, während der Bauphase in die offenen Hohlkästen gelangen konnte. Die Fa. Sika hat die Belastung mit UV-Licht als Auslöser bestätigt und im Juni 2020 erklärt, dass sich, aufgrund des Einsatzes eines schneller reagierenden Härter, das Epoxidharzbindemittel bei UV-Einwirkung in einer kürzeren Zeit als üblich farblich verändert (vergilbt). Die Fa. Sika hat nach eigenen Angaben aus diesem Grund ein verbessertes Nachfolgeprodukt entwickelt.

4.1.5 Ausbesserung von Beschädigungen

Im Zuge der Montagearbeiten kam es zu unterschiedlichsten Beschädigungen an der fertigen Innenbeschichtung, die auch von ihrem Umfang im Bauwerk her variierten. Es waren:

- mechanische Beschädigungen im Hohlkasteninneren hauptsächlich durch das Herstellen des bewehrten Doppelverbundbereichs am Untergurt im Umfeld der Pfeiler,
- Durchbrände im Inneren infolge von Schweißarbeiten an den außenliegenden Blechen (Bild 19 und Bild 20),
- fest anhaftende Verfärbungen der Beschichtung hervorgerufen durch Schweißgase (Schmauch) im Umfeld der Baustellenmontagegestöße (Bild 16 und Bild 17),
- allgemeine Verschmutzungen und Beschädigen durch den Baustellen- und Montagebetrieb (Bild 21, Bild 22 und Bild 23).



Bild 19: Verbrennung der Beschichtung (Durchbrände) infolge von Schweißarbeiten auf der Blechaußenseite [Foto: DEGEGS GmbH]



Bild 20: Verbrennung der Beschichtung (Durchbrände) infolge von Schweißarbeiten auf der Blechaußenseite [Foto: DEGEGS GmbH]



Bild 21: Mechanische Verletzungen [Foto: DEGEGS GmbH]



Bild 22: Mechanische Verletzungen [Foto: DEGEGS GmbH]



Bild 23: Mechanische Verletzungen [Foto: DEGEG GmbH]

Nach Abschluss der Beschichtungsarbeiten an den Baustellenmontagestößen und dem Herstellen des Betons im Hohlkasteninneren stellte sich die Frage, wie mit den Beschädigungen an der Beschichtung umzugehen sei. Im Zuge der Diskussion wurde festgelegt, dass die optischen Anforderungen einer hellweißen und gleichmäßigen Beschichtung ohne sichtbare Störungen zur Erleichterung der Bauwerksprüfung überwiegen. Die Bauwerksprüfung soll zügig durchgeführt und vorhandene Beschädigungen sollen einfach, schnell und damit wirtschaftlich erkannt werden können. Die vorhandenen Verschmutzungen und Beschädigungen stünden dieser Anforderung entgegen. Daher wurde im Juni 2020 festgelegt, alle Beschädigungen auszubessern und sämtliche Verschmutzungen zu beseitigen. Lediglich die Vergilbungen, wie z.B. in Bild 24 und Bild 25, wurden nicht überbeschichtet.



Bild 24: Fertiggestellte Innenbeschichtung [Foto: DEGEG GmbH]



Bild 25: Fertiggestellte Innenbeschichtung [Foto: DEGEG GmbH]

Die Vorgehensweise zur Ausbesserung von Beschädigungen an der Beschichtung bis zum Substrat entsprach der Vorgehensweise zur Beschichtung der Baustellenmontagestöße (siehe Ziffer 4.1.3). Bei Beschädigungen innerhalb der Beschichtung, die nicht bis zum

Substrat reichten wie z.B. Kratzer, wurden die betroffenen Schichten ergänzt. Überlappungsbereiche zur vorhandenen Beschichtung wurden aufgrund der längeren Standzeit vor dem Beschichten mit Schleifpapier angeschliffen bzw. aktiviert.

4.2 Bestimmung der Korrosivitätskategorie

4.2.1 Allgemeines

Die Korrosivität wird anhand der Korrosionsgeschwindigkeit gemäß DIN EN ISO 9223 [8] im Inneren eines Hohlkastens und im Außenbereich des Bauwerkes bestimmt. Dazu werden Standardproben gemäß DIN EN ISO 9226 [12] genutzt.

Mit allen Arbeiten diesbezüglich wurde das Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH (IKS Dresden) beauftragt. Diese Arbeiten umfassen:

- die Lieferung von eindeutig gekennzeichneten Standardproben aus Eisen und Zink,
- die Planung und Ausführung der Versuchsgestelle, an den die Standardproben befestigt werden,
- die Auslagerung der Standardproben,
- Beprobung und Auswertung der Standardproben nach einem Jahr und fünf Jahren der Auslagerung im Inneren eines Hohlkastens und nach einem Jahr der Auslagerung im Außenbereich des Bauwerkes,
- Entsorgung der Gestelle.

Im Außenbereich wird 1 Probensatz mit 6 Standardproben (3 x Fe / 3 x Zn) ausgelagert, der nach 1 Jahr entnommen wird (siehe Bild 26).

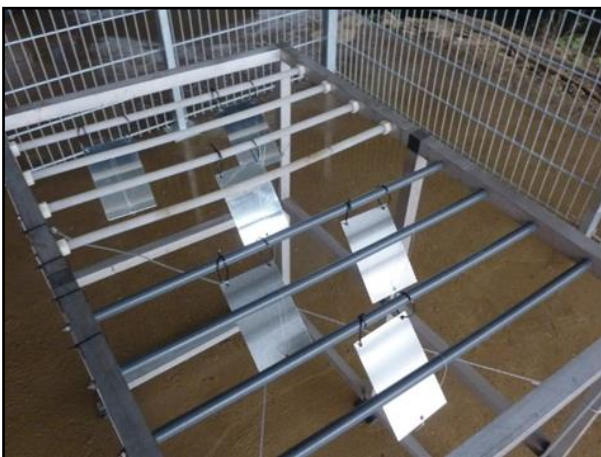


Bild 26: Das Gestell mit Eisen- und Zinkproben für die Außenauslagerung der Standardproben gemäß DIN EN ISO 9226 [Foto: DEGES GmbH]

Im Hohlkasteninneren werden 2 Probensätze mit insgesamt 12 Standardproben ausgelagert. Dabei wird 1 Probensatz mit 6 Standardproben (3 x Fe / 3 x Zn) nach 1 Jahr und 1 Probensatz mit 6 Standardproben (3 x Fe / 3 x Zn) nach 5 Jahren entnommen (siehe Bild 27).



