

# Bandverzinkte Schutzplankenholme

Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Brücken- und Ingenieurbau Heft B 59

**bast**

# **Bandverzinkte Schutzplankenholme**

von

Malgorzata Schröder

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Brücken- und Ingenieurbau Heft B 59**

**bast**

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. 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 Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bgm.-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven, Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in Kurzform im Informationsdienst **BAST-Info** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

## Impressum

**Bericht zum Forschungsprojekt 03224 des Arbeitsprogrammes der Bundesanstalt für Straßenwesen:**  
Bandverzinkte Schutzplankenholme

## Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach  
Telefon: (0 22 04) 43 - 0  
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

## Redaktion

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

## Druck und Verlag

Wirtschaftsverlag NW  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven  
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0  
Telefax: (04 71) 9 45 44 77  
Email: [vertrieb@nw-verlag.de](mailto:vertrieb@nw-verlag.de)  
Internet: [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de)

ISSN 0943-9293  
ISBN 978-3-86509-837-5

Bergisch Gladbach, September 2008

## Kurzfassung – Abstract

### Bandverzinkte Schutzplankenholme

Stahlschutzplanken sind gemäß den Technischen Lieferbedingungen für Stahlschutzplanken (TL-SP 99) durch Stückverzinken vor Korrosion zu schützen. Für anders hergestellte Korrosionsschutzschichten bzw. -systeme ist für die Anwendung an den Bundesfernstraßen der Nachweis ihrer Gleichwertigkeit mit Stückverzinkung bezüglich des Korrosionsschutzes erforderlich.

Dieser Nachweis ist in zwei Schritten zu führen: durch Laboruntersuchungen und durch einen Freibewitterungsversuch.

Drei verschiedene Bandverzinkungen und zwei verschiedene Pulverbeschichtungen wurden daraufhin untersucht und bestanden erfolgreich die Laborversuche. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden zwei Freibewitterungsversuche mit bandverzinkten und/oder pulverbeschichteten Schutzplankenholmen durchgeführt.

An die untersuchten Schutzplankenholme wurden folgende Anforderungen hinsichtlich der Kriterien Sicherheit, Dauerhaftigkeit und Ästhetik für den Zeitraum von 5 Jahren gestellt:

- keine Lochaufweitung durch Korrosion,
- keine Abwitterung der Korrosionsschutzschicht um mehr als 30 % der Sollschichtdicke,
- keine Rotrostfahnen.

Die bandverzinkten Schutzplankenholme mit Bandverzinkung (ohne Pulverbeschichtung) erfüllen nach 5-jähriger Freibewitterung alle Anforderungen. Die pulverbeschichtete Schutzplankenholme erfüllen die Anforderungen betreffend Ästhetik und teilweise betreffend Dauerhaftigkeit nicht.

Die untersuchten bandverzinkten Schutzplankenholme mit Zink- bzw. Zinkaluminiumüberzügen zeigten sich gegenüber den stückverzinkten gleichwertig. Gegen ihre Verwendung an Bundesfernstraßen bestehen keine Bedenken.

Für pulverbeschichtete Schutzplankenholme kann auf der Grundlage der hier erzielten Ergebnisse keine Empfehlung ausgesprochen werden.

### Coil-coated safety barrier rails

Steel safety barriers must be protected by hot-dip galvanising according to the technical delivery specifications for steel safety barriers (TL-SP 99). If corrosion protection layers or systems that are produced in a different way are to be used for federal arterial roads, it has to be proved that they are equivalent to hot-dip galvanising with regard to corrosion protection.

This proof must be provided in two steps: laboratory tests and an outdoor exposure test.

Three different coil-coated samples and two different powder-coated samples were investigated in this regard and successfully passed the laboratory tests. During this test series, two outdoor exposure tests with coil-coated and powder-coated safety barrier rails were performed.

The following criteria with regard to the safety, durability and appearance over a period of five years were stipulated for the safety barrier rails investigated:

- No hole widening due to corrosion,
- No weathering of the corrosion protection layer by more than 30% of the required layer thickness,
- No red-rust stripes.

The coil-coated safety barrier rails with coil-coating (and no powder coating) complied with all the requirements after 5 years. The powder-coated safety barrier rails did not fulfil the requirements with regard to appearance and partially not with regard to durability.

The coil-coated safety barrier rails with zinc or zinc/aluminium coating were equivalent to the hot-dip-galvanised rails. There are no objections with regard to their use for federal arterial roads.

Based on the results of these tests, the powder-coated safety barrier rails can not be recommended.



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>18</b>
1	Einleitung	7	6.1	Einleitung	18
1.1	Problemstellung	7	6.1.1	Zustandserfassung	19
1.2	Antrag des VDEh	7	6.2	Bewertung	19
1.3	Nachweis der Gleichwertigkeit	7	6.3	Schlussfolgerungen	20
1.3.1	Laboruntersuchungen	7	6.4	Ausblick	20
1.3.2	Freibewitterungsversuch an der BAB A 4	7	<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>20</b>
1.3.3	Freibewitterungsversuch an der BAB A 27	7			
1.4	Anforderungen	7			
1.5	Ziel	8			
<b>2</b>	<b>Freibewitterungsversuch an der BAB A 4</b>	<b>8</b>			
2.1	Versuchsstrecke	8			
2.2	Zeitplan	8			
2.3	Untersuchungen	8			
2.4	Schichtdickenmessverfahren	9			
2.5	Ergebnisse	10			
2.5.1	Schichtdickenmessungen	10			
2.5.2	Inaugenscheinnahme	13			
2.6	Bewertung	16			
2.6.1	Bandverzinkte Schutzplanken- holme	16			
2.6.2	Pulverbeschichtete Schutzplanken- holme	16			
<b>3</b>	<b>Freibewitterungsversuch an der BAB A 27</b>	<b>16</b>			
3.1	Versuchsstrecke	16			
3.2	Zeitplan	16			
3.3	Untersuchungen	17			
3.4	Ergebnisse	17			
3.4.1	Schichtdickenmessungen	17			
3.4.2	Inaugenscheinnahme	18			
3.5	Bewertung	18			
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>18</b>			
<b>5</b>	<b>Ausblick</b>	<b>18</b>			



# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Stahlschutzplanken sind gemäß den Technischen Lieferbedingungen für Stahlschutzplanken (TL-SP 99) [1] durch Feuerverzinken vor Korrosion zu schützen.

Feuerverzinken heißt, Stahl nach geeigneter Oberflächenvorbereitung durch Tauchen in ein Bad mit schmelzflüssigem Zink an der Oberfläche zu legieren und mit dem Zink zu überziehen. Für Bandstahl sind hierbei zwei Verfahren zu unterscheiden:

- Stückverzinken, d. h. diskontinuierliches Feuerverzinken von Einzelteilen und
- Bandverzinken, d. h. kontinuierliches Feuerverzinken von Stahlbändern.

Die dabei entstehenden Korrosionsschutzschichten werden Stück- bzw. Bandverzinkung genannt.

Das Feuerverzinken von Stahlschutzplanken für Bundesfernstraßen hat gemäß TL-SP 99 nach der Verarbeitung (Schneiden, Stanzen, Verformen) des Bandes zur Schutzplanke zu erfolgen. Demnach ist nur das Verfahren Stückverzinken zulässig. Anders hergestellte Korrosionsschutzschichten bzw. -systeme, z. B. Bandverzinkung, bedürfen der Zustimmung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Als wesentliche Voraussetzung für die Zustimmung gilt der Nachweis ihrer Gleichwertigkeit mit Stückverzinkung bezüglich des Korrosionsschutzes.

## 1.2 Antrag des VDEh

Der Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh) stellte im März 2002 einen Antrag an das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) auf Zustimmung für den Einsatz von Schutzplanken aus bandverzinktem bzw. und/oder pulverbeschichtetem Stahl. Dabei handelte es sich um fünf verschiedene Korrosionsschutzsysteme.

## 1.3 Nachweis der Gleichwertigkeit

Der Nachweis der Gleichwertigkeit dieser Korrosionsschutzsysteme mit Stückverzinkung bezüglich des Korrosionsschutzes erfolgte in zwei Schritten: durch Laboruntersuchungen und durch einen Freibewitterungsversuch.

### 1.3.1 Laboruntersuchungen

Die Vorgehensweise der BAST bei den Laboruntersuchungen wurde zwischen der Industrie (Betreuungsausschuss des Projektes P 518 der Studiengesellschaft Stahlanwendung e. V. „Erhöhung der Sicherheit der Verkehrssysteme durch Optimierung der Schutzwirkung von Stahlschutzplanken“) wurde vorab dargelegt. Die Laboruntersuchungen wurden im Rahmen dieses Projektes durchgeführt. Die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind im Abschlussbericht zum Projekt P 518 beschrieben [2]. Alle an die Bandverzinkung gestellten Anforderungen wurden erfüllt. Damit wurde der erste Teil des Nachweises erbracht.

### 1.3.2 Freibewitterungsversuch an der BAB A 4

Der Freibewitterungsversuch mit bandverzinkten bzw. und/oder pulverbeschichteten Schutzplankenholmen wurde an der BAB A 4 im Rahmen dieses Projektes durchgeführt.

Dieser Bericht enthält die Ergebnisse nach 5 Jahren Freibewitterung an der BAB A 4.

### 1.3.3 Freibewitterungsversuch an der BAB A 27

Im Jahre 2003 hatte das BMVBS einen Antrag der Straßenbauverwaltung Bremen auf Zustimmung im Einzelfall zum Einbau von bandverzinkten Schutzplankenholmen an der BAB A 27 bewilligt. Die BAST wurde beauftragt, diese Baumaßnahme im Rahmen dieses Projektes zu begleiten.

Dieser Bericht enthält auch die Ergebnisse nach 4 Jahren Freibewitterung an der BAB A 27.

## 1.4 Anforderungen

Die Dauer der Freibewitterungsversuche wurde jeweils auf 5 Jahre festgelegt.

Für diesen Zeitraum wurden folgende Anforderungen hinsichtlich der Kriterien Sicherheit, Dauerhaftigkeit und Ästhetik an die untersuchten Schutzplankenholme gestellt:

- keine Lochaufweitung durch Korrosion,
- keine Abwitterung der Korrosionsschutzschicht um mehr als 30 % der Sollschildtdicke,
- keine Rotrostfahnen.

## 1.5 Ziel

Ziel dieser Untersuchungen war im Hinblick auf den Nachweis der Gleichwertigkeit festzustellen, ob die untersuchten Schutzplankenholme die Anforderungen erfüllen.

