

**Freibewitterungsversuche
mit bandverzinkten
Schutzplankenholmen**

**Ergebnisse
nach 18 Jahren**

**Fachveröffentlichung der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

bast

BAST-Projekt F1100.2213011

**Freibewitterungsversuche
mit bandverzinkten Schutzplankenholmen
Ergebnisse nach 18 Jahren**

Malgorzata Schröder

Bundesanstalt für Straßenwesen

Bergisch Gladbach

im August 2021

Inhalt

1	Allgemeines.....	2
2	Untersuchungen.....	2
3	Freibewitterungsversuche.....	3
3.1	BAB A4 bei Bergisch Gladbach.....	3
3.1.1	Versuchsstrecke.....	3
3.1.2	Ergebnisse	3
3.2	BAB A27 bei Bremen	4
3.2.1	Versuchsstrecke.....	4
3.2.2	Ergebnisse	4
4	Diskussion	6
5	Schlussfolgerung	7
6	Zusammenfassung und Ausblick	7
	Literatur	7

1 Allgemeines

Im Rahmen des BASt-Projektes „Bandverzinkte Schutzplankenholme“ [1] wurden u.a. unterschiedlich verzinkte Schutzplankenholme in Freibewitterungsversuchen untersucht und nach 5 bzw. 4 Jahren bewertet. Dabei handelte es sich um Schutzplankenholme aus kontinuierlich schmelztauchveredeltem Stahlband gemäß DIN EN 10346 [2] (Überzüge Z und ZA, im Weiteren „Bandverzinkung“ genannt). Als Referenz dienten stückverzinkte Schutzplankenholme gemäß DIN EN ISO 1461 [3].

Die Hintergründe des Ursprungsprojektes und die Vorgehensweise sind in [1] beschrieben.

Dieses Folgeprojekt ergänzt die Daten der Freibewitterungsversuche an den in [1] beschriebenen Versuchsstrecken um die Ergebnisse nach 17,5 bzw. 18 Jahren Freibewitterung.

2 Untersuchungen

Bei den Begehungen von zwei Strecken einer nach 17,5 bzw. der zweiten nach 18 Jahren seit der Einrichtung wurden insbesondere Stanzlöcher und Kanten augenscheinlich bewertet und die Schichtdicken der Zinküberzüge gemessen.

Die Schichtdicken wurden mittels magnet-induktiven Verfahrens gemessen. Die Messpunkte wurden mittels einer Schablone markiert (siehe Bilder 1 und 2).

Um die Messstellen von Verschmutzung zu befreien, wurden sie vor jeder Schichtdickenmessung mit einem trockenen Tuch, bzw. Scotch-Brite™ abgewischt.



Bild 1: Markieren der Messpunkte mittels Schablone.