Bild 27: Das Versuchsgestell mit Eisen- und Zinkproben für die Auslagerung der Standardproben gemäß DIN EN ISO 9226 im Hohlkasteninneren. [Foto: Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH]

Die Standardproben eines Probensatzes wurden vor der Auslagerung gemäß DIN EN ISO 9226 vorbehandelt und mittels Analysenwaage gewogen.

Vor der Auslagerung wurde der Ausgangszustand der Standardprobekörper photographisch dokumentiert. Der Ausgangszustand der Stahlbleche ist exemplarisch in Bild 28 und Bild 29 und der Ausgangszustand der Zinkbleche in Bild 30 und Bild 31 dargestellt.



Bild 28: Stahlblech Vorderseite



Bild 29: Stahlblech Rückseite



Bild 30: Zinkblech Vorderseite



Bild 31: Zinkblech Rückseite

Der Auslagerungszeitraum für die einjährige Auslagerung liegt zwischen Dezember 2020 und Dezember 2021 und der Auslagerungszeitraum für die fünfjährige Auslagerung liegt zwischen Dezember 2020 und Dezember 2025.

4.2.2 Auslagerung im Inneren des Hohlkastens

Zwölf Standardproben (6 aus Eisen und 6 aus Zink) wurden im Dezember 2020 im Hohlkasteninneren in Achse D (Bild 32) am südlichen Widerlager in der Nähe der Öffnungsluke ausgelagert. Die Proben sind an einem vom IKS Dresden angefertigten Gestell gemäß den Vorgaben der DIN EN ISO 9226 befestigt (siehe Bild 27).



Bild 32: Platzierung des Versuchsstandes samt des Sicherheitszaunes unter der Brücke (Bauwerk 1. Bauabschnitt) am nördlichen Widerlager [Foto: DEGES GmbH]

4.2.3 Auslagerung im Außenbereich

Die Auslagerung im Außenbereich erfolgte am nördlichen Widerlager unter dem westlichen Teilbauwerk der Richtungsfahrbahn Berlin. Der Versuchsstand wurde eingezäunt und mit einem Dachgitter versehen, um das Übersteigen des Versuchstands zu verhindern und damit die Proben vor Vandalismus zu schützen (siehe Bild 32). Zur Information der Bürger wurde eine Informationstafel aufgehängt (siehe Bild 33).

Für die Auslagerung wurden die Vorgaben der DIN EN ISO 8565 [14] beachtet.



Bild 33: Informationstafel [Foto: DEGES GmbH]

4.2.4 Bewertung

Die Standardproben sind nach 1 Jahr und 5 Jahren entsprechend dem Auslagerungsplan zu entnehmen und gemäß DIN EN ISO 9226 [12] auszuwerten.

Im Rahmen der Auswertung ist die ermittelte Korrosivität an den Standardproben in Bezug zu setzen zu den Korrosivitätskategorien der DIN EN ISO 12944-2 [15] unter Beachtung der zeitlichen Entwicklung der Abtragungsgeschwindigkeit gemäß DIN EN ISO 9224 [13].

Nach einem Jahr Freibewitterung wurde der erste Satz der am 03.12.2020 ausgelagerten Standardproben am 02.12.2021 beprobt und im Jahr 2022 hinsichtlich der Korrosionsgeschwindigkeit ausgewertet.

Die nach einem Jahr Freibewitterung auf den Standardproben entstandenen Korrosionsprodukte wurden durch inhibiertes Beizen gemäß DIN EN ISO 9226 entfernt. Der im Freibewitterungszeitraum durch Korrosion an den Standardproben verursachte Masseverlust wurde gravimetrisch gemessen. Aus dem Masseverlust wurde die Abtragungsgeschwindigkeit als flächenbezogener Masseverlust für das erste Jahr der Auslagerung ermittelt.

4.2.5 Ergebnisse zur Korrosivitätskategorie nach einem Jahr im Brückenhohlkasten

Nach der einjährigen Bewitterung im Brückenhohlkasten wurden die Standardprobekörper visuell ausgewertet. Visuell war Korrosion an den Standardproben nur in sehr geringem Umfang als Korrosionspunkte feststellbar. In Bild 34 ist eine Standardprobe des Stahls und in Bild 35 eine Standardprobe des Zinks exemplarisch dargestellt.



Bild 34: Stahlblech Vorderseite Bewitterung im Hohlkasten Achse C, im Bereich Einstiegs Luke zw. Achse 10/20



Bild 35: Zinkblech Vorderseite Bewitterung im Hohlkasten Achse C, im Bereich Einstiegs Luke zw. Achse 10/20

Die visuell dokumentierte geringe punktuelle Korrosion der Standardproben im Brückenhohlkasten wird durch die ermittelte Korrosionsgeschwindigkeit für das erste Jahr der Auslagerung bestätigt, siehe Tabelle 2. Nach Auswertung der Korrosionsgeschwindigkeit der Standardprobekörper wurde im Brückenhohlkasten die Korrosivitätskategorie: C1 (unbedeutend) festgestellt.

Probenummer	Werkstoff	Ausgangsgewicht in g	Endgewicht in g	Korrosionsgeschwindigkeit in g/(m ² · a)	Korrosivitäts- kategorie
1	Stahl	173,36830	173,35050	0,59	C1
2		172,44935	172,43190	0,58	
3		172,77740	172,75990	0,58	
1	Zink	104,71504	104,71340	0,05	C1
2		104,76636	104,76402	0,08	
3		104,67942	104,67864	0,03	

Tabelle 2: Korrosivitätskategorie im Hohlkasten

4.2.6 Ergebnisse zur Korrosivitätskategorie nach einem Jahr Freibewitterung unter der Brücke

Nach der einjährigen Bewitterung unter der Brücke wurden die Standardprobekörper visuell ausgewertet. Visuell war an den Standardproben flächige Rotrostkorrosion des Stahls und Weißrostkorrosion des Zinks feststellbar. In Bild 36 ist eine Standardprobe des Stahls und in Bild 37 eine Standardprobe des Zinks exemplarisch dargestellt.



Bild 36: Stahlblech Vorderseite Freibewitterung unter der Brücke Hilfsjoch III



Bild 37: Zinkblech Vorderseite Freibewitterung unter der Brücke Hilfsjoch III

Die visuell dokumentierte flächige Korrosion der Standardprobekörper wird durch die ermittelte Korrosionsgeschwindigkeit für das erste Jahr der Auslagerung bestätigt, Tabelle 3. Nach Auswertung der Korrosionsgeschwindigkeit der Standardprobekörper wurde für den natürlich bewitterten Außenbereich am Hilfsjoch III die Korrosivitätskategorie: C2 (gering) festgestellt.