## 2 Freibewitterungsversuch an der BAB A 4

### 2.1 Versuchsstrecke

Für die Freibewitterung wurde eine Versuchsstrecke an der BAB A 4 in der Nähe der Anschlussstelle Bensberg Richtung Olpe eingerichtet (siehe Bild 1). 36 Schutzplankenholme (je Produkt sechs) wurden dort entlang des Seitenstreifens auf stückverzinkten Pfosten montiert. Dabei kamen fünf zu untersuchende Korrosionsschutzsysteme und die Stückverzinkung als Referenz zum Einsatz (siehe Tabelle 1).

Die Pulverbeschichtung bei den Korrosionsschutzsystemen D1, D2 und DT erfolgte nach der Verarbeitung des Stahlbandes zu Schutzplankenholmen. Somit waren die Kanten und Stanzlöcher im Gegensatz zu den Korrosionsschutzsystemen A, B und T beschichtet. Auf Wunsch des Herstellers wurde bei dem zweischichtigen Korrosionsschutz Bandverzinkung plus Pulverbeschichtung (Produkt D in Tabelle 1) zwei verschiedene Pulverbeschichtungen untersucht. Mit dem Produkt D1 wurden daher vier Holme beschichtet, mit dem Produkt D2 zwei.

Um die Ausbesserungsmöglichkeiten der untersuchten Korrosionsschutzsysteme zu prüfen, wurden nach Einbau entlang den Oberkanten kleinflächige Verletzungen der Schichten aller Schutzplankenholme erzeugt und direkt ausgebessert. Als Reparaturbeschichtungsstoffe wurde für die band- und stückverzinkten Schutzplankenholme eine 1-K-Zinkstaubbeschichtung und bei pulverbeschichteten eine Alkydharz-Beschichtung verwendet.

### 2.2 Zeitplan

Der Einbau der Schutzplankenholme fand im März 2002 statt. Die Zustandserfassung erfolgte über einen Zeitraum von 5 Jahren, zuerst nach einem halben Jahr, dann in jährlichen Abständen und zum Abschluss im März 2007.



Bild 1: Einrichtung der Versuchsstrecke an der BAB A 4

Bezeichnung		Korrosionsschutzsystem
A		Bandverzinkung: Zink-Aluminium-Überzug I (~Stahl EN 10326-S250GD +Z300+ZA300)
B		Bandverzinkung: Zinküberzug (Stahl EN 10326-S250GD+Z600)
D	D1	Bandverzinkung: Zinküberzug (Stahl EN 10326-S250GD+Z275) Epoxidharz-Pulverbeschichtung 70-90 µm Polyester-Pulverbeschichtung 70-90 µm
	D2	Bandverzinkung: Zinküberzug (Stahl EN 10326-S250GD+Z275) Polyester-Pulverbeschichtung 70-90 µm
DT		Epoxidharz-Pulverbeschichtung 80-100 µm Polyester-Pulverbeschichtung 80-100 µm
T		Bandverzinkung: Zink-Aluminium-Überzug II (Stahl EN 10326-S250GD+ZA300)
S		Stückverzinkung (Referenz) Zinküberzug nach DIN EN ISO 1461

Tab. 1: Bezeichnung der untersuchten Korrosionsschutzsysteme

Das jeweilige Datum der Begehungen und die Umgebungsbedingungen sind in der Tabelle 2 enthalten.

### 2.3 Untersuchungen

Beim Einbau der Schutzplankenholme wurde eine umfangreiche Dokumentation aus Schichtdicken-, Lochdurchmesser-messungen und Photos angefertigt. Die Dokumentation wurde bei jeder Begehung fortgesetzt, wobei die Lochdurchmesser-messungen nur dann zu veranlassen waren, wenn der Rostaustritt auf die Aufweitung des Loches hindeutete.

Nach dem Ablauf der 5-jährigen Freibewitterung wurden je ein Schutzplankenholm der Korrosionsschutzsysteme A, B und T ausgebaut, um den Zustand der Löcher unter den Schrauben zu bewerten.

Messung	Datum	Uhrzeit	Lufttemperatur [°C]	Relative Luftfeuchte [%]	Oberflächentemperatur [°C]
1.	19.03.02	9:00	9	70	
		13:00	11	63	
2.	08.10.02	12:00	11	58	10
3.	21.08.03	9:00	15	74	15
		13:00	22	47	23
4.	15.09.04	10:00	15	73	15
		13:00	16	52	16
5.	13.09.05	10:00	16	68	15
		13:00	18	62	20
6.	12.09.06	09:30	20	77	19
		13:15	25	68	17
7.	21.03.07	9:00	6	54	7
		12:00	7	47	9

Tab. 2: Datum der Messungen und Umgebungsbedingungen an der BAB A 4

Bezeichnung	Anzahl der Messpunkte	
	Vorderseite	Rückseite
A	24	24
B	24	24
D1	18	18
D2	6	6
DT	24	24
T	24	24
S	24	24

Tab. 3: Anzahl der Messpunkte pro Korrosionsschutzsystem

## 2.4 Schichtdickenmessverfahren

Zur Messung der Schichtdicken wurde eine Schablone gefertigt. Mit ihrer Hilfe wurden auf jedem Schutzplankenholm je vier Messpunkte auf der Vorderseite und auf der Rückseite von 1 cm<sup>2</sup> Durchmesser dauerhaft markiert (siehe Bild 2). Die Verteilung der Messpunkte zeigt Bild 3. Pro Messpunkt wurden 10 Messungen durchgeführt und der Mittelwert, das Minimum und das Maximum dokumentiert. Die Anzahl der Messpunkte je Korrosionsschutzsystem ist in der Tabelle 3 enthalten.

Für die Messungen wurde das Gerät Minitest 4100 mit FN 1,6-Sonde benutzt, das nach dem magnet-induktiven Verfahren arbeitet. Die Messunsicherheit des Gerätes ist vom Hersteller mit 1 % bis 3 % des gemessenen Wertes plus 1 µm angegeben.

Um die Messstellen von Verschmutzung zu befreien, wurden sie vor jeder Schichtdickenmessung mit einem trockenen Tuch abgewischt.



Bild 2: Markieren der Messpunkte mittels Schablone

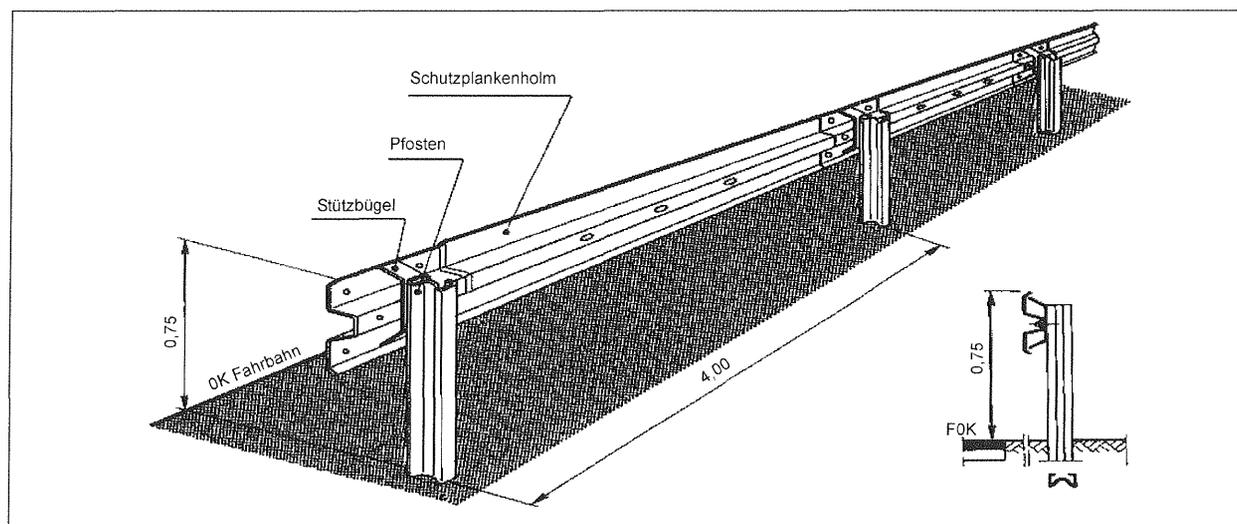


Bild 3: Verteilung der Messpunkte für die Schichtdickenmessungen

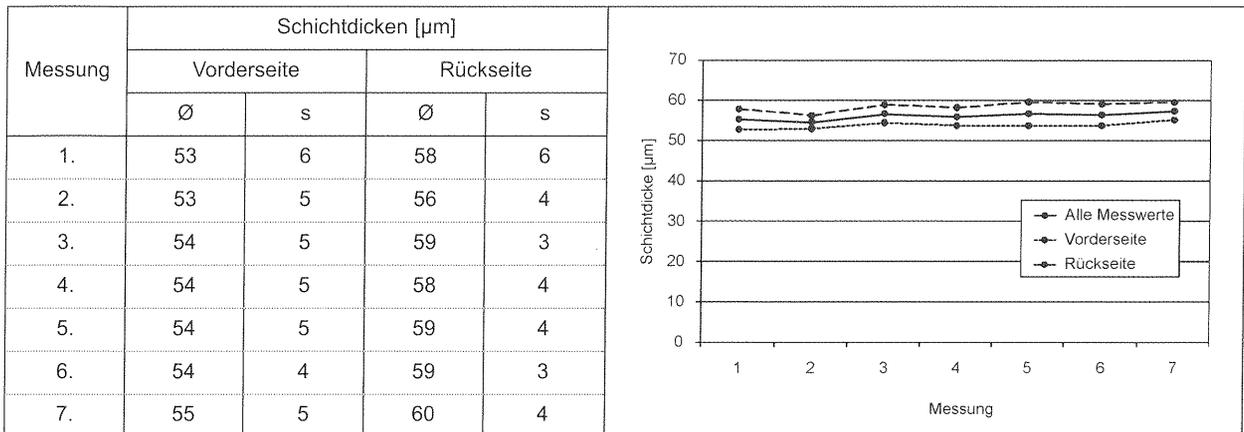
## 2.5 Ergebnisse

### 2.5.1 Schichtdickenmessungen

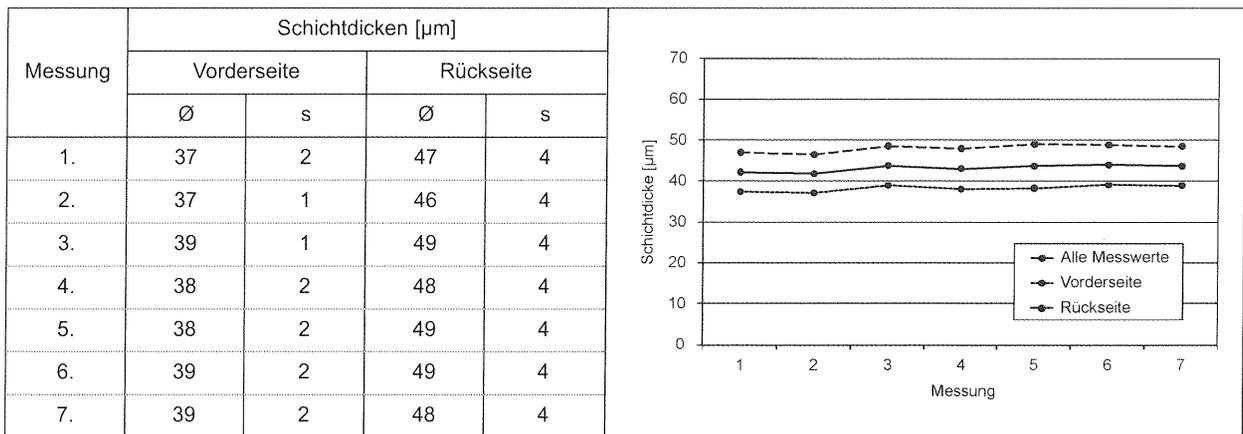
Die Tabellen 4 bis 10 enthalten tabellarische und graphische Darstellungen der Mittelwerte ( $\emptyset$ ) und der Standardabweichungen aller an einem einzel-

nen Korrosionsschutzsystem gemessenen Schichtdicken über einen Zeitraum von 5 Jahren.