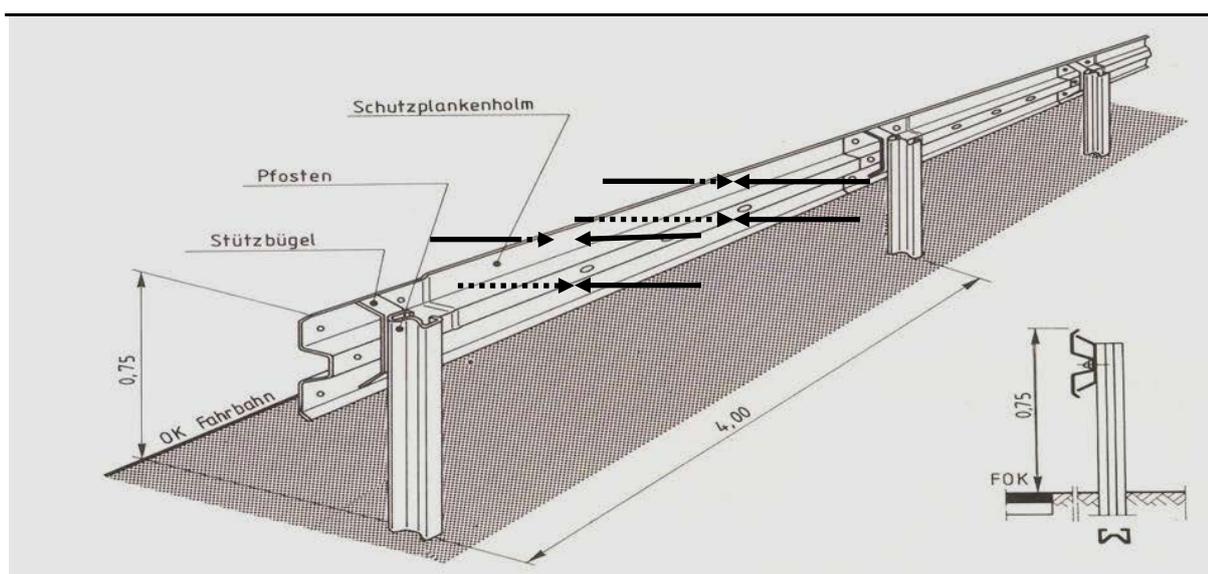


Bild 2: Verteilung der Messpunkte für die Schichtdickenmessungen

3 Freibewitterungsversuche

3.1 BAB A4 bei Bergisch Gladbach

3.1.1 Versuchsstrecke

Für die Freibewitterung wurde eine Versuchsstrecke an der BAB A4 in der Nähe der Anschlussstelle Bensberg Richtung Olpe eingerichtet. 24 verzinkte Schutzplankenholme (je Überzug sechs) wurden dort entlang des Seitenstreifens auf stückverzinkten Pfosten montiert. Dabei kamen drei zu untersuchende Überzüge und die Stückverzinkung als Referenz zum Einsatz (siehe Tabelle 1).

Die Strecke wurde im März 2002 eingerichtet und insgesamt 9-mal untersucht. Die letzte hier dokumentierte Begehung fand im Oktober 2019 nach 17,5 Jahren statt. Die Fotos der Stanzlöcher und Kanten wurden im August 2021 aufgenommen.

3.1.2 Ergebnisse

3.1.2.1 Augenscheinnahme

Alle Stanzlöcher, Schraubverbindungen und Kanten sind nach 19,5 Jahren rostfrei. Die Bilder 3 und 4 zeigen beispielweise diese Details an je einem Schutzplankenholm jedes Systems.

Tabelle 1: Bezeichnung der untersuchten Überzüge

Bezeichnung	Überzug
A	Bandverzinkung: Zink-Aluminium-Überzug I im Double-dip-Verfahren (Eintauchen des Stahlbandes in zwei Zinkschmelzen hintereinander) (kein genormtes Stahlband, ~ Stahl EN 10326-S250GD + Z300 + ZA300)
B	Bandverzinkung: Zinküberzug (Stahl EN 10326-S250GD+Z600)
T	Bandverzinkung: Zink-Aluminium-Überzug II (Galfan) (Stahl EN 10326-S250GD+ZA300)
S	Stückverzinkung (Referenz) Zinküberzug nach DIN EN ISO 1461

3.1.2.2 Schichtdickenmessungen

In Diagramm 1 sind Mittelwerte von Schichtdicken über einen Zeitraum von 17,5 Jahren eingetragen. Diese Mittelwerte wurden mit Standardabweichungen von 3 µm bis 5 µm gemessen.

Nach 17,5 Jahren Freibewitterung ist keine Schichtdickenabnahme erkennbar, eher eine leichte Tendenz zur Schichtdickenzunahme.

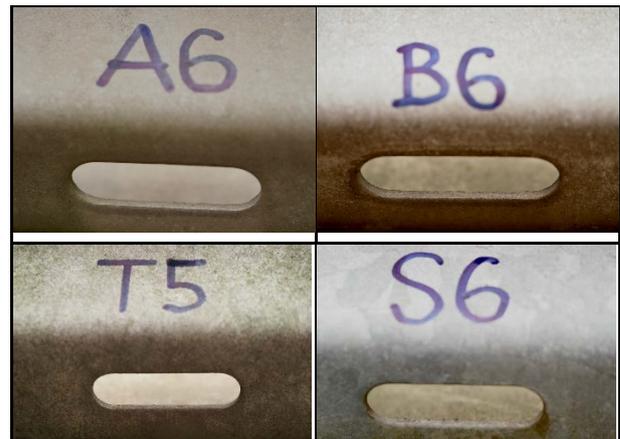


Bild 3: Stanzlöcher 19,5 Jahren Freibewitterung; Buchstaben siehe Tabelle 1, Ziffern bedeuten Nummern des Holmes.