Probenummer	Werkstoff	Ausgangsgewicht in g	Endgewicht in g	Korrosionsgeschwindigkeit in g/(m ² · a)	Korrosivitäts- kategorie
7	Stahl	171,27330	166,56100	156,70	C2
8		172,42400	167,50820	163,47	
9		172,01935	166,64715	178,64	
7	Zink	104,40010	104,30266	3,27	C2
8		104,68564	104,57818	3,60	
9		104,64370	104,54192	3,41	

Tabelle 3: Korrosivitätskategorie in Freibewitterung

4.3 Geschweißte Probekörper

4.3.1 Hintergrund

Anhand von geschweißten Probekörpern, die die Geometrie der Baustellenmontagestöße nachstellen, soll das Korrosionsverhalten im Hohlkasteninneren bewertet werden. Daraus soll abgeleitet werden, ob Montagestöße im Inneren des dicht verschlossenen und beschichteten Hohlkastens beschichtet werden müssen oder unbeschichtet bleiben dürfen.

Die Probekörper verbleiben 5 Jahre im Bauwerk und werden danach mittels hochauflösender Bilder vergleichend mit dem Zeitpunkt vor deren Auslagerung (Referenzzustand) bewertet.

4.3.2 Aufbau

Ein Probekörper besteht jeweils aus zwei gleich großen Teilblechen des Werkstoffs S355 J2 + N, die in Längsrichtung mit einer DV-Naht analog der Schweißnähte an den Baustellenmontagestößen verschweißt sind. Die Endabmessungen eines Probekörpers liegen bei ca. 500x300x10 mm mit einem Einzelgewicht von ca. 12 kg (siehe Bild 38). 4 Probekörper sind einseitig und 4 Probekörper sind beidseitig gestrahlt (Sa 2½ und mittel G). Alle 8 Probekörper sind einseitig auf der gestrahlten Seite mit dem Beschichtungsstoff SikaCor-2440 MF (NDFT = 200 µm) beschichtet und mit einer Schlagzahl gekennzeichnet.

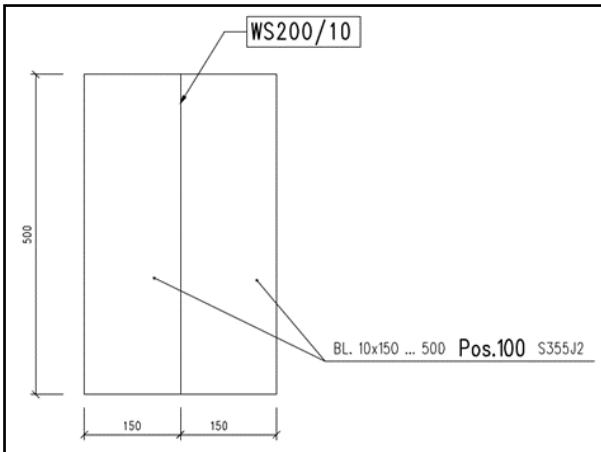


Bild 38: Geometrie der geschweißten Probekörper (Auszug aus dem Werkstattplan)

Die Herstellung der geschweißten Probekörper gehörte zur Leistung des Stahlbauers. Im Anschluss wurden die Probekörper verpackt und dem IKS Dresden übergeben. Auf der beschichteten Seite hat das IKS Dresden jeweils eine Ritzverletzung (Fräsnut) gemäß TP KOR – Stahlbauten [9] ergänzt.

4.3.3 Auslagerung

Die Auslagerung der geschweißten Probekörper in die beiden Hohlkästen vom 2. Bauabschnitt erfolgte am 03.12.2020 am nördlichen Widerlager (siehe Schema Bild 39). Die Proben sind während der Auslagerung in Gestellen, die das IKS Dresden angefertigt hat, stehend gelagert (siehe Bild 40). Im Anschluss an die Auslagerung wurden die Öffnungsluken der Hohlkästen dicht verschlossen. Die Entnahme der geschweißten Proben ist im Dezember 2025 vorgesehen.

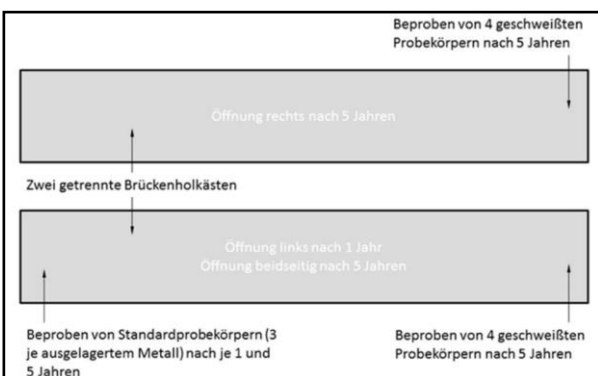
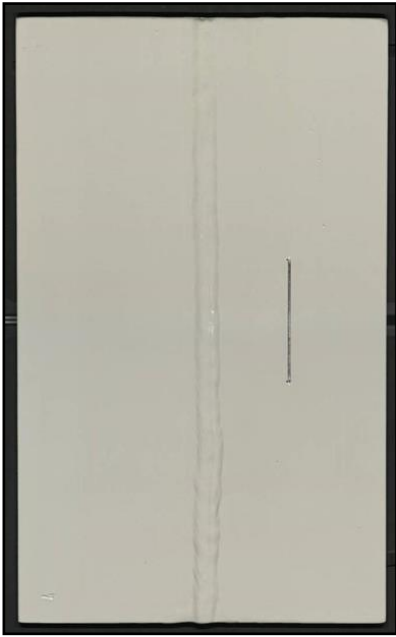


Bild 39: Auslagerungsschema der Standardproben und der geschweißten Proben in den beiden Hohlkästen des Bauwerks (2. Bauabschnitt)



Bild 40: Das Gestell mit den Probekörpern [Foto: DEGES GmbH]

Der Zustand der Proben vor der Auslagerung wurde vom IKS Dresden auf Grundlage einer umfassenden Sichtkontrolle festgestellt. In diesem Rahmen wurden hochauflösende Fotos erstellt und das Einzelgewicht mittels einer Präzisionswaage ermittelt. Der dokumentierte visuelle Eindruck der Proben ist in den folgenden Bildern (Bild 41 - Bild 43) dargestellt.