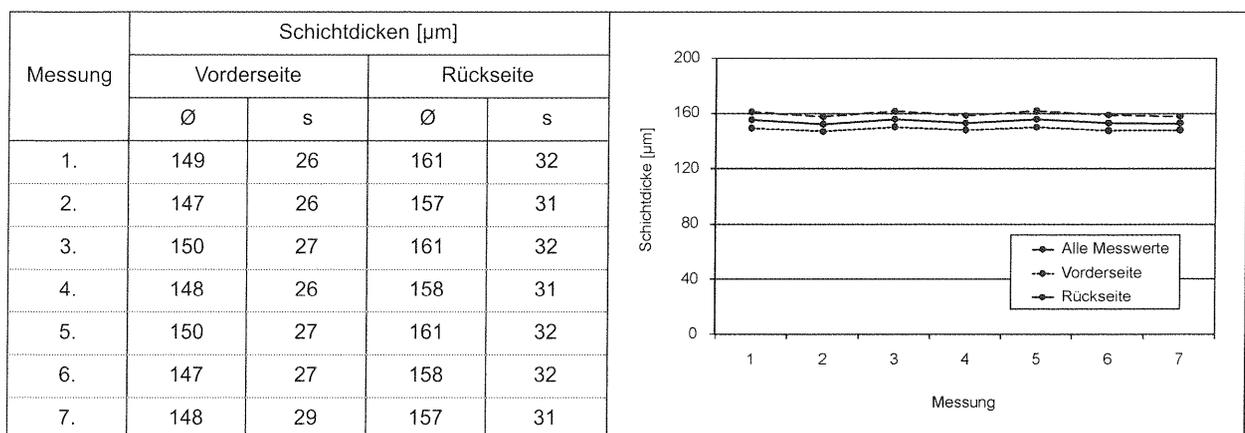
Die Zeitpunkte der Messungen sind Tabelle 2 zu entnehmen. Entsprechend Tabelle 3 werden Messungen auf der Vorder- und Rückseite unterschieden. Die Schichtdicken der Vorder- und Rückseiten



Tab. 4: Tabellarische und graphische Darstellung der Mittelwerte ( $\emptyset$ ) und der Standardabweichungen (s) der Schichtdicken vom Korrosionsschutzsystem A innerhalb von 5 Jahren (Versuchsstrecke BAB A 4)



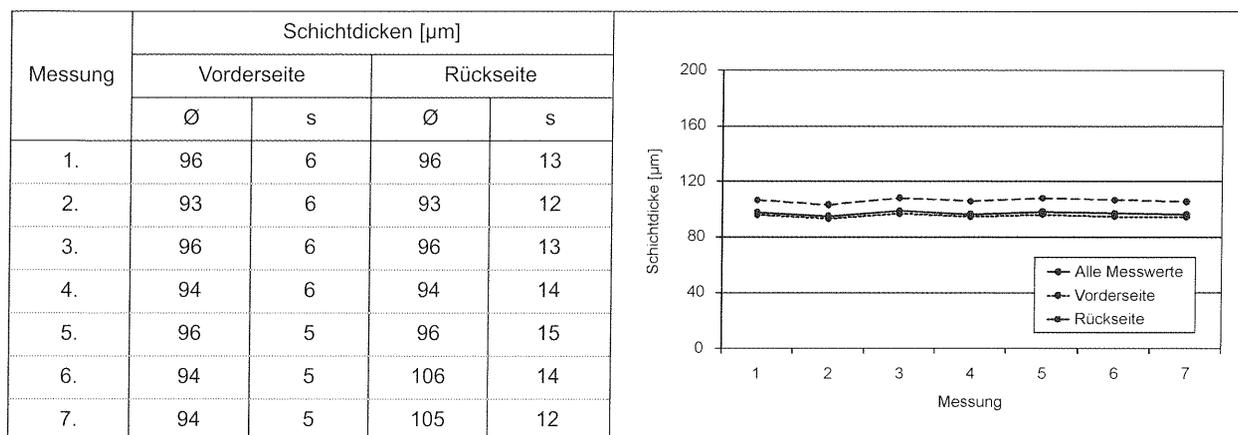
Tab. 5: Tabellarische und graphische Darstellung der Mittelwerte ( $\emptyset$ ) und der Standardabweichungen (s) der Schichtdicken vom Korrosionsschutzsystem B innerhalb von 5 Jahren (Versuchsstrecke BAB A 4)



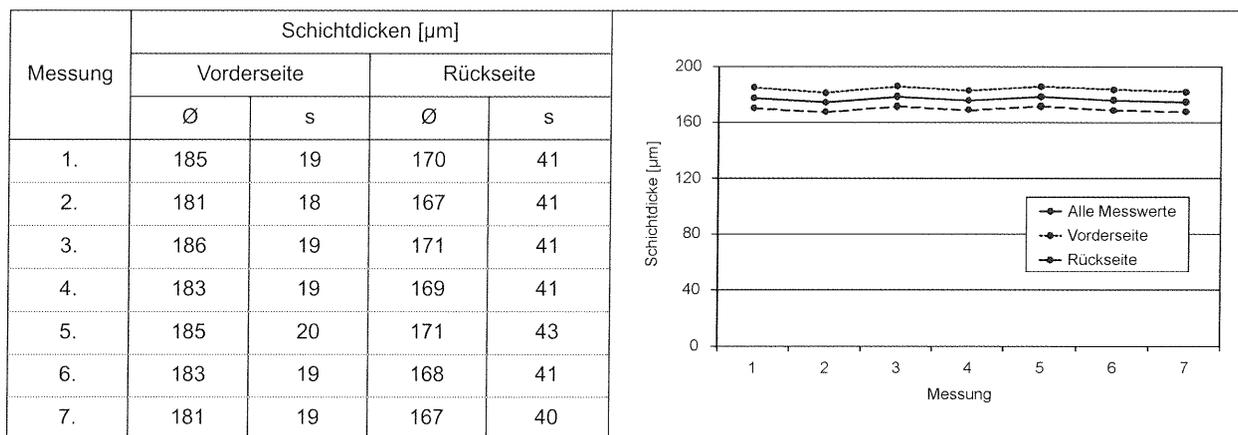
Tab. 6: Tabellarische und graphische Darstellung der Mittelwerte ( $\emptyset$ ) und der Standardabweichungen (s) der Schichtdicken vom Korrosionsschutzsystem D1 innerhalb von 5 Jahren (Versuchsstrecke BAB A 4)

der bandverzinkten Schutzplankenholme unterscheiden sich technologisch bedingt um 10 % bis 25 % und werden daher getrennt voneinander betrachtet.

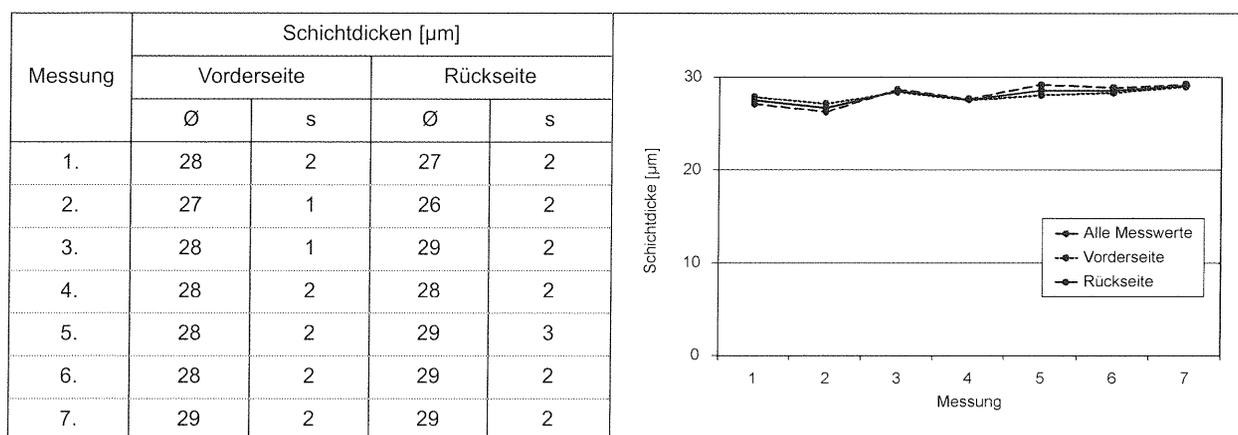
In den Tabellen 11 bis 17 ist eine auf den jeweiligen Messpunkt bezogene Darstellung der Schichtdicken enthalten. Für diese Darstellung wurden zuerst für jeden Messpunkt die gemessenen Schicht-