Bild 4: Kanten und Schraubverbindungen 19,5 Jahren Freibewitterung, Buchstaben siehe Tabelle 1, Ziffern bedeuten Nummern des Holmes

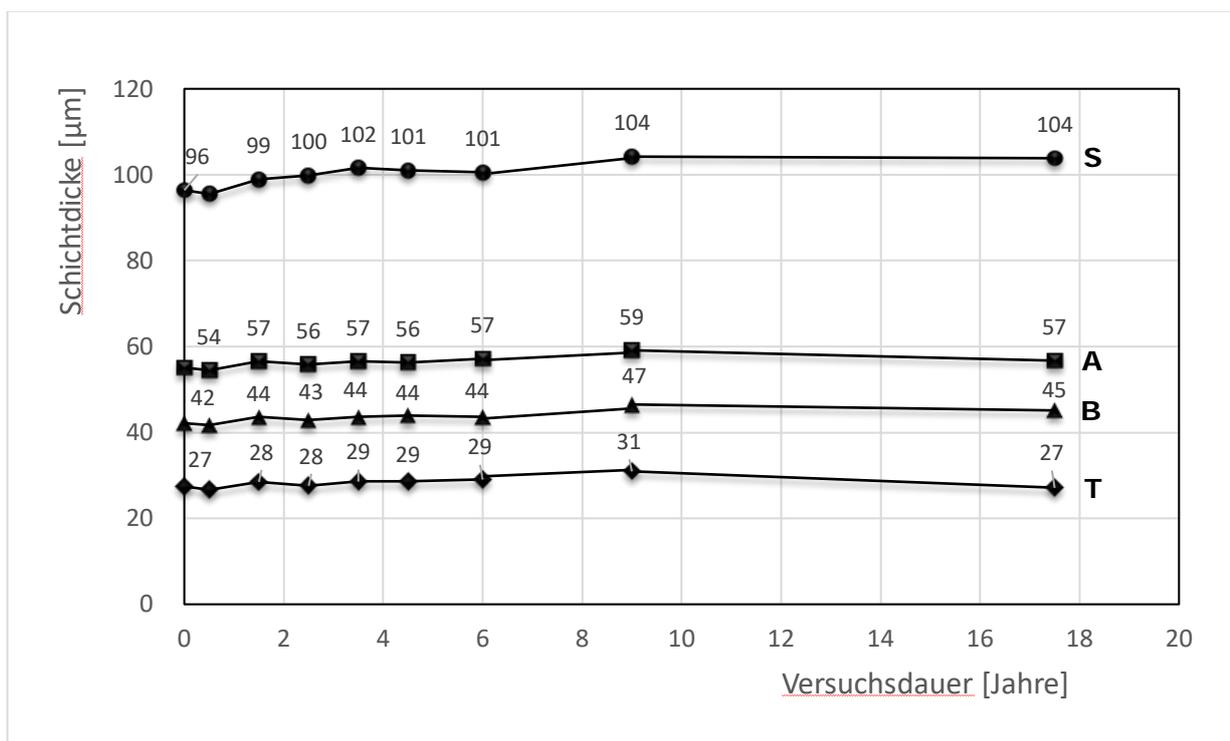


Diagramm 1: Die Mittelwerte von Schichtdicken innerhalb von 17,5 Jahren der Freibewitterung an der BAB A4

3.2 BAB A27 bei Bremen

3.2.1 Versuchsstrecke

Die Versuchsstrecke wurde an der A27 km 77,0 bis km 77,3 kurz vor der Anschlussstelle Bremen Häfen Richtung Cuxhaven eingerichtet.

76 Schutzplankenholme mit Profil A aus bandverzinktem Stahl (Stahlbezeichnung: EN 10326-S250GD+Z600; entspricht „Korrosionsschutzsystem B“ in Tabelle 1) wurden dort entlang des Mittelstreifens auf stückverzinkten Pfosten montiert.

Die Strecke wurde im August 2003 eingerichtet und insgesamt 9-mal untersucht. Die letzte Begehung fand im August 2021 nach 18 Jahren statt.