**Bild 41: Beschichtete
Vorderseite**

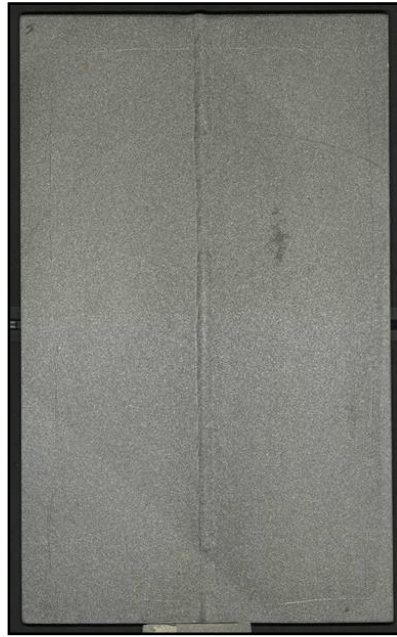
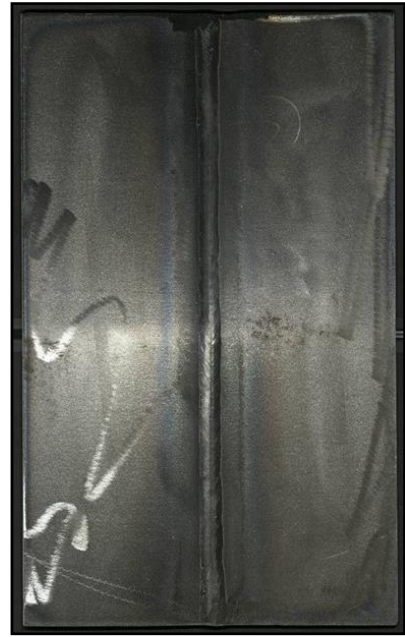


Bild 42: Gestrahlte Rückseite



**Bild 43: Unbearbeitete
Rückseite**

Nach der Auslagerung werden aus derselben Kameraposition relativ zum Probestück wie vor der Auslagerung, hochauflösende Fotos erstellt und das Einzelgewicht der Proben ermittelt. Der Zustand vor und nach der Auslagerung wird verglichen und ausgewertet. Die Unterrostung und die Unterwanderung wird an den Ritzverletzungen entsprechend TP KOR-Stahlbauten bestimmt und bewertet. Die Korrosionsentwicklung an den Ritzverletzungen soll einen allgemeingültigen Rückschluss zum Umgang während der Bauphase entstandener kleiner Beschädigungen der Beschichtung bis zum Substrat ermöglichen.

5 Diskussion

5.1 Abmessungen der Hohlkästen im Hinblick auf die Erprobung des TL-Blattes 50

Hohlkästen mit bedingter Begehbarkeit sind im Regelwerk erstmalig in der RE-ING 2-2 in der Ausgabe 2017 [6] genannt. Ab der Ausgabe der RE-ING 2-2 mit Stand 2019/12 [17] wurde der Anhang A ergänzt, in dem auch das TL-Blatt DHK 4 enthalten ist. Ab hier wird bei den Hohlkästen in Abhängigkeit der Querschnittsgeometrie unterschieden in nicht begehbar, bedingt begehbar und planmäßig begehbar. In Abhängigkeit von den Abmessungen für die lichte Höhe und die lichte Weite von luftdicht verschlossenen Hohlkästen werden dort planmäßig begehbar, bedingt begehbar und nicht begehbar Hohlkästen unterschieden (siehe Tabelle 4).

Einteilung der Hohlkästen	Abmessungen		Korrosionsschutz
	lichte Höhe [m]	lichte Weite [m]	
planmäßig begehbar	≥ 2,00 ^{a)}	≥ 1,00	Oberflächenvorbereitung Sa 2½ und 3-4 Schichtsystem (siehe ZTV-ING 4-3, Anhang A, 1.2.1)
bedingt begehbar, luftdicht verschweißt	1,20 - 2,00	≥ 1,00	Oberflächenvorbereitung Sa 2 und 2 Schichtsystem (siehe ZTV-ING 4-3, Anhang A, 1.3.4)
nicht begehbar, luftdicht verschweißt	< 1,20		kein Korrosionsschutz erforderlich (siehe ZTV-ING 4-3, Anhang A, 1.3.3)

^{a)} in Ausnahmefällen 1,90 – 2,00

Tabelle 4: Einteilung der Hohlkästen gemäß der RE-ING 2-2, Anhang, DHK 4 (Stand 2019/12) [17]

Aus heutiger Sicht hätten die Hohlkästen der Brücke über den Petersdorfer See als begehbar eingestuft und mit einem dreischichtigen Korrosionsschutz geplant werden müssen.

Die Erprobung des TL-Blattes 50 im vorliegenden Fall erfolgte damit in Hohlkästen, die deutlich größere Abmessungen besitzen als im aktuellen Regelwerk zur Anwendung von TL-Blatt 50 vorgesehen.

5.2 Montagestöße

Aus den Entwürfen der ZTV-ING 4-3 und TL KOR-Stahlbauten (siehe Anhänge A und B), die die Grundlage der ZIE waren, ging nicht hervor, ob Montagestöße im Inneren der Hohlkästen, nach Abschluss der Schweißarbeiten beschichtet werden müssen oder nicht. Ursächlich hierfür war die ungeklärte Frage, ob kleinere Teilflächen wie Montagestöße in dicht verschlossenen Hohlkästen aus Korrosionsschutzsicht überhaupt beschichtet werden müssen.

Aus der Literatur zum Thema luftdicht verschlossene Hohlkästen [18] geht hervor, dass aufgrund des begrenzten Vorrates an Sauerstoff in luftdicht verschlossenen, unbeschichteten Hohlkästen kein Schaden durch Korrosion zu erwarten ist. Wie sich jedoch diese Bedingungen in beschichteten Hohlkästen auf partiell unbeschichtete Flächen auswirken, soll die Auswertung der Stahlplatten nach 5 Jahren Auslagerung sowie die Messung der Korrosivität ergeben.

Die ZIE schaffte in diesen Punkt Klarheit. Die Montagestöße, die beim Ersatzneubau der Brücke über den Petersdorfer See vollständig auf der Baustelle geschweißt werden, müssen beschichtet werden. Die Frage nach der Notwendigkeit aus Korrosionsschutzsicht soll mit den geschweißten Proben (siehe Ziffer 4.3) beantwortet werden.

5.3 Beseitigung von Beschädigungen an der Beschichtung

Ähnlich wie bei dem Thema der Behandlung von Montagestößen gab es in den ZTV-ING 4-3 und den TL KOR-Stahlbauten von 2017 auch keine Aussagen, wie mit Beschädigungen an der Beschichtung infolge der Montage zu verfahren ist. Auch im Rahmen der ZIE wurde das Thema nicht eingehend behandelt.