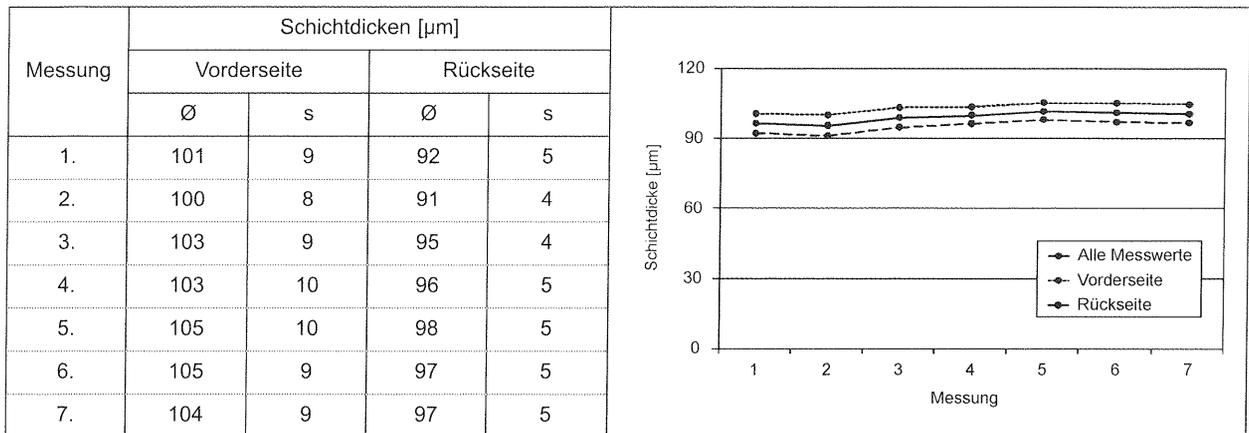
Tab. 7: Tabellarische und graphische Darstellung der Mittelwerte ( $\emptyset$ ) und der Standardabweichungen (s) der Schichtdicken vom Korrosionsschutzsystem D2 innerhalb von 5 Jahren (Versuchsstrecke BAB A 4)



Tab. 8: Tabellarische und graphische Darstellung der Mittelwerte ( $\emptyset$ ) und der Standardabweichungen (s) der Schichtdicken vom Korrosionsschutzsystem DT innerhalb von 5 Jahren (Versuchsstrecke BAB A 4)



Tab. 9: Tabellarische und graphische Darstellung der Mittelwerte ( $\emptyset$ ) und der Standardabweichungen (s) der Schichtdicken vom Korrosionsschutzsystem T innerhalb von 5 Jahren (Versuchsstrecke BAB A 4)



**Tab. 10:** Tabellarische und graphische Darstellung der Mittelwerte ( $\bar{\varnothing}$ ) und der Standardabweichungen (s) der Schichtdicken vom Korrosionsschutzsystem S innerhalb von 5 Jahren (Versuchsstrecke BAB A 4)

	Mittelwerte der Schichtdickenänderung [ $\mu\text{m}$ ]	
	Vorderseite	Rückseite
2. Messung – 1.Messung	0,3	-1,6
3. Messung – 2.Messung	1,4	2,7
4. Messung – 3.Messung	-0,7	-0,8
5. Messung – 4.Messung	0,0	1,4
6. Messung – 5.Messung	0,0	-0,5
7. Messung – 6.Messung	1,3	0,4
7. Messung – 1.Messung	2,4	1,7

**Tab. 11:** Mittelwerte ( $\bar{\varnothing}$ ) der Schichtdickendifferenzen über alle Messpunkte vom Korrosionsschutzsystem A bezogen auf zwei Messungen (Versuchsstrecke BAB A 4). Eine positive Zahl bedeutet Schichtdickenzunahme, eine negative Schichtdickenabnahme

	Mittelwerte der Schichtdickenänderung [ $\mu\text{m}$ ]	
	Vorderseite	Rückseite
2. Messung – 1.Messung	-2,3	-3,6
3. Messung – 2.Messung	3,3	3,9
4. Messung – 3.Messung	-2,3	-3,1
5. Messung – 4.Messung	-2,4	-2,8
6. Messung – 5.Messung	-2,4	-2,8
7. Messung – 6.Messung	0,4	-1,0
7. Messung – 1.Messung	-1,3	-3,3

**Tab. 13:** Mittelwerte ( $\bar{\varnothing}$ ) der Schichtdickendifferenzen über alle Messpunkte vom Korrosionsschutzsystem D1 bezogen auf zwei Messungen (Versuchsstrecke BAB A 4). Eine positive Zahl bedeutet Schichtdickenzunahme, eine negative Schichtdickenabnahme

	Mittelwerte der Schichtdickenänderung [ $\mu\text{m}$ ]	
	Vorderseite	Rückseite
2. Messung – 1.Messung	-0,3	-0,5
3. Messung – 2.Messung	1,9	2,1
4. Messung – 3.Messung	-0,9	-0,6
5. Messung – 4.Messung	0,2	1,1
6. Messung – 5.Messung	0,9	-0,2
7. Messung – 6.Messung	-0,2	-0,4
7. Messung – 1.Messung	1,6	1,5

**Tab. 12:** Mittelwerte ( $\bar{\varnothing}$ ) der Schichtdickendifferenzen über alle Messpunkte vom Korrosionsschutzsystem B bezogen auf zwei Messungen (Versuchsstrecke BAB A 4). Eine positive Zahl bedeutet Schichtdickenzunahme, eine negative Schichtdickenabnahme

	Mittelwerte der Schichtdickenänderung [ $\mu\text{m}$ ]	
	Vorderseite	Rückseite
2. Messung – 1.Messung	-2,6	-3,5
3. Messung – 2.Messung	3,4	5,0
4. Messung – 3.Messung	-2,2	-2,4
5. Messung – 4.Messung	-1,4	-1,4
6. Messung – 5.Messung	-1,4	-1,4
7. Messung – 6.Messung	-0,4	-1,1
7. Messung – 1.Messung	-1,6	-1,3

**Tab. 14:** Mittelwerte ( $\bar{\varnothing}$ ) der Schichtdickendifferenzen über alle Messpunkte vom Korrosionsschutzsystem D2 bezogen auf zwei Messungen (Versuchsstrecke BAB A 4). Eine positive Zahl bedeutet Schichtdickenzunahme, eine negative Schichtdickenabnahme

	Mittelwerte der Schichtdickenänderung [ $\mu\text{m}$ ]	
	Vorderseite	Rückseite
2. Messung – 1.Messung	-3,9	-2,6
3. Messung – 2.Messung	4,8	3,8
4. Messung – 3.Messung	-3,1	-2,5
5. Messung – 4.Messung	2,8	2,5
6. Messung – 5.Messung	-2,3	-2,9
7. Messung – 6.Messung	-1,8	-1,0
7. Messung – 1.Messung	-3,5	-2,7

**Tab. 15:** Mittelwerte ( $\emptyset$ ) der Schichtdickendifferenzen über alle Messpunkte vom Korrosionsschutzsystem DT bezogen auf zwei Messungen (Versuchsstrecke BAB A 4). Eine positive Zahl bedeutet Schichtdickenzunahme, eine negative Schichtdickenabnahme

	Mittelwerte der Schichtdickenänderung [ $\mu\text{m}$ ]	
	Vorderseite	Rückseite
2. Messung – 1.Messung	-0,7	-1,1
3. Messung – 2.Messung	3,2	-3,6
4. Messung – 3.Messung	0,9	1,6
5. Messung – 4.Messung	0,5	1,7
6. Messung – 5.Messung	-0,1	-0,9
7. Messung – 6.Messung	-0,6	-0,4
7. Messung – 1.Messung	3,8	4,4

**Tab. 17:** Mittelwerte ( $\emptyset$ ) der Schichtdickendifferenzen über alle Messpunkte vom Korrosionsschutzsystem S bezogen auf zwei Messungen (Versuchsstrecke BAB A 4). Eine positive Zahl bedeutet Schichtdickenzunahme, eine negative Schichtdickenabnahme

	Mittelwerte der Schichtdickenänderung [ $\mu\text{m}$ ]	
	Vorderseite	Rückseite
2. Messung – 1.Messung	-0,7	-0,9
3. Messung – 2.Messung	1,3	2,4
4. Messung – 3.Messung	-0,9	-1,0
5. Messung – 4.Messung	0,5	1,5
6. Messung – 5.Messung	0,3	-0,3
7. Messung – 6.Messung	0,7	0,3
7. Messung – 1.Messung	1,1	2,1

**Tab. 16:** Mittelwerte ( $\emptyset$ ) der Schichtdickendifferenzen über alle Messpunkte vom Korrosionsschutzsystem T bezogen auf zwei Messungen (Versuchsstrecke BAB A 4). Eine positive Zahl bedeutet Schichtdickenzunahme, eine negative Schichtdickenabnahme

Korrosionsschutzsystem	prozentuale Schichtdickenänderung	
	Vorderseite	Rückseite
A	4,5 %	2,9 %
B	1,0 %	0,9 %
D1	-0,9 %	-2,1 %
D2	-1,5 %	-1,1 %
DT	-1,9 %	-1,6 %
T	3,8 %	4,8 %
S	4,0 %	7,6 %

**Tab. 18:** Die prozentuale Schichtdickenänderung der untersuchten Korrosionsschutzsysteme nach 5 Jahren bezogen auf die Schichtdicke des jeweiligen Messpunktes bei der ersten Messung. Eine positive Zahl bedeutet Schichtdickenzunahme, eine negative Schichtdickenabnahme

dickendifferenzen aus den aufeinander folgenden Messungen gebildet (z. B. 3. – 2. bedeutet „Messwert der 3. Messung minus Messwert der 2. Messung“). Die Tabellen enthalten jeweils den Mittelwert dieser Differenzen über alle Messpunkte eines Korrosionsschutzsystems.

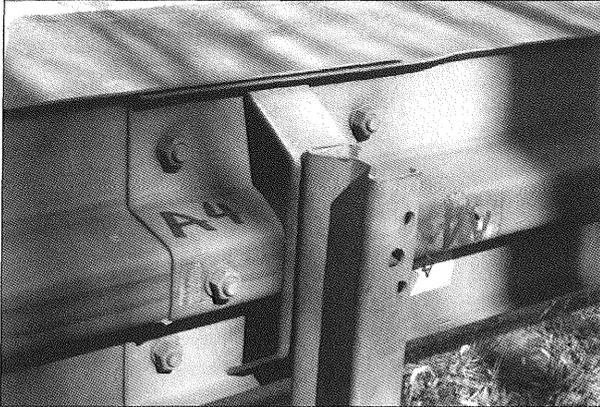
Aus den Schichtdickenmessungen werden die Schichtdickenänderungen ermittelt, indem die ursprüngliche und die letzte Schichtdicke ins Verhältnis gesetzt werden. In der Tabelle 18 sind die prozentualen Schichtdickenänderungen nach 5 Jahren bezogen auf die Schichtdicke des jeweiligen Messpunktes bei der ersten Messung dargestellt.