3.2.2 Ergebnisse

3.2.2.1 Augenscheinnahe

Alle Stanzlöcher, Schraubverbindungen und Kanten sind nach 18 Jahren rostfrei. Die Bilder 5 und 6 zeigen beispielhaft diese Details.

An den verkehrszugewandten Seiten der Schutzplankenholme sind nach 18 Jahren erstmals kleine

Rostpunkte aufgefallen (siehe Bild 7). Diese sind auf Steinschlag zurückzuführen.



Bild 5: Stanzloch am Schutzplankenholm nach 18-jährigem Einsatz am Mittelstreifen ohne jegliche Anzeichen von Rotrost.



Bild 6: Kanten eines Schutzplankenholmes nach 18-jährigem Einsatz am Mittelstreifen ohne jegliche Anzeichen von Rotrost

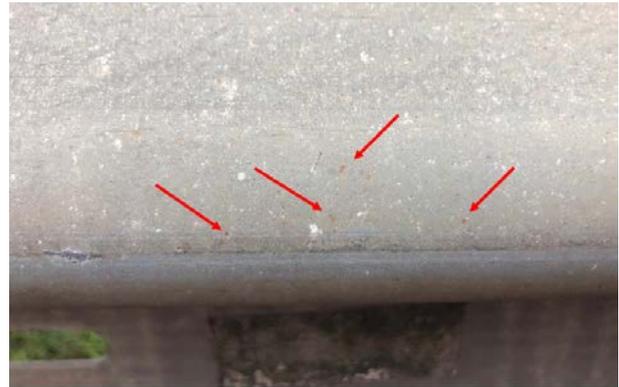


Bild 7: Kleine Rostpunkte an der verkehrszugewandten Seite eines Schutzplankenholmes nach 18-jährigem Einsatz am Mittelstreifen

3.2.2.2 Schichtdickenmessungen

In Diagramm 2 sind Mittelwerte von Schichtdicken über einen Zeitraum von 18 Jahren eingetragen. Von ursprünglich 14 Holmen (jeder 5. der 76 Holme), an denen im Jahre 2003 Schichtdickenmessungen durchgeführt wurden, wurden 10 infolge von Unfällen ausgetauscht.

Daher konnten im Jahre 2021 die Schichtdickenmessungen nur an vier Holmen durchgeführt werden. Die Mittelwerte wurden mit Standardabweichungen von 3 μm bis 5 μm gemessen.

Nach 18 Jahren Freibewitterung ist keine messbare Schichtdickenabnahme zu verzeichnen.