Die überwiegenden mechanischen Beschädigungen an der Innenbeschichtung sind auf die Herstellung der Bewehrung und des Betons zurückzuführen. Unter den bedingt begehbaren Hohlkästen wird dieser Umstand eher einen seltenen Fall darstellen.

Während der Ausführung wurde die Notwendigkeit und der Umfang ausbessernder Maßnahmen aufgrund verschiedener Beschichtungsbeschädigungen durch die Montage diskutiert. Dabei wurde festgestellt, dass eine einheitliche und gleichmäßige Beschichtung zur zügigen und wirtschaftlichen Durchführung der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 primäres Ziel von TL-Blatt 50 ist. Mögliche Schäden am Bauwerk sollen einfach, schnell und auch sicher von den Bauwerksprüfern erkannt werden können. Die vorhandenen Beschädigungen an der Beschichtung durch die Montage hätten an vielen Stellen diesem Ziel widersprochen. Die Korrosionsschutzeigenschaften der Beschichtung waren somit zweitrangig. Aus diesem sowie aus vertraglichen Gründen wurden sämtliche durch die Bauausführung entstandenen Beschädigungen am Ende vollständig behoben.

Die meisten mechanischen Beschädigungen sind auf das Herstellen des Betons und das Bewehren des Doppelverbundbereichs im Umfeld der Pfeiler zurückzuführen.

5.4 Beschichtungsstoffe

Im Rahmen der Ausführung des TL-Blattes 50 im Inneren des Hohlkastens der Brücke über den Petersdorfer See ergaben sich Erkenntnisse zum Beschichtungssystem nach TL-Blatt 50.

Anforderungen an die Farbbeständigkeit bei TL-Blatt 50 wurden in den TL KOR-Stahlbauten eingeführt und ein Prüfverfahren in den TP KOR-Stahlbauten aufgenommen, um die Beschichtung farbbeständiger zu machen. Damit soll primär eine Vergilbung der Werksbeschichtung nach TL-Blatt 50 in kurzer Zeit (weniger als ein halbes Jahr) verhindert werden.

Weiterhin stellte sich die Oberflächenvorbereitung Sa 2 ½ und P Sa 2 ½ im Inneren eines Hohlkastens als zeitintensiv und kostspielig heraus. Da im Inneren von luftdichtverschlossenen Hohlkästen eine niedrige Korrosivität zu erwarten ist, wurden die Anforderungen an die Oberflächenvorbereitung für das künftige TL-Blatt 50 auf Sa 2 und P Sa 2

heruntergestuft. Der ursprünglich verwendete Beschichtungsstoff nach TL-Blatt 50 gemäß Anhang B, war nicht geeignet auf der Oberflächenvorbereitung Sa 2 und P Sa 2 verwendet zu werden. Somit wird das überarbeitete TL-Blatt 50 nicht mehr ein- sondern zweischichtig appliziert, mit einer oberflächentoleranten Grundbeschichtung und einer im Rahmen der Verwendung farbstabileren Deckbeschichtung. Im Ergebnis besteht das Beschichtungssystem nach TL-Blatt 50 für Beschichtungen im Werk und auf der Baustelle aus zwei Schichten mit jeweils 100 µm. Die Gesamtschichtdicke beträgt 200 µm. Als Grundbeschichtung ist eine oberflächentolerante Zinkphosphatbeschichtung (2K-EP) und als Deckbeschichtung entweder eine 2K-EP- oder eine 2K-PUR-Beschichtung zu beschichten. Die Änderungen wurden mit der Neuausgabe der ZTV-ING 4-3 und der TL/TP-ING mit Stand 2021/03 [4] und [5] eingeführt.

6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Auf der Grundlage einer ZiE wurde an der Brücke über den Petersdorfer See im 2. Bauabschnitt zum ersten Mal eine Beschichtung nach TL-Blatt 50 im Inneren der Hohlkästen angewandt.

In der Vergangenheit waren Hohlkästen, die heute als bedingt begehbar eingestuft werden, dicht verschweißt und im Inneren ohne Beschichtung ausgeführt. Seit der Neuausgabe der ZTV-ING 4-3 [4] und TL KOR-Stahlbauten [5] sind solche Hohlkästen im Inneren mit einer hellen Beschichtung gemäß TL-Blatt 50 zu versehen. Diese Beschichtung soll hauptsächlich dem Zweck dienen, die Bauwerksprüfung im Bedarfsfall zu erleichtern. Die Erleichterung ergibt sich durch eine helle Oberfläche, die es ermöglicht einerseits den Hohlkasten gut auszuleuchten und andererseits Risse im Kontrast zur hellen Beschichtung besser zu erkennen. Dies basiert auf der Annahme, dass die Beschichtung nicht rissüberbrückend ist.

Der Zweck der Beschichtung nach TL-Blatt 50 als Korrosionsschutzbeschichtung ist in luftdicht verschlossenen Hohlkästen nachrangig. Hierfür gibt es zwei Gründe. Erstens ist der Sauerstoff- und Feuchtigkeitsvorrat in luftdicht verschlossenen Hohlkästen beschränkt. Und zweitens stellt der meist kurze Zeitraum zwischen Herstellung der Beschichtung im Werk und dem luftdichten Verschließen nach der Montage auf der Baustelle keine große Korrosionsbelastung für die Beschichtung dar.

Trotz der verhältnismäßig großzügigen Abmessungen der Hohlkästen war bei der Ausführung des TL-Blattes 50 in diesem Pilotprojekt sowohl im Werk als auch auf der Baustelle ein nennenswerter Aufwand mit entsprechenden Kosten zu verzeichnen. Um diesen Aufwand für künftige Projekte mit dem TL-Blatt 50 zu reduzieren und den Umgang an Oberflächen aus dem Werk und auf der Baustelle im Inneren einander anzugleichen, wurde noch während der Ausführung des Pilotvorhabens und vor Veröffentlichung der neuen ZTV-ING 4-3 [4] und der TL/TP-ING [5] festgelegt, die Oberflächenvorbereitung von Sa 2 ½ bzw. P Sa 2 ½ auf Sa 2 bzw. P Sa 2 zu reduzieren. Diese Entscheidung erforderte eine Umstellung des Beschichtungssystems von einem Einschichter zu einem Zweischichter mit einer oberflächentoleranten Grundbeschichtung und einer ausreichend farbstabilen Deckbeschichtung. Die Sollsichtdicke dieser Schichten wurde jeweils mit 100 µm festgelegt. Für den Nachweis der Farbstabilität wurde ein Prüfverfahren entwickelt und die Anforderungen formuliert.