## 2.5.2 Inaugenscheinnahme

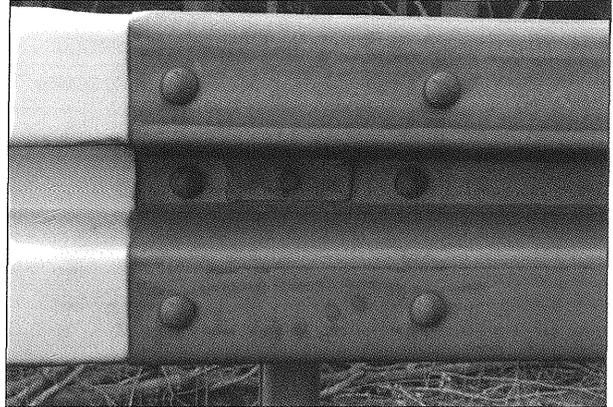
Bei der Inaugenscheinnahme wurde auf Kanten, Stanzlöcher, Rostbildung und Kratzer, die beim Transport und beim Einbau entstanden sind, geachtet. Korrosionsschutzsysteme A, B, T und S nur mit Überzügen wurden getrennt von denen mit Pulverbeschichtung, D1, D2 und DT, betrachtet.

### 2.5.2.1 Korrosionsschutzsysteme A, B, T und S

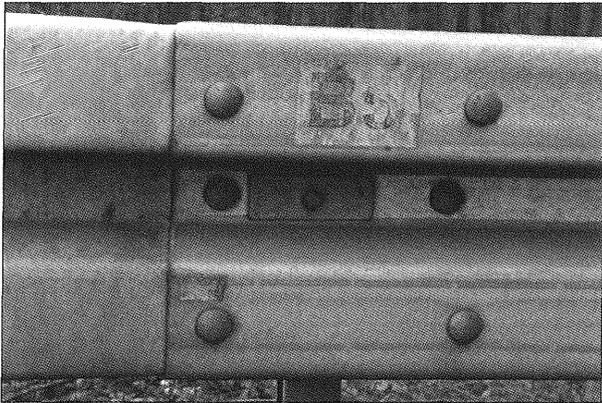
An den Kanten und an den Stanzlöchern der Schutzplankenholme war innerhalb von 5 Jahren kein Rotrost zu sehen (siehe Bilder 4 bis 9). Die Entnahme jeweils eines Schutzplankenholmes mit den Korrosionsschutzsystemen A, B und T bestätigte, dass auch die von Schrauben verdeckten Löcher ohne Rotrost blieben (Bild 10). Die Messun-



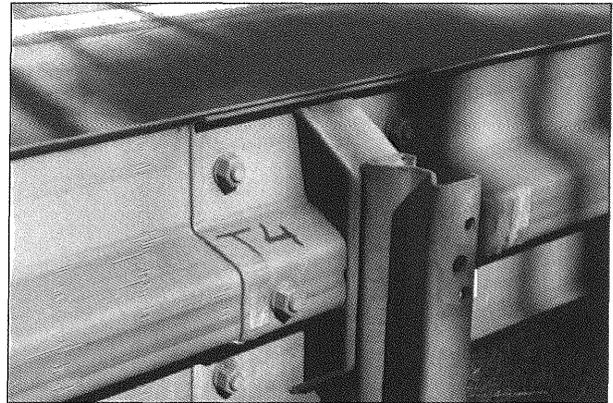
**Bild 4:** Rückseite eines Schutzplankenholmes mit dem Korrosionsschutzsysteme A nach 5 Jahren Freibewitterung



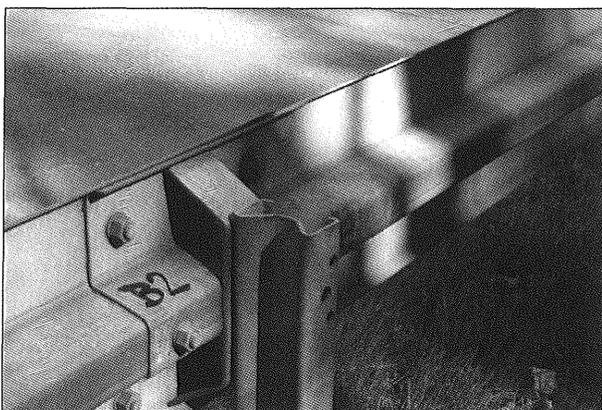
**Bild 7:** Vorderseite eines Schutzplankenholmes mit dem Korrosionsschutzsysteme T nach 5 Jahren Freibewitterung



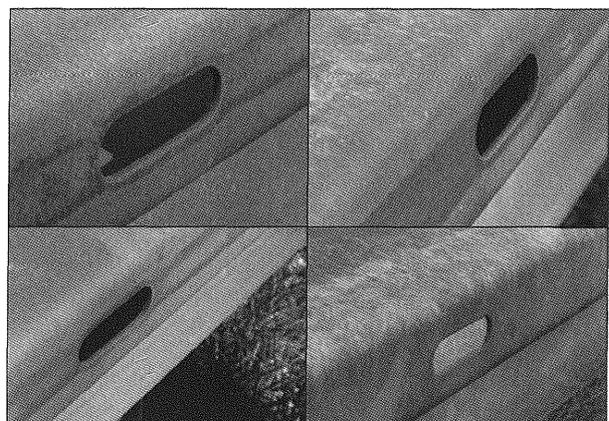
**Bild 5:** Vorderseite eines Schutzplankenholmes mit dem Korrosionsschutzsysteme B nach 5 Jahren Freibewitterung



**Bild 8:** Rückseite eines Schutzplankenholmes mit dem Korrosionsschutzsysteme T nach 5 Jahren Freibewitterung



**Bild 6:** Rückseite eines Schutzplankenholmes mit dem Korrosionsschutzsysteme B nach 5 Jahren Freibewitterung

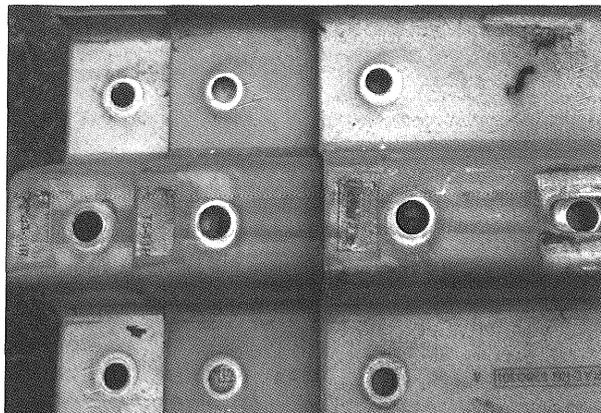


**Bild 9:** Stanzlöcher des Korrosionsschutzsystems A (oben links), B (oben rechts), T (unten links) und S (unten rechts) nach 5 Jahren Freibewitterung

gen der Lochdurchmesser waren daher nicht erforderlich.

Eine verstärkte Rotrostbildung war an den Stellen mit Kratzern durch Einbau nach 5 Jahren nicht zu beobachten (Bild 11).

Die Stellen mit Ausbesserungen blieben auch rostfrei.



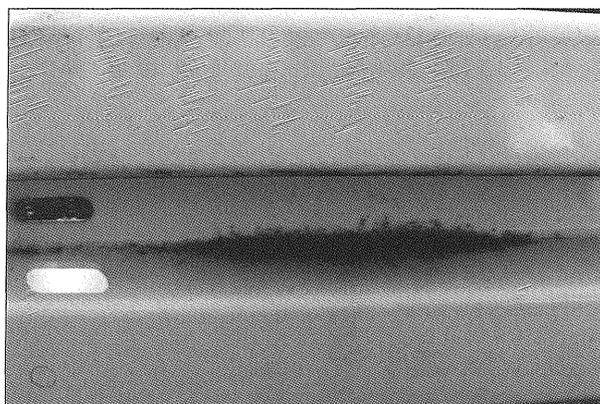
**Bild 10:** Metallisch glänzende, ohne Rotrost Stanzlöcher der bandverzinkten Schutzplankenholme nach der 5-jährigen Freibewitterung. Von links Korrosionsschutzsysteme B, T und A



**Bild 12:** Rostfahne am Stanzloch eines Schutzplankenholmes mit Korrosionsschutzsystem DT



**Bild 11:** Kratzer an einer pulverbeschichteten Schutzplanke, die beim Einbau entstanden sind



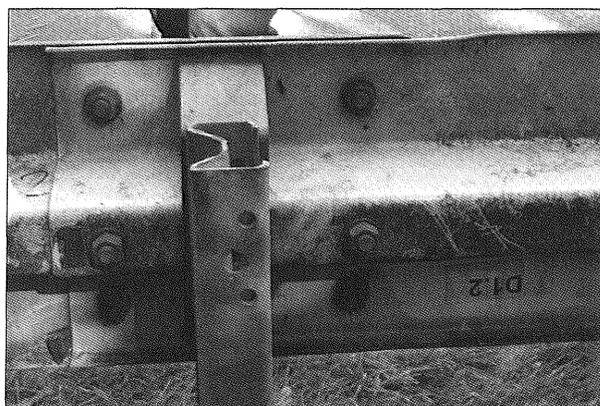
**Bild 13:** Rostbildung am Biegeradius eines Schutzplankenholmes mit Korrosionsschutzsystem DT

### 2.5.2.2 Korrosionsschutzsysteme D1, D2 und DT

Durch den Einbau bekamen die unverkröpften (nicht umgebogenen) Enden der Schutzplankenholme teilweise tiefe Kratzer. Dies betraf alle untersuchten Korrosionsschutzsysteme, insbesondere aber die Pulverbeschichtung (Bild 11). Eine verstärkte Rotrostbildung an den Stellen war nach 5 Jahren nicht zu beobachten.

An zwei Stanzlöchern des Korrosionsschutzsystems DT wurden beginnende Rostfahnen beobachtet (Bild 12). In den unteren Biegeradien bildete sich an einer Stelle eine großflächige Durchrostung. An anderen Stellen ist eine beginnende Rostbildung zu beobachten (Bild 13).

Die Rückseiten der pulverbeschichteten Schutzplankenholme verschmutzten nach kurzer Zeit stark (Bild 14).



**Bild 14:** Starke Verschmutzung der Rückseite einer pulverbeschichteten Schutzplankenholmes

Die Stellen mit Ausbesserungen zeigten fast alle kleine Durchrostungen. Die in diesem Versuch verwendete 1-Komponenten-Beschichtung war für die Ausbesserung in diesem Anwendungsfall ungeeignet. Hierfür bedarf es der Entwicklung von geeigneten Reparatursystemen durch die Hersteller.

## 2.6 Bewertung

### 2.6.1 Bandverzinkte Schutzplankenholme

Die Kanten und die Stanzlöcher an den Schutzplankenholmen mit den Korrosionsschutzsystemen A, B, T und dem Referenzsystem S sind nach 5 Jahren Freibewitterung einwandfrei.