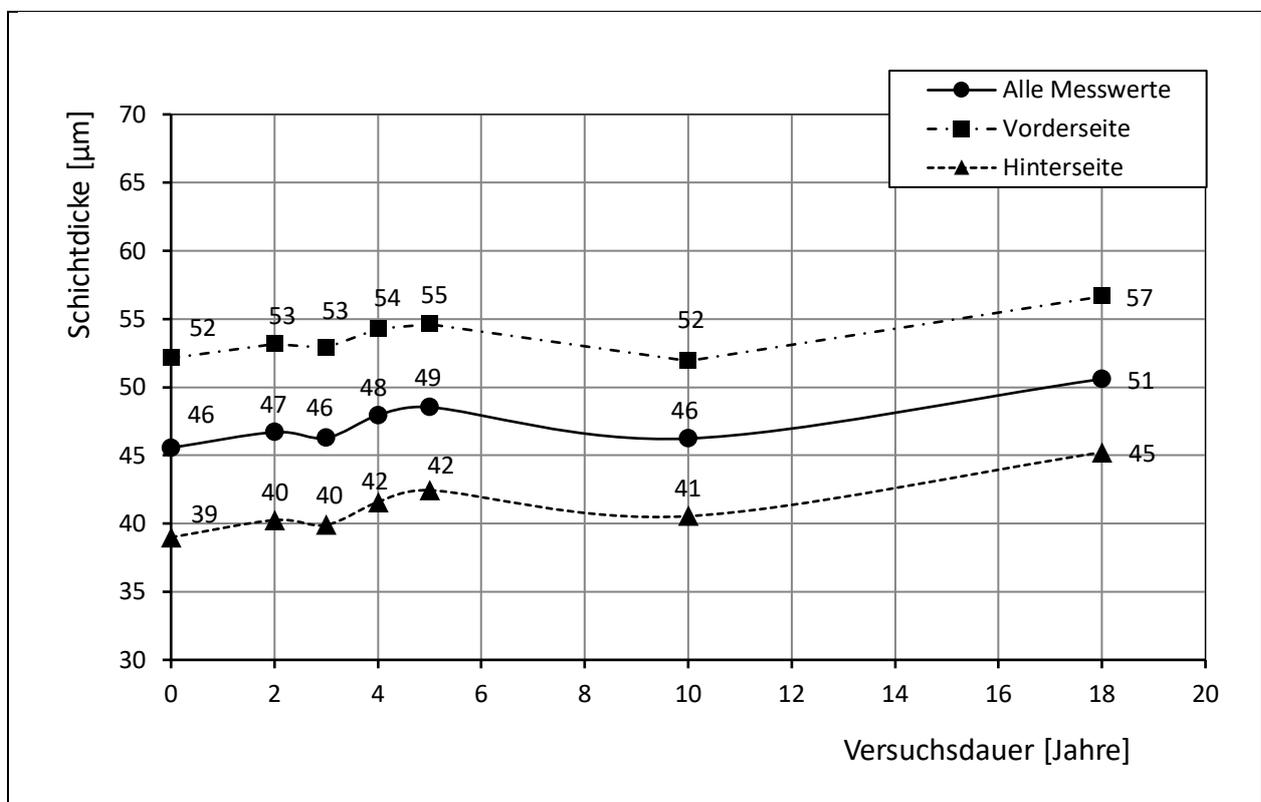


Diagramm 2: Die Mittelwerte von Schichtdicken innerhalb von 18 Jahren der Freibewitterung an der BAB A27