Mit der hellen Innenbeschichtung nach TL-Blatt 50 soll im gesamten Hohlkasteninneren eine gleichmäßige, helle Oberfläche erzeugt werden damit spätere Begehungen zu Prüfzwecken wirtschaftlicher durchführbar werden. Da die Herstellung der Beschichtung nach TL-Blatt 50 gerade bei den Bauwerken mit beengten Raumverhältnissen in bedingt begehbaren Hohlkästen nach [16] aufwendig ist, sind entsprechende Mehrkosten bei der Herstellung zu erwarten. Dichtverschlossene Hohlkästen, die nach aktuellem Regelwerk als bedingt begehbare Hohlkästen eingestuft sind, werden nicht in den Regelintervallen nach DIN 1076 im Inneren geprüft. Prüfungen sind Sonderprüfungen (Notbegehungen), die

allenfalls im Bedarfsfall durchgeführt werden. Zum Beispiel ist bei der Brücke über den Petersdorfer See das erstmalige Öffnen für eine Sonderprüfung ursprünglich nach 17 Jahren geplant. Daher wird empfohlen, bei weiteren Pilotprojekten zu TL-Blatt 50 die Kosten der Beschichtung zu ermitteln und in eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der späteren Notbehaltungen einzubeziehen.

Da im 1. Bauabschnitt der Brücke über den Petersdorfer See die Hohlkästen ohne Beschichtung im Inneren ausgeführt wurden, besteht die Möglichkeit später den eingehenden Ansatz der wirtschaftlichen Erleichterung der Bauwerksprüfung durch eine helle Innenbeschichtung zwischen den im Inneren unbeschichteten Hohlkästen des 1. Bauabschnitts mit den beschichteten Hohlkästen des 2. Bauabschnitts zu vergleichen.

Bei diesem Pilotprojekt wurde entschieden, Baustellenschweißstöße im Inneren zu beschichten und Beschädigungen an der Werksbeschichtung auszubessern. Durch die Ermittlung der Korrosivität anhand von Standardproben im Hohlkasteninneren und im Außenbereich am Bauwerk sowie der Analyse der geschweißten Proben im Inneren wird man sich der Antwort auf die Frage nähern können, ob die Baustellenmontagestöße im Inneren von luftdicht verschlossenen Hohlkästen unbedingt beschichtet werden müssen. Es wird empfohlen, die Notwendigkeit dieser Arbeiten auf Grundlage der Auslagerungsergebnisse der geschweißten Proben (erwartet in 2026) zu prüfen.

Die Erprobung des TL-Blattes 50 erfolgte an großen Hohlkästen, die nach dem heutigen Regelwerk [16] nicht der Gruppe der bedingt begehbare Hohlkästen zugeordnet werden können. Daher sind die Erfahrungen betreffend der Ausführung von TL-Blatt 50 auf diese Hohlkästen auch nur eingeschränkt übertragbar.

Die Hohlkästen in dem Pilotprojekt wurden mit Schwerbeton an den Endquerträgern und bewehrten Beton im Doppelverbundbereich im Umfeld der Pfeiler hergestellt. Dies führte zu vielen mechanischen Beschädigungen der im Werk ausgeführten Beschichtung, die ausgebessert werden mussten. In bedingt begehbaren Hohlkästen nach [16] zur Anwendung von TL-Blatt 50, werden Ergänzungen mit unbewehrten oder bewehrten Beton eher die Ausnahme als die Regel darstellen. Weiterhin wurde bereits im Zuge der Abwicklung der ZiE zu TL-Blatt 50 an der Brücke über den Petersdorfer See aufgrund der greifbaren Erfahrungen dort, das Beschichtungssystem nach TL-Blatt 50 im Regelwerk [4] und [5] grundlegend modifiziert. Aus diesen Gründen sollten weitere Pilotprojekte zu TL-Blatt 50 an Brücken mit bedingt begehbaren Hohlkästen gemäß RE-ING 2-2 [16] durchgeführt werden.

Die Festlegung der Korrosivitätskategorien erfolgte gemäß DIN EN ISO 12944-2 [15], Punkt 5.1.2. Dieses Regelwerk empfiehlt, bei unterschiedlichen Korrosivitätskategorien von unlegiertem Stahl und Zink, die Festlegung nach der höheren Korrosivitätskategorie zu treffen. Damit wurde Korrosivitätskategorie C1 im Hohlkasten Achse C, im Bereich Einstiegs Luke zwischen Achse 10/20 und Korrosivitätskategorie C2 für die Freibewitterung unter der Brücke am Hilfsjoch III festgelegt.

7 Zusammenfassung

Seit ca. 2016 verfolgt das Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur (ab 12/2021 Bundesministerium für Digitales und Verkehr) das Konzept, bedingt begehbare Hohlkästen im Bedarfsfall zu öffnen und handnah insbesondere auf Schweißnahttrisse zu prüfen [3]. Um solche Prüfungen zu erleichtern, sind solche Hohlkästen im Inneren seit der Neuausgabe der ZTV-ING 4-3 [4] und TL KOR-Stahlbauten [5] mit einer Beschichtung nach TL-Blatt 50 zu versehen.

Im Rahmen des Ersatzneubaus der Brücke über den Petersdorfer See im Zuge der BAB A 19 zwischen der Anschlussstelle Waren (Müritz) und Malchow begleitete die BASt ein Pilotprojekt, in dem erstmalig die Innenbeschichtung von Hohlkästen nach TL-Blatt 50 ausgeführt wurde. Die Grundlage für die Ausführung waren die ZTV-ING 4-3 und die TL KOR-Stahlbauten jeweils in der Entwurfsfassung, Stand 2017 sowie die Zustimmung im Einzelfall.

Während der Ausführung der Pilotmaßnahme und vor Veröffentlichung der ZTV-ING 4-3 [4] und der TL/TP-ING [5] wurde das TL-Blatt 50 auf Grundlage bereits gesammelter Erfahrungen modifiziert, um den Aufwand für künftige Projekte mit dem TL-Blatt 50 zu reduzieren und den Umgang an Oberflächen aus dem Werk und auf der Baustelle im Inneren einander anzugleichen.

Die Erprobung des TL-Blattes 50 im vorliegenden Fall erfolgte in Hohlkästen, die deutlich größere Abmessungen besitzen als im aktuellen Regelwerk zur Anwendung von TL-Blatt 50 vorgesehen. Gesammelte Erfahrungen im Rahmen der Pilotmaßnahme sind nur eingeschränkt auf bedingt begehbare Hohlkästen zu übertragen. Es wird empfohlen, das TL-Blatt 50 an bedingt begehbaren Bauwerken zu erproben sowie entstandene Kosten der Beschichtung nach TL-Blatt 50 in eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der späteren Notbegehung einzubeziehen. Ferner wird empfohlen, die Notwendigkeit, Baustellenmontagestöße im Inneren von luftdicht verschlossenen Hohlkästen zu beschichten, auf Grundlage der Auslagerungsergebnisse der geschweißten Proben (erwartet in 2026) zu prüfen.