Nach 5 Jahren Freibewitterung ist so gut wie keine Schichtdickenänderung messbar (siehe Tabellen 4, 5, 9 und 10). Bei den Korrosionsschutzsystemen A, B, T und dem Referenzsystem S ist nur eine leichte Tendenz zur Schichtdickenzunahme erkennbar. Die Ursache dieses Phänomens, das nur bei den Korrosionsschutzsystemen ohne Pulverbeschichtung (siehe Tabelle 18) auftritt, ist wahrscheinlich die Bildung von Oxidschichten. Die Größenordnung dieser Schichtdickenänderungen liegt innerhalb der Messgenauigkeit.

Betreffend Ästhetik unterscheiden sich die bandverzinkten Schutzplankenholme von stückverzinkten nicht.

Damit erfüllen die bandverzinkten Schutzplankenholme mit den Korrosionsschutzsystemen A, B und T alle im Abschnitt 1.5 aufgeführten Anforderungen.

### 2.6.2 Pulverbeschichtete Schutzplankenholme

Nach 5 Jahren Freibewitterung beginnt an Stanzlöchern des Korrosionsschutzsystems DT (pulverbeschichtetes Stahlband) vereinzelt sichtbar Korrosion, was sich in leichten Rostfahnen äußert. Auch an Biegeradien treten Durchrostungen auf.

Damit erfüllt das Korrosionsschutzsystem DT die Anforderungen des Abschnittes 1.5 nicht.

Bei den Korrosionsschutzsystemen D1 und D2 (Bandverzinkung plus Pulverbeschichtung) wurden solche Erscheinungen nicht beobachtet, aber das Erscheinungsbild ist in ästhetischer Hinsicht nicht einwandfrei (Kratzer beim Transport und Einbau, starke Verschmutzungen).

Nach 5 Jahren Freibewitterung ist so gut wie keine Schichtdickenänderungen messbar (siehe Tabellen 6, 7 und 8). Bei den Korrosionsschutzsystemen DT, D1 und D2 ist eine leichte Tendenz zur Schichtdickenabnahme zu sehen.

## 3 Freibewitterungsversuch an der BAB A 27

### 3.1 Versuchsstrecke

Für die Freibewitterung wurde eine Versuchsstrecke an der A 27 km 77,0 bis 77,3 kurz vor der Anschlussstelle Bremen Häfen Richtung Cuxhaven eingerichtet (siehe Bild 15). 76 Schutzplankenholme aus bandverzinkten Stahl (mit Zinküberzug wie Korrosionsschutzsystem mit der Bezeichnung B aus der Tabelle 2) wurden dort entlang des Mittelstreifens auf stückverzinkten Pfosten montiert.

### 3.2 Zeitplan

Der Einbau der Schutzplankenholme fand im August 2003 statt. Die Zustandserfassung erfolgt über einen Zeitraum von 5 Jahren zuerst nach zwei Jahren, dann in jährlichen Abständen und zum Abschluss im August/September 2008. Diese ab-

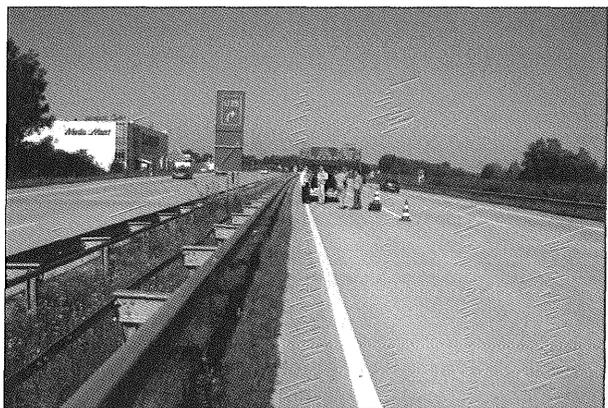


Bild 15: Versuchsstrecke an der BAB A 27

Messung	Datum	Uhrzeit	Lufttemperatur [°C]	Relative Luftfeuchte [%]	Oberflächentemperatur [°C]
1.	12.08.03	11:00	28	50	21
2.	01.09.05	11:00	25	52	22
3.	14.09.06	11:00	20	55	21
4.	12.09.07	11:00	20	60	17

Tab. 19: Datum der Messungen und Umgebungsbedingungen an der Versuchsstrecke BAB A 27

schließende Erfassung erfolgt nicht mehr im Rahmen dieser Untersuchungen.

### 3.3 Untersuchungen

Beim Einbau der Schutzplankenholme wurde eine umfangreiche Dokumentation aus Schichtdickenmessungen und Photos angefertigt. Die Dokumentation wurde bei jeder Begehung fortgesetzt.

Beim Einbau der Schutzplankenholme wurde an 14 Schutzplankenholmen je 2 Messpunkte an der Vorder – und Rückseite wie im Abschnitt 2.4 beschrieben dauerhaft markiert. Sonst entsprach das Messverfahren dem in 2.4 beschriebenen. Die Anzahl der Messpunkte je Vorder – und Rückseite betrug 28.

Die Luft – und Oberflächentemperaturen wurden bei den Begehungen gemessen (siehe Tabelle 19).

### 3.4 Ergebnisse

#### 3.4.1 Schichtdickenmessungen

Die Tabelle 20 enthält tabellarische und graphische Darstellungen der Mittelwerte ( $\bar{\varnothing}$ ) und der Standardabweichungen aller an einem einzelnen Korrosionsschutzsystem gemessenen Schichtdicken über einen Zeitraum von 4 Jahren.

In der Tabelle 21 ist eine auf den jeweiligen Messpunkt bezogene Darstellung der Schichtdicken enthalten. Für diese Darstellung wurden zuerst für jeden Messpunkt die gemessenen Schichtdickendifferenzen aus den aufeinander folgenden Messungen gebildet (z. B. 3. – 2. bedeutet „Messwert der 3. Messung minus Messwert der 2. Messung“).

Messung	Schichtdicken [ $\mu\text{m}$ ]			
	Vorderseite		Rückseite	
	$\bar{\varnothing}$	s	$\bar{\varnothing}$	s
1.	52	5	39	3
2.	53	5	40	3
3.	53	5	42	4
4.	54	5	42	4
5.				

Die Tabellen enthalten jeweils den Mittelwert dieser Differenzen über alle Messpunkte eines Korrosionsschutzsystems.

In der Tabelle 22 sind die prozentualen Schichtdickenabnahmen nach 4 Jahren bezogen auf die Schichtdicke des jeweiligen Messpunktes bei der ersten Messung dargestellt.

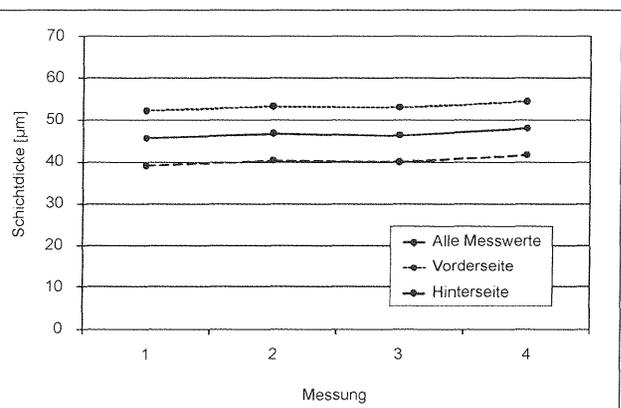
Nach 4 Jahren Freibewitterung ist so gut wie keine Schichtdickenänderung messbar. Es ist sogar eine leichte Tendenz zur Schichtdickenzunahme erkennbar. Dies ist von besonderer Bedeutung, weil die

	Mittelwerte der Schichtdickenänderung [ $\mu\text{m}$ ]	
	Vorderseite	Rückseite
2. Messung – 1. Messung	1,0	1,3
3. Messung – 2. Messung	-0,2	-0,4
4. Messung – 3. Messung	1,6	1,7
4. Messung – 1. Messung	2,2	2,6

Tab. 21: Mittelwerte ( $\bar{\varnothing}$ ) der Schichtdickendifferenzen über alle Messpunkte vom Korrosionsschutzsystem B bezogen auf zwei Messungen (Versuchsstrecke BAB A 27). Eine positive Zahl bedeutet Schichtdickenzunahme, eine negative Schichtdickenabnahme

Korrosionsschutzsystem	prozentuale Schichtdickenänderung	
	Vorderseite	Rückseite
B	4,5 %	2,9 %

Tab. 22: Die prozentuale Schichtdickenänderung des untersuchten Korrosionsschutzsystems nach 4 Jahren bezogen auf die Schichtdicke des jeweiligen Messpunktes bei der ersten Messung. Eine positive Zahl bedeutet Schichtdickenzunahme, eine negative Schichtdickenabnahme



Tab. 20: Tabellarische und graphische Darstellung der Mittelwerte ( $\bar{\varnothing}$ ) und der Standardabweichungen (s) der Schichtdicken vom Korrosionsschutzsystem B innerhalb von 4 Jahren (Versuchsstrecke BAB A 27)

Versuchsstrecke im Gegensatz zu der Versuchsstrecke an der BAB A 4 im Mittelstreifen liegt.

### 3.4.2 Inaugenscheinnahme

An den Kanten und an den Stanzlöchern der Schutzplankenholme war innerhalb von 4 Jahren kein Rotrost zu sehen.

## 3.5 Bewertung

Die Schutzplankenholme mit dem Korrosionsschutzsystemen B sind nach 4 Jahren Freibewitterung einwandfrei.

Die Schichtdicke blieb ähnlich wie bei dem Freibewitterungsversuch an der BAB A 4 mit leichter Tendenz zur Zunahme unverändert (siehe Tabelle 20).

Betreffend Ästhetik unterscheiden sich die bandverzinkten Schutzplankenholme von stückverzinkten nicht.

## 4 Schlussfolgerungen

Die untersuchten bandverzinkte Schutzplankenholme mit Zink – bzw. Zinkaluminiumüberzügen (Korrosionsschutzsysteme A, B und T) zeigten sich gegenüber den stückverzinkten gleichwertig. Gegen ihre Verwendung an Bundesfernstraßen bestehen keine Bedenken.

Für pulverbeschichtete Schutzplankenholme kann auf der Grundlage der hier erzielten Ergebnisse keine Empfehlung ausgesprochen werden.

Das Korrosionsschutzsystem DT (Pulverbeschichtung auf Stahl) ist auch aus korrosionsschutztechnischen Gründen nicht der Stückverzinkung gleichwertig, weil in den Biegeradien mehrfach Korrosion zu beobachten war und an den Stanzlöchern Rostfahnen auftraten. Bei allen pulverbeschichteten Schutzplankenholmen war zudem das Erscheinungsbild unbefriedigend. Als Folge davon sind die pulverbeschichteten Schutzplankenholme (D1, D2 und DT) gegenüber den stückverzinkten als nicht gleichwertig einzustufen, da ein höherer Aufwand bei Montage und Bauüberwachung anfällt.