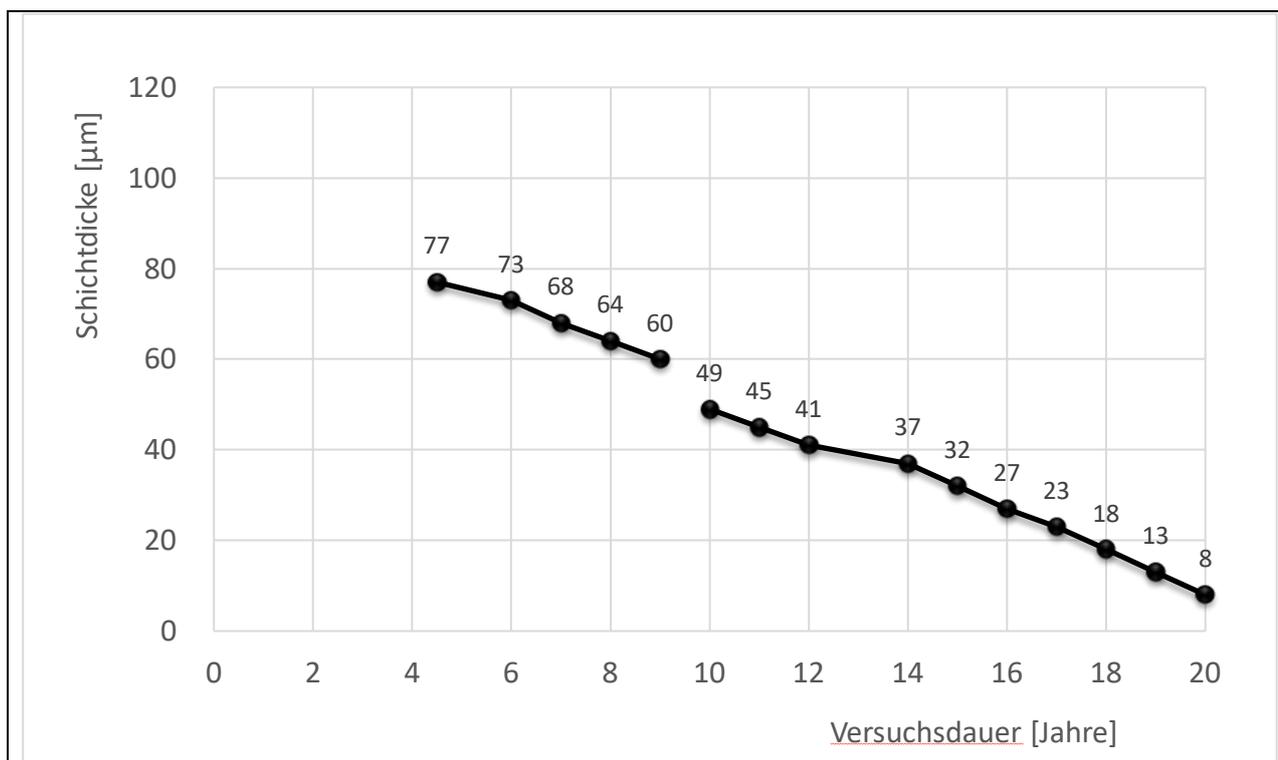


Diagramm 3: Die Mittelwerte von Schichtdicken zwischen dem 5. und 20. Jahr der Freibewitterung an einer Bundesstraße bei Münster von 1975 bis 1989 [4],[5].

4 Diskussion

Im Beobachtungszeitraum von fast 20 Jahren ist bei keinem der in Tabelle 1 beschriebenen Überzügen eine Schichtdickenabnahme festgestellt worden. Dieses Ergebnis erfordert eine Erklärung.

In der Vergangenheit gab es bereits ähnliche Untersuchungen. Im Jahre 1970 wurde von der Gemeinschaft der Stahlschutzplanken e.V. eine Untersuchung der Feuerverzinkung an Stahlschutzplanken gestartet. An 25 Messstellen in Westdeutschland wurden frischstückverzinkte Schutzplankenholme eingebaut. Die ersten Schichtdickenmessungen fanden nach 5 Jahren statt, um die Bildung der Deckschicht abzuwarten. Die Ergebnisse der Schichtdickenmessungen von 1975 bis 1979 wurden in [4] zusammengefasst. Für ausgewählte Messstellen wurde die Untersuchung um weitere 5 Jahre fortgesetzt [5]. In diesen Untersuchungen wurde ein jährlicher Zinkabtrag von 3,4 μm bis 4,6 μm festgestellt, im Bundesdurchschnitt 4 μm (siehe Beispiel im Diagramm 3).

Die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen dieses Projektes mit denen aus [4] und [5] ist durch die Betrachtung der Zinkkorrosion an der Atmosphäre in Verbindung mit der Entwicklung bei den Luftschadstoff-Emissionen erklärbar.

Die Geschwindigkeit des Zinkabtrags hängt mit der Abwitterung der Deckschicht zusammen, die hauptsächlich durch Bildung von Zinkcarbonaten an der Atmosphäre entsteht. Die Zinkcarbonate sind amphoter, d.h. sie reagieren sowohl in sauren als auch basischen Medien, jedoch um pH 7 kaum. Streumittel aus z.B. NaCl-Lösungen sind fast pH-neutral und somit führen sie selbst kaum zur Zinkkorrosion an der Atmosphäre. Sie können jedoch auf Zink korrosiv wirken, indem sie die Leitfähigkeit des Elektrolytes erhöhen. Der saure Regen ist die Hauptursache der Zinkkorrosion an der Atmosphäre. „Als sauren Regen bezeichnet man Niederschlag, dessen pH-Wert bei etwa 4,2–4,8 liegt und damit niedriger ist als der pH-Wert von 5,5 bis 5,7, der sich in reinem Regenwasser durch den natürlichen Kohlenstoffdioxidgehalt der Atmosphäre einstellt. [...] Die Schwefeloxide sind zu etwa zwei Dritteln, die Stickoxide zu etwa einem

Drittel für die Versauerung der Niederschläge verantwortlich“ [7].

Seit 1990 bis heute wurden die Schwefeldioxid-Emissionen um 95 %, die der Stickoxide um 60 % und die des Ammoniaks um 20 % in Deutschland reduziert [6].

Die über fast 20 Jahre gleichbleibenden Schichtdicken der Überzüge an den Schutzplankenholmen an der BAB A4 und BAB A27 sind mit der allgemeinen, im Vergleich zum Jahr 1990 erheblichen Absenkung der Luft-Emissionen von Säurebildnern zu erklären.