Literatur

- [1] Richtlinie für die bauliche Durchbildung und Ausstattung von Brücken zur Überwachung, Prüfung und Erhaltung (RBA-BRÜ), Stand 1999
- [2] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau, Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten, (ZTV-ING 4-3), Stand 2013/12
- [3] Gero Marzahn, Zu aktuellen Entwicklungen im Stahl und Stahlverbundbrückenbau – Fokus: Korrosionsschutz, 27. Dresdener Brückensymposium, 2017
- [4] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau, Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten, (ZTV-ING 4-3), Stand 2021/09
- [5] Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Ingenieurbauten, TL/TP-ING, Teil 4 Abschnitt 3, Technische Lieferbedingungen für Beschichtungsstoffe für den Korrosionsschutz von Stahlbauten (TL KOR-Stahlbauten), Stand 2021/09
- [6] Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten, Teil 2 Brücken - Abschnitt 2 Konstruktive Anforderungen (RE-ING 2-2), Stand: 2017/12
- [7] Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten, Teil 2 Brücken - Abschnitt 3 Bauliche Durchbildung und Ausstattung von Brücken zur Überwachung, Prüfung und Erhaltung (RE-ING 2-3), Stand 2017/12
- [8] DIN EN ISO 9223, Korrosion von Metallen und Legierungen - Korrosivität von Atmosphären - Klassifizierung, Bestimmung und Abschätzung, Stand 2012/05
- [9] Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Ingenieurbauten, TL/TP-ING, Teil 4 Abschnitt 3, Technischen Prüfvorschriften für Beschichtungsstoffe für den Korrosionsschutz von Stahlbauten (TP KOR-Stahlbauten), Stand 2021/09
- [10] https://de.wikipedia.org/wiki/Bristle_Blasting [letzter Zugriff 05.01.2024]
- [11] DIN EN ISO 8503-1, Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen - Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen - Teil 1: Anforderungen und Begriffe für ISO-Rauheitsvergleichsmuster zur Beurteilung gestrahlter Oberflächen, Stand: 2013/05
- [12] DIN EN ISO 9226, Korrosion von Metallen und Legierungen - Korrosivität von Atmosphären - Bestimmung der Korrosionsgeschwindigkeit von Standardproben zur Ermittlung der Korrosivität, Stand 2012/05
- [13] DIN EN ISO 9224, Korrosion von Metallen und Legierungen - Korrosivität von Atmosphären - Anhaltswerte für die Korrosivitätskategorien, Stand 2012/05

- [14] DIN EN ISO 8565, Metalle und Legierungen - Korrosionsversuche in der Atmosphäre - Allgemeine Anforderungen, Stand 2011/09
- [15] DIN EN ISO 12944-2, Beschichtungssysteme - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen, Stand 2018/04
- [16] Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten, Teil 2 Brücken - Abschnitt 2 Konstruktive Anforderungen (RE-ING 2-2), Stand: 2021/01
- [17] Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten, Teil 2 Brücken - Abschnitt 2 Konstruktive Anforderungen (RE-ING 2-2), Stand: 2019/12
- [18] Martin Holzapfel und Robert Arnold, Brücken mit dichtgeschweißten nicht begehbaren Hohlkästen, noch nicht veröffentlichter Schlussbericht FE 15.0633/2016/CRB 2017, Bundesanstalt für Straßenwesen.

Bilder

- Bild 1: Regelquerschnitt eines Teilbauwerkes vom Ersatzneubaus Petersdorfer Brücke
- Bild 2: Übersicht Querschnitt des Ersatzneubaus der Brücke über den Petersdorfer See (Werkstattplanung)
- Bild 3: Bauwerksansicht von Osten des Ersatzneubaus der Brücke über den Petersdorfer See (Entwurfsplanung)
- Bild 4: Vogelperspektive von Westen auf den Ersatzneubau der Brücke über den Petersdorfer See vom 20.11.2020 [Foto: Energieministerium Mecklenburg-Vorpommern]
- Bild 5: Transport des Mehrwegstrahlmittels aus den Hohlkästen im Werk von Hand und Mittels Förderband während einer Strahlpause [Foto: Fa. Donges SteelTec GmbH / Darmstadt]
- Bild 6: Hellweiße Beschichtung nach Blatt 50 (Farbe: grauweiße, RAL 9002) [Foto: Fa. Donges SteelTec GmbH / Darmstadt]
- Bild 7: Die gemessene Schichtdicke von 542 µm im Bereich einer Ecke [Foto: Fa. Donges SteelTec GmbH / Darmstadt]
- Bild 8: Oberflächenvorbereitung mit Bristle-Blaster der Fa. Monti [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 9: Oberflächenvorbereitung der Fläche [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 10: Die erzeugte Rauheit liegt zwischen Segment 2 und 3 des ISO-Rauheitsvergleichsmusters G [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 11: Stahlband mit Drähten [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 12: Abgenutztes Band am Bristle Blaster der Fa. Monti; der Spannstift kann die Drähte nicht mehr spannen [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 13: Oberflächenvorbereitung an den schwer zugänglichen Stellen mit dem Fräser [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 14: Oberflächenvorbereitung an den schwer zugänglichen Stellen mit rotierenden Bürsten [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 15: Vorgestrichene Flächen mit Sika Poxicolor Primer HE NEU [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 16: Vollständig beschichteter Baustellenmontagestoß im Inneren des Hohlkastens mit angrenzenden Verschmutzungen durch Schweißgase (Schmauch) [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 17: Starke Verschmutzung/Verfärbung der Werksbeschichtung [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 18: Starke Verschmutzung/Verfärbung der Werksbeschichtung [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 19: Verbrennung der Beschichtung (Durchbrände) infolge von Schweißarbeiten auf der Blechaußenseite [Foto: DEGES GmbH]