## 5 Ausblick

Die Hersteller von bandverzinktem Stahlband beabsichtigen, neben den bandverzinkten Schutzplankenholmen auch bandverzinkte Schutzplankenpfosten zu liefern. Aus diesem Grund stellten sie einen Antrag beim BMVBS. Die bis jetzt durchgeführten Untersuchungen von bandverzinktem Stahl waren auf die korrosive Belastung an der Atmosphäre und nicht in Böden ausgerichtet, deshalb können sie nicht auf Pfosten übertragen werden. Für die Anwendung von bandverzinkten Schutzplankenpfosten sind zusätzliche Untersuchungen erforderlich.

## 6 Zusammenfassung

### 6.1 Einleitung

Stahlschutzplanken sind gemäß den Technischen Lieferbedingungen für Stahlschutzplanken (TL-SP 99) durch Feuerverzinken vor Korrosion zu schützen.

Das Feuerverzinken von Stahlschutzplanken für Bundesfernstraßen hat gemäß TL-SP 99 nach der Verarbeitung (Schneiden, Stanzen, Verformen) des Bandes zur Schutzplanke zu erfolgen. Demnach ist nur das Verfahren Stückverzinken zulässig. Anders hergestellte Korrosionsschutzschichten bzw. -systeme, z. B. Bandverzinkung, bedürfen der Zustimmung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Als wesentliche Voraussetzung für die Zustimmung gilt der Nachweis ihrer Gleichwertigkeit mit Stückverzinkung bezüglich des Korrosionsschutzes.

Der Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh) stellte im März 2002 einen Antrag beim Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) auf Zustimmung für den Einsatz von Schutzplanken aus bandverzinktem bzw. und/oder pulverbeschichtetem Stahl. Dabei handelte es sich um drei verschiedene Bandverzinkungen und zwei verschiedenen Pulverbeschichtungen.

Der Nachweis der Gleichwertigkeit dieser Korrosionsschutzsysteme mit Stückverzinkung bezüglich des Korrosionsschutzes erfolgte in zwei Schritten: durch Laboruntersuchungen und durch einen Freibewitterungsversuch. Die Laboruntersuchungen wurden im Rahmen des Projektes P 518 der Studiengesellschaft Stahlanwendung e. V. „Erhöhung

der Sicherheit der Verkehrssysteme durch Optimierung der Schutzwirkung von Stahlschutzplanken“ durchgeführt. Alle an die Bandverzinkung gestellten Anforderungen wurden erfüllt. Damit wurde der erste Teil des Nachweises erbracht.

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde der Teil zwei des Nachweises geführt. Ein Freibewitterungsversuch mit bandverzinkten und/oder pulverbeschichteten Schutzplankenholmen wurde an der BAB A 4 durchgeführt. Ein weiterer Freibewitterungsversuch im Rahmen einer Zustimmung im Einzelfall an der BAB A 27 wurde dokumentiert und vorläufig bewertet.

An die untersuchten Schutzplankenholme wurden folgende Anforderungen hinsichtlich der Kriterien Sicherheit, Dauerhaftigkeit und Ästhetik für den Zeitraum von 5 Jahren gestellt:

- keine Lochaufweitung durch Korrosion,
- keine Abwitterung der Korrosionsschutzschicht um mehr als 30 % der Sollschichtdicke,
- keine Rotrostfahnen.

Der Einbau der Schutzplankenholme an der BAB A 4 fand im März 2002 statt. Die Zustandserfassung erfolgte über einen Zeitraum von 5 Jahren, zuerst nach einem halben Jahr, dann in jährlichen Abständen und zum Abschluss im März 2007.

Der Einbau der Schutzplankenholme an der BAB A 27 fand im August 2003 statt. Die Zustandserfassung erfolgte über einen Zeitraum von 4 Jahren zuerst nach zwei Jahren, dann in jährlichen Abständen. Die abschließende Zustandserfassung findet im September 2008 nicht mehr im Rahmen dieses Projektes statt.

Dieser Bericht enthält die Ergebnisse nach 5 Jahren Freibewitterung an der BAB A 4 und nach 4 Jahren an der BAB A 27.

### 6.1.1 Zustandserfassung

Bei den Begehungen wurden Schichtdicken gemessen. Die Kanten, Stanzlöcher, Rostbildungen und Kratzer, die beim Transport und beim Einbau entstanden sind, wurden beobachtet.

#### 6.1.1.1 Schichtdicken

Die Mittelwerte und die Standardabweichungen der gemessenen Schichtdicken über alle Messpunkte

des jeweiligen Korrosionsschutzsystems sind tabellarisch erfasst und graphisch dargestellt.

Die auf den jeweiligen Messpunkt bezogene Schichtdickenänderung wurde analysiert. Dafür wurden aus den aufeinander folgenden Messungen für jeden Messpunkt die Schichtdickendifferenzen gebildet.

Aus den Schichtdickenmessungen wurden die Schichtdickenänderungen ermittelt, indem die ursprünglich und zuletzt gemessenen Schichtdicken ins Verhältnis gesetzt wurden.

#### 6.1.1.2 Inaugenscheinnahme

An den Kanten und an den Stanzlöchern der Schutzplankenholme mit Bandverzinkung (ohne Pulverbeschichtung) war kein Rotrost zu sehen. Die Entnahme jeweils eines Schutzplankenholmes mit Bandverzinkung (ohne Pulverbeschichtung) bestätigte, dass auch die von Schrauben verdeckten Löcher ohne Rotrost blieben. Die Messungen der Lochdurchmesser waren daher nicht erforderlich. Eine verstärkte Rotrostbildung war an den Stellen mit Kratzern durch Einbau nicht zu beobachten. Die Stellen mit Ausbesserungen blieben auch rostfrei.

Durch den Einbau bekamen die Schutzplankenholme mit Pulverbeschichtung teilweise tiefe Kratzer. Eine verstärkte Rotrostbildung an den Stellen war nicht zu sehen. Beginnende Rostfahnen wurden an zwei Stanzlöchern der Schutzplankenholme mit Pulverbeschichtung auf blankem Stahl beobachtet. In einem Biegeradius bildete sich an einer Stelle eine großflächige Durchrostung. An anderen Stellen ist eine beginnende Rostbildung zu beobachten. Die Rückseiten der pulverbeschichteten Schutzplankenholme verschmutzten nach kurzer Zeit stark. Die Stellen mit Ausbesserungen zeigten fast alle kleine Durchrostungen.

## 6.2 Bewertung

Die Kanten und die Stanzlöcher an den Schutzplankenholmen mit Bandverzinkung (ohne Pulverbeschichtung) und dem Referenzsystem Stückverzinkung sind nach 5 Jahren bzw. 4 Jahren Freibewitterung einwandfrei. Es wurden so gut wie keine Schichtdickenänderungen gemessen. Eine leichte Tendenz zur Schichtdickenzunahme ist erkennbar. Die Ursache dieses Phänomens, das nur bei den Korrosionsschutzsystemen ohne Pulverbeschichtung auftritt, ist vermutlich die Bildung von Oxid-

schichten. Die Größenordnung dieser Schichtdickenänderungen liegt innerhalb der Messgenauigkeit. Betreffend Ästhetik unterscheiden sich die bandverzinkten Schutzplankenholme von stückverzinkten nicht.

Die hier untersuchten Schutzplankenholme mit Bandverzinkung (ohne Pulverbeschichtung) erfüllen damit alle Anforderungen.

Nach 5 Jahren Freibewitterung beginnt an Stanzlöchern des Korrosionsschutzsystems mit Pulverbeschichtung (ohne Bandverzinkung) vereinzelt sichtbar Korrosion, was sich in leichten Rostfahnen äußert. Diese leichten Rostfahnen deuten auf beginnende Korrosion, nicht jedoch auf Lochaufweitung. An Biegeradien treten starke Durchrostungen auf. Bei den übrigen Korrosionsschutzsystemen (Bandverzinkung plus Pulverbeschichtung) wurden solche Erscheinungen nicht beobachtet, aber das Erscheinungsbild ist in ästhetischer Hinsicht nicht einwandfrei (Kratzer beim Transport und Einbau, starke Verschmutzungen). Es wurden so gut wie keine Schichtdickenänderungen gemessen. Eine leichte Tendenz zur Schichtdickenabnahme ist erkennbar.

Die pulverbeschichteten Schutzplankenholme erfüllen die Anforderungen betreffend der Ästhetik und teilweise betreffend der Dauerhaftigkeit nicht.

### 6.3 Schlussfolgerungen

Die untersuchten bandverzinkte Schutzplankenholme mit Zink- bzw. Zinkaluminiumüberzügen zeigten sich gegenüber den stückverzinkten gleichwertig. Gegen ihre Verwendung an Bundesfernstraßen bestehen keine Bedenken.

Für pulverbeschichtete Schutzplankenholme kann auf der Grundlage der hier erzielten Ergebnisse keine Empfehlung ausgesprochen werden. Bei allen pulverbeschichteten Schutzplankenholmen war das Erscheinungsbild unbefriedigend. In diesem Sinne sind die pulverbeschichteten Schutzplankenholme den stückverzinkten nicht gleichwertig, da ein höherer Aufwand bei Montage und Bauüberwachung anfällt. Das Korrosionsschutzsystem Pulverbeschichtung auf Stahl ist auch aus korrosionsschutztechnischen Gründen nicht der Stückverzinkung gleichwertig, weil in den Biegeradien mehrfach Korrosion zu beobachten war und an den Stanzlöchern Rostfahnen auftraten.

### 6.4 Ausblick

Die Hersteller von bandverzinktem Stahlband beabsichtigen, neben den bandverzinkten Schutzplankenholmen auch bandverzinkte Schutzplankenpfosten zu liefern. Aus diesem Grund stellten sie einen Antrag beim BMVBS. Die bis jetzt durchgeführten Untersuchungen von bandverzinktem Stahl waren auf die korrosive Belastung an der Atmosphäre und nicht in Böden ausgerichtet, deshalb können sie nicht auf Pfosten übertragen werden. Für die Anwendung von bandverzinkten Schutzplankenpfosten sind zusätzliche Untersuchungen erforderlich.