Innerhalb der Beobachtungszeit werden zum Teil Schichtdickenzunahmen gemessen. Diese sind auf die Bildung von voluminösen, stabilen Oxidschichten und Verschmutzung der Oberfläche zurückzuführen.

Bei den untersuchten Holmen gibt es keine Anzeichen für die Aufweitung der verschraubten und unverschraubten Stanzlöcher.

An den Schnittkanten treten keine Rostfahnen auf. Die Verwendung von bandverzinkten Schutzplankenholmen würde zur erheblichen Ressourcenschonung führen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Zinkverbrauch bei einer Strecke von 1 km bei der Verwendung von unterschiedlich verzinkten Holmen

Verzinkung	Zink pro 1 km Strecke [kg] für eine einfache Distanzschutzplanke (EDSP), A-Holm
Double dip A	518
Z 600 B	540
ZA 300 T	271
Stückverzinkung S	964
Die Berechnung unter den Annahmen: 1226 m ² zu schützender Oberfläche 7,2 g/cm ² Dichte der ZA-Überzüge 6,6 g/cm ² Dichte der ZA-Überzüge	

5 Schlussfolgerung

Die Schichtdicke von bandverzinkten und stückverzinkten Schutzplankenholmen an den Versuchsstrecken (BAB A4 und BAB A27) hat sich innerhalb von fast 20 Jahren nicht verändert. Bei der nicht messbaren Korrosion der Zinküberzüge sowie keiner Rotrostbildung an den Kanten und Stanzlöchern ist mit einem guten Korrosionsschutz der Holme weit über 25 Jahre (geplante Nutzungsdauer) zu rechnen.

Es bestehen keine Bedenken bezüglich der Verkehrssicherheit, Dauerhaftigkeit und der Ästhetik zur Verwendung der hier beschriebenen bandverzinkten Schutzplankenholme.

Die hier vorgestellten Ergebnisse sind nur bedingt auf andere Bauteile wie etwa Brückenunterseiten übertragbar, weil u.a. Schadstoffe an den Schutzplankenholmen durch Regenfälle regelmäßig abgewaschen werden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse der Beobachtungen von bandverzinkten Schutzplankenholmen bestätigen die Erkenntnisse aus dem BAST-Projekt [1]. Die hier untersuchten bandverzinkten Schutzplankenholme sind ausreichend vor Korrosion geschützt.

Weitere Untersuchungen zu diesem Thema erfolgen über die FOSTA e.V. (Forschungsvereinigung für Stahlanwendungen) [8]. Im Rahmen dieser Untersuchungen wird ein Nachweis der Gleichwertigkeit neuartiger Korrosionsschutzüberzüge geführt, sowie die Anwendung des bandverzinkten Stahlbandes zur Herstellung von verschiedenen Holmprofilen, auch von Anbauteilen (wie Distanzstücken), und insbesondere auch von Pfosten untersucht.

Literatur

- [1] M. SCHRÖDER, Bandverzinkte Schutzplankenholme, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft B 59, 2008
- [2] DIN EN 10346, Kontinuierlich schmelztauchveredelte Flacherzeugnisse aus Stahl zum

Kaltumformen – Technische
Lieferbedingungen, 2015

- [3] DIN EN ISO 1461, Durch Feuerverzinken auf
Stahl aufgebrauchte Zinküberzüge
(Stückverzinken) - Anforderungen und
Prüfungen, 2009
- [4] K. GÖßWEIN, Untersuchung der Feuerverzin-
kung an Schutzplanken, Gütegemeinschaft
Stahlschutzplanken e.V., 1980
- [5] K. GÖßWEIN, Untersuchung der Feuerverzin-
kung an Schutzplanken, Fortsetzung, Gütege-
meinschaft Stahlschutzplanken e.V., 1989
- [6] Umweltbundesamt, Luftschadstoff-
Emissionen in Deutschland,
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland#entwicklung-der-luftschadstoffbelastung->, Stand 09/2021
- [7] Wikipedia, Saurer Regen,
https://de.wikipedia.org/wiki/Saurer_Regen,
Stand 09/2021
- [8] FOSTA, P918, , Nachweis der Gleichwertigkeit
neuartiger Korrosionsschutzüberzüge für
Stahlschutzplanken