- Bild 20: Verbrennung der Beschichtung (Durchbrände) infolge von Schweißarbeiten auf der Blechaußenseite [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 21: Mechanische Verletzungen [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 22: Mechanische Verletzungen [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 23: Mechanische Verletzungen [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 24: Fertiggestellte Innenbeschichtung [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 25: Fertiggestellte Innenbeschichtung [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 26: Das Gestell mit Eisen- und Zinkproben für die Außenauslagerung der Standardproben gemäß DIN EN ISO 9226 [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 27: Das Versuchsgestell mit Eisen- und Zinkproben für die Auslagerung der Standardproben gemäß DIN EN ISO 9226 im Hohlkasteninneren. [Foto: Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH]
- Bild 28: Stahlblech Vorderseite
- Bild 29: Stahlblech Rückseite
- Bild 30: Zinkblech Vorderseite
- Bild 31: Zinkblech Rückseite
- Bild 32: Platzierung des Versuchszustandes samt des Sicherheitszaunes unter der Brücke (Bauwerk 1. Bauabschnitt) am nördlichen Widerlager [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 33: Informationstafel [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 34: Stahlblech Vorderseite Bewitterung im Hohlkasten Achse C, im Bereich Einstiegs Luke zw. Achse 10/20
- Bild 35: Zinkblech Vorderseite Bewitterung im Hohlkasten Achse C, im Bereich Einstiegs Luke zw. Achse 10/20
- Bild 36: Stahlblech Vorderseite Freibewitterung unter der Brücke Hilfsjoch III
- Bild 37: Zinkblech Vorderseite Freibewitterung unter der Brücke Hilfsjoch III
- Bild 38: Geometrie der geschweißten Probekörper (Auszug aus dem Werkstattplan)
- Bild 39: Auslagerungsschema der Standardproben und der geschweißten Proben in den beiden Hohlkästen des Bauwerks (2. Bauabschnitt)
- Bild 40: Das Gestell mit den Probekörpern [Foto: DEGES GmbH]
- Bild 41: Beschichtete Vorderseite
- Bild 42: Gestrahlte Rückseite
- Bild 43: Unbearbeitete Rückseite

Tabellen

Tabelle 1: Technische Informationen zur Petersdorfer Brücke

Tabelle 2: Korrosivitätskategorie im Hohlkasten

Tabelle 3: Korrosivitätskategorie in Freibewitterung

Tabelle 4: Einteilung der Hohlkästen gemäß der RE-ING 2-2, Anhang, DHK 4
(Stand 2019/12) [17]

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen Unterreihe „Brücken- und Ingenieurbau“

2023

B 186: Integration der Handlungsanweisungen Spannungsrisskorrosion und Koppelfugen in die Nachrechnungsrichtlinie

Zilch, Kriechbaum, Maurer, Heinrich, Weiher, Runtemund

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 187: Verstärkung des Deckblechs orthotroper Fahrbahnplatten durch Aufkleben von Stahlblechen

Friedrich

€ 18,00

B 188: Digitales Testfeld Autobahn – Intelligente Brücke – Untersuchungsprogramm

Butz, Rill, Freundt, Böning, Werner, Fischer, Lau

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 189: Weiterentwicklung der Nachrechnungsrichtlinie – Validierung erweiterter Nachweisformate zur Ermittlung der Schubtragfähigkeit bestehender Spannbetonbrücken

Fischer, Thoma, Hegger, Schmidt

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 190: Potenziale von Monitoringdaten in einem Lebenszyklusmanagement für Brücken

Morgenthal, Rau, Hallermann, Schellenberg, Martín-Sanz, Schubert, Kübler

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 191: Building Information Modeling (BIM) im Tunnelbau

Thewes, Vollmann, Wahl, König, Stepien, Riepe, Weißbrod

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 192: Optimierung und Weiterentwicklung von Handlungshilfen zur Resilienzbewertung der Verkehrsinfrastruktur

Lindström, Zulauf, Rothenfluh, Bruns, Brunner, Roth, Caminada, Graf, Dahl

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 193: Konzepte für das Datenmanagement der Intelligenen Brücke

Empelmann, Javidmehr, Rathgen, Hellenbrand, Ulbricht, Wagner, Kessel, Sietas

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 194: Möglichkeiten und Grenzen der zukünftigen Anwendung von ZfP-Verfahren an Brücken- und Tunnelbauwerken

Taffe, Vonk

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 195: Zukunftssicherheit der Ermüdungslastmodelle nach DIN EN 1991-2

Geißler, Kraus, Freundt, Böning

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

2024

B 196: Zukünftige Einwicklung eines Tools für ein indikatorengestütztes, verkehrsträgerübergreifendes Lebenszyklusmanagement von Infrastrukturbauwerken

Hajdin, Schiffmann, Blumenfeld, Tanasić

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 197: Erfahrungssammlung Monitoring für Brückenbauwerke – Dokumentation 2021

Novák, Stein, Farouk, Thomas, Reinhard, Zeller, Koster

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 198: Erprobung einer geothermischen Bergwassernutzung am Grenztunnel Füssen

Moormann, Kugler

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 199: Zuverlässigkeitsbasierte Bauwerksprüfung – Feinkonzept

Hajdin, Fastrich

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 200: Konzeption zur Bestimmung von Lage und Anzahl asbesthaltiger Abstandhalter in Betonbrücken – Handlungsanweisung für den Umgang mit asbesthaltigen Hilfsbauteilen in Brückenbauwerken aus Stahlbeton

Hönig, Bossemeyer, Sanio, Thome

€ 16,00

B 201: Blockhinterlegung und Verpressverfahren zur Abdichtung von Tunnelinnenschalen

Thienert, Kessler, Brummermann, Tintelnot, Matsini, Handke, Lis, Schmidt

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 202: 10. BAST-Tunnelsymposium

€ 19,00

2025

B 203: Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Querkraft- und Torsionstragfähigkeit von Betonbrücken im Bestand

Hegger, Domes, Adam, Fischer, Lamatsch, Thoma, Maurer, Lavrentyev, Stakalies, Kerkeni, Teworte, Sharei, Stettner, Zilch(+), Tecusan

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 204: Erarbeitung eines Prüfverfahrens zur Feststellung der inneren Standsicherheit von Gabionen aus punktgeschweißten Drahtgittern

Heimbecher, Lengers, Thünemann

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 205: Einfluss des Pannenbuchtenabstands auf die Tunnelsicherheit

Mayer, Brennberger, Haack, Zimmermann

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 206: Erfahrungsbericht zur Innenbeschichtung nach TL-Blatt 50 an der Brücke über den Petersdorfer See

Rüters, Schröder, Windmann, Lebelt

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG


Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen

Telefon (04 21) 3 69 03 - 0 · E-Mail: kontakt@schuenemann-verlag.de

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

www.schuenemann-verlag.de

Alle Berichte, die nur in digitaler Form erscheinen, können wir auf Wunsch als »Book on Demand« für Sie herstellen.



ISSN 0943-9293
ISBN 978-3-95606-845-5
<https://doi.org/10.60850/bericht-b206>

www.bast.de