## 7 Literatur

- [1] Technische Lieferbedingungen für Stahlschutzplanken (TL-SP 99): Forschungsgesellschaft für Straße und Verkehrswesen e. V., Köln
- [2] SEDLACEK, G., KAMMEL, CHR., GEßLER, U. J., BLEC, W., MYSLOWICKI, ST., POPRAWA, R., VITR, G.: Erhöhung der Sicherheit der Verkehrssysteme durch Optimierung der Schutzwirkung von Stahlschutzplanken, Forschungsbericht P518, ISBN 3-934238-36-X, Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf 2004
- [3] DIN EN 10025-2, Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle; Deutsche Fassung EN 10025-2:2004
- [4] DIN EN 10326, Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Band und Blech aus Baustählen – Technische Lieferbedingungen; Deutsche Fassung EN 10326: 2004
- [5] DIN 18800-7, Stahlbauten – Teil 7: Ausführung und Herstellerqualifikation; 2002-09
- [6] DIN EN ISO 1461, Ausgabe:1999-03, Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebraute Zinküberzüge (Stückverzinken) – Anforderungen und Prüfungen (ISO 1461:1999); Deutsche Fassung EN ISO 1461: 1999
- [7] Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING)
- [8] Korrosion durch Feuerverzinken (Stückverzinken), Institut Feuerverzinken GmbH, Sohnstr. 70, 40237 Düsseldorf

- 
- [9] Bericht Nr. 112 des Gemeinschaftsausschusses Verzinken e. V., Zur Braunfärbung feuerverzinkten Stahls bei atmosphärischer Korrosionsbelastung
- [10] DIN EN ISO 12944-2, Ausgabe 1998-07: Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen (ISO 12944-2: 1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-2: 1998
- [11] DIN EN 1317-5, Rückhaltesysteme an Straßen – Teil 5: Anforderungen an die Produkte, Konformitätsverfahren und -bescheinigung für Fahrzeugrückhaltesysteme; Deutsche Fassung EN 1317-5: 2007

## Schriftenreihe

### Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

#### Unterreihe „Brücken- und Ingenieurbau“

### 1993

- B 1: Realkalisierung karbonatisierter Betonrandzonen  
Budnik, Laakkonen, Maaß, Großmann vergriffen
- B 2: Untersuchungen an Fertigteilbrücken BT 70/BT 700  
Haser kostenlos
- B 3: Temperaturunterschiede an Betonbrücken  
Knabenschuh vergriffen
- B 4: Merkblatt zur Entnahme repräsentativer Strahlschuttproben  
MES-93 € 9,00

### 1994

- B 5: Spezielle Probleme bei Brückenbauwerken in den neuen Bundesländern  
von H. Haser, R. Kaschner  
*Teil 1: Nachrechnung von Gewölbebrücken*  
*Teil 2: Schubsicherung bei Fertigteilträgern BT 70 und BT 50*  
Haser, Kaschner € 11,50

### 1995

- B 6: Zur Berechnung von Platten mit schwacher Querbewehrung  
Kaschner € 11,50
- B 7: Erprobung von dichten lärmindernden Fahrbelägen für Brücken  
Sczyslo € 12,50
- B 8: Untersuchungen am Brückenbelag einer orthotropen Fahrbelagplatte  
Krieger, Rath € 17,50
- B 9: Anwendung von zerstörungsfreien Prüfmethode bei Betonbrücken  
Krieger € 13,00
- B 10: Langzeituntersuchungen von Hydrophobierungsmitteln  
Maaß, Krieger € 12,50

### 1996

- B 11: Fahrbeläge auf Sohlen von Trogbauwerken  
Wruck € 12,00
- B 12: Temperaturmessungen bei der Verbreiterung der Rodenkirchener Brücke  
Goebel € 15,50
- B 13: Strukturanalyse von Beton  
Gatz, Gusia € 11,00

### 1997

- B 14: Verhalten von Fahrbelägen aus Asphalt infolge Horizontallasten  
Krieger, Rath € 16,00
- B 15: Temperaturbeanspruchung im Beton und Betonersatz beim Einbau von Abdichtungen  
Großmann, Budnik, Maaß € 14,50
- B 16: Seilverfüllmittel – Mechanische Randbedingungen für Brückenseile  
Eilers, Hemmert-Halswick € 27,50
- B 17: Bohrverfahren zur Bestimmung der Karbonisierungstiefe und des Chloridgehaltes von Beton  
Gatz, Gusia, Kuhl € 14,00

### 1998

- B 18: Erprobung und Bewertung zerstörungsfreier Prüfmethode für Betonbrücken  
Krieger, Krause, Wiggenhauser € 16,50
- B 19: Untersuchung von unbelasteten und künstlich belasteten Beschichtungen  
Schröder € 11,00
- B 20: Reaktionsharzgebundene Dünnbeläge auf Stahl  
Eilers, Ritter € 12,50
- B 21: Windlasten für Brücken nach ENV 1991-3  
Krieger € 10,50

### 1999

- B 22: Algorithmen zur Zustandsbewertung von Ingenieurbauwerken  
Haardt € 11,50
- B 23: Bewertung und Oberflächenvorbereitung schwieriger Untergründe  
Schröder, Sczyslo € 11,00
- B 24: Erarbeitung einer ZTV für reaktionsharzgebundene Dünnbeläge auf Stahl  
Eilers, Stoll € 11,00
- B 25: Konzeption eines Managementsystems zur Erhaltung von Brücken- und Ingenieurbauwerken  
Haardt € 12,50
- B 26: Einsatzmöglichkeiten von Kletterrobotern bei der Bauwerksprüfung  
Krieger, Rath, Berthold € 10,50
- B 27: Dynamische Untersuchungen an reaktionsharzgebundenen Dünnbelägen  
Eilers, Ritter, Stoll € 11,00

### 2000

- B 28: Erfassung und Bewertung von reaktionsharzgebundenen Dünnbelägen auf Stahl  
Eilers € 11,00
- B 29: Ergänzende Untersuchungen zur Bestimmung der Karbonisierungstiefe und des Chloridgehaltes von Beton  
Gatz, Quaaß € 12,00
- B 30: Materialkonzepte, Herstellungs- und Prüfverfahren für elutionsarme Spritzbetone  
Heimbecher € 11,00
- B 31: Verträglichkeit von reaktionsharzgebundenen Dünnbelägen mit Abdichtungssystemen nach den ZTV-BEL-ST  
Eilers, Stoll € 10,50
- B 32: Das Programm ISOCORRAG: Ermittlung von Korrosivitätskategorien aus Massenverlusten  
Schröder € 11,50
- B 33: Bewehrung von Belägen auf Stahlbrücken mit orthotropen Fahrbelagplatten  
Eilers, Sczyslo € 17,00
- B 34: Neue reaktionsharzgebundene Dünnbeläge als Fahrbeläge auf einem D-Brücken-Gerät  
Eilers, Ritter € 13,00

### 2002

- B 35: Bewehrung von Brückenbelägen auf Betonbauwerken  
Wruck € 11,50
- B 36: Fahrbeläge aus Asphalt  
Wruck € 11,00
- B 37: Messung der Hydrophobierungsqualität  
Hörner, von Witzhausen, Gatz € 11,00
- B 38: Materialtechnische Untersuchungen beim Abbruch der Talbrücke Haiger  
Krause, Wiggenhauser, Krieger € 17,00

B 39: Bewegungen von Randfugen auf Brücken  
Eilers, Wruck, Quaas € 13,00

## 2003

B 40: Schutzmaßnahmen gegen Graffiti  
von Weschpfennig € 11,50

B 41: Temperaturmessung an der Unterseite orthotroper Fahrbahn-  
tafeln beim Einbau der Gussasphalt-Schutzschicht  
Eilers, Kückler, Quaas € 12,50

B 42: Anwendung des Teilsicherheitskonzeptes im Tunnelbau  
Städling, Krocker € 12,00

B 43: Entwicklung eines Bauwerks Management-Systems für das  
deutsche Fernstraßennetz – Stufen 1 und 2  
Haardt € 13,50

B 44: Untersuchungen an Fahrbahnübergängen zur Lärminderung  
Hemmer-Halswick, Ullrich € 12,50

B 45: Erfahrungssammlungen:  
Stahlbrücken – Schäden – wetterfeste Stähle Seile  
Teil 1: Dokumentation über Schäden an Stahlbrücken  
Teil 2: Dokumentation und Erfahrungssammlung mit Brücken aus  
wetterfesten Stählen  
Teil 3: Erfahrungssammlung über die Dauerhaftigkeit von Brü-  
ckenseilen und -kabeln  
Hemmer-Halswick € 13,00

## 2004

B 46: Einsatzbereiche endgültiger Spritzbetonkonstruktionen  
im Tunnelbau  
Heimbecher, Decker, Faust € 12,50

## 2005

B 47: Gussasphaltbeläge auf Stahlbrücken  
Steinauer, Scharnigg € 13,50

## 2006

B 48: Scannende Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung von  
Brückenbauwerken  
Holst, Streicher, Gardei, Kohl, Wöstmann,  
Wiggenhauser € 15,00

B 49: Einfluss der Betonoberflächenvorbereitung auf die Haf-  
tung von Epoxidharz  
Raupach, Rößler € 13,50

B 50: Entwicklung eines Bauwerks-Management-Systems für  
das deutsche Fernstraßennetz, Stufe 3  
Holst € 13,50

B 51: Hydrophobierungsqualität von flüssigen und pastösen  
Hydrophobierungsmitteln  
Panzer, Hörner, Kropf € 12,50

B 52: Brückenseile mit Galfan-Überzug – Untersuchung der  
Haftfestigkeit von Grundbeschichtungen  
Friedrich, Staack € 14,50

B 53: Verwendung von selbstverdichtendem Beton (SVB) im  
Brücken- und Ingenieurbau an Bundesfernstraßen  
Tauscher € 14,50

B 54: Nachweis des Erfolges von Injektionsmaßnahmen zur  
Mängelbeseitigung bei Minderdicken von Tunnelinnenschalen  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kosten-  
pflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.  
Rath, Berthold, Lähner € 12,50

## 2007

B 55: Überprüfung des Georadarverfahrens in Kombination  
mit magnetischen Verfahren zur Zustandsbewertung von  
Brückenfahrbahnplatten aus Beton mit Belagsaufbau  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kosten-  
pflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.  
Krause, Rath, Sawade, Dumat € 14,50

B 56: Entwicklung eines Prüfverfahrens für Beton in der Expo-  
sitionsklasse XF2

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig  
unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.

Setzer, Keck, Palecki, Schießl, Brandes € 19,50

B 57: Brandversuche in Straßentunneln – Vereinheitlichung  
der Durchführung und Auswertung

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig  
unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.

Steinauer, Mayer, Kündig € 26,50

B 58: Quantitative Risikoanalysen für Straßentunnel  
Sistenich € 14,50

## 2008

B 59: Bandverzinkte Schutzplankenholme  
Schröder € 12,50

---

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Wirtschaftsverlag NW  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
Postfach 10 11 10  
D-27511 Bremerhaven  
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0  
Telefax: (04 71) 9 45 44 77  
Email: [vertrieb@nw-verlag.de](mailto:vertrieb@nw-verlag.de)  
Internet: [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de)

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.