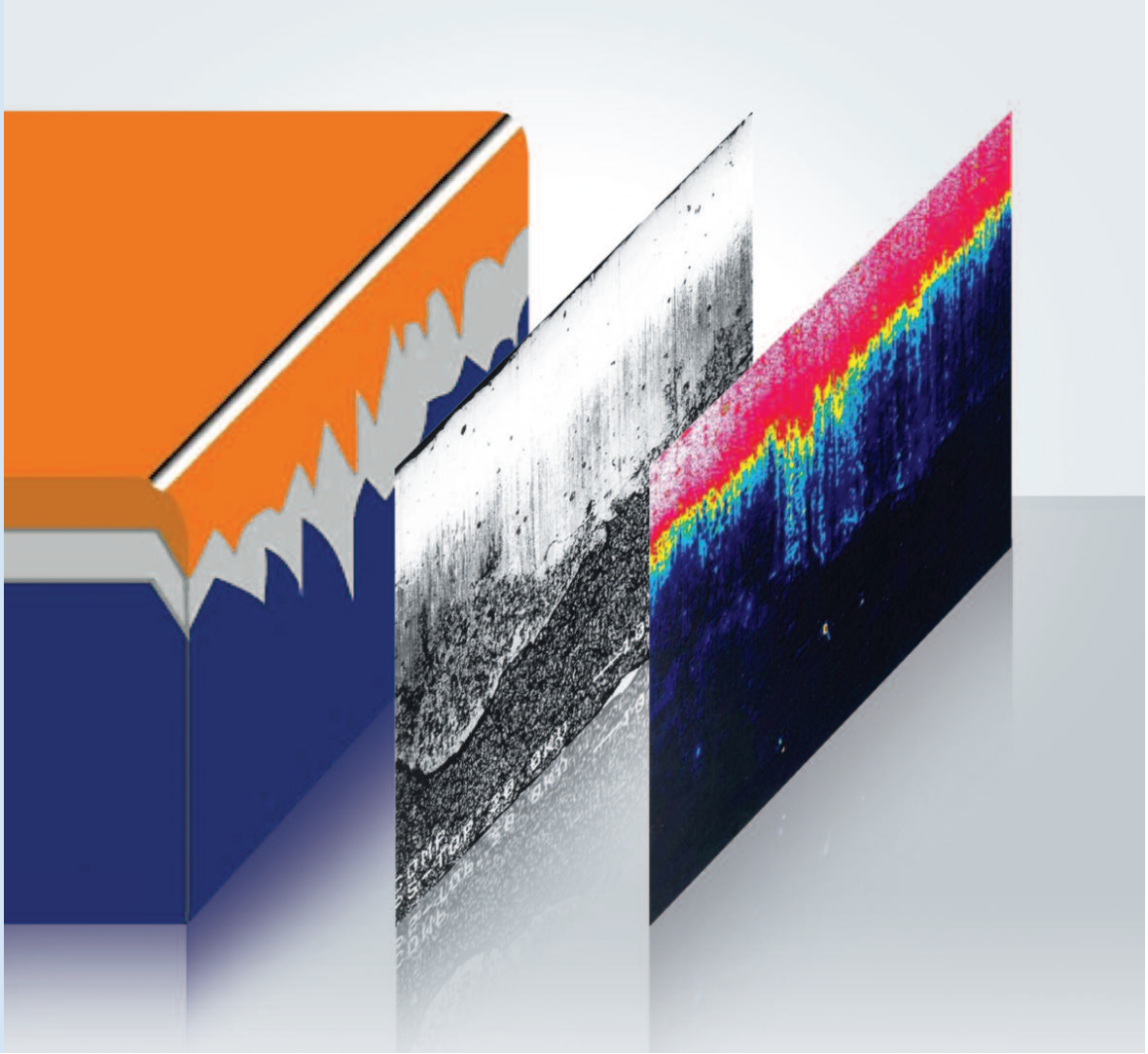
Merkblatt 110

Schnittflächenschutz und kathodische Schutzwirkung von oberflächenveredeltem Stahlfeinblech



Stahl-Informations-Zentrum

Um den Außenauftritt der Verbandsorganisationen der Stahlindustrie in Deutschland für alle Zielgruppen einheitlicher zu gestalten und die Aktivitäten in den Bereichen Information und Kommunikation zusammenzuführen, hat sich das Stahl-Informations-Zentrum zu Beginn 2014 in die Wirtschaftsvereinigung Stahl integriert. Die bekannten Leistungen, insbesondere die firmenneutralen sowie markt- und anwenderorientierten Informationen über Verarbeitung und Einsatz des Werkstoffs, werden innerhalb der Organisation weitergeführt.

Verschiedene Schriftenreihen bieten ein breites Spektrum praxisnaher Hinweise für Planer, Konstrukteure und Verarbeiter von Stahl. Sie finden auch Anwendung in Ausbildung und Lehre.

Vortragsveranstaltungen bieten ein Forum für Erfahrungsberichte aus der Praxis. Die Themen reichen von Konstruktion über Anwendung und Verarbeitung bis hin zur Ökologie.

Messen und Ausstellungen dienen der Präsentation spezifischer Leistungsmerkmale von Stahl. Neue Werkstoffentwicklungen sowie innovative, zukunftsweisende Stahlanwendungen werden exemplarisch dargestellt.

Bei **Anfragen** vermitteln wir auch als individuellen Service Kontakte zu Instituten, Fachverbänden und Spezialisten aus Forschung und Industrie.

Die **Pressearbeit** richtet sich in erster Linie an Fachmedien und informiert kontinuierlich über neue Werkstoffentwicklungen und -anwendungen.

Marketing-Aktivitäten dienen der Förderung des Stahleinsatzes in verschiedenen Märkten, beispielsweise im Automobilbau sowie im Industrie- und Wirtschaftsbau.

Der **Newsletter** informiert Abonnenten per E-Mail über Neuerscheinungen, Veranstaltungen und Wissenswertes.

Seit 1989 zeichnet die Organisation besonders innovative Anwendungen mit dem **Stahl-Innovationspreis** aus. Der Wettbewerb dient dazu, Innovationen aus Stahl zu fördern und die Qualitäten des Werkstoffs einer breiteren Öffentlichkeit ins Bewusstsein zu bringen. Er ist einer der bedeutendsten Wettbewerbe seiner Art und wird alle drei Jahre ausgelobt.

Die **Internet-Präsentation** unter der Adresse www.stahl-online.de informiert über aktuelle Themen und Veranstaltungen und bietet u. a. einen Überblick über Veröffentlichungen. Zahlreiche Publikationen sind als PDF-Files abrufbar, Schriftenbestellungen sind online möglich.

Inhalt

Seite

1 Einführung **3**
2 Produkte **3**
2.1 Metallisch veredelte Produkte 3
2.2 Organisch bandbeschichtete Produkte 5
3 Schnittflächen **5**
3.1 Definition von Schnittflächen 5
3.2 Schnittflächen aus Scherprozessen 6
3.3 Wirkung auf Oberflächenveredelung 6
4 Korrosionsverhalten von kathodisch wirksamen metallischen Überzügen **7**
4.1 Kathodische Schutzwirkung (Schnittflächenschutz) 8
4.2 Barriereschutzwirkung 9
4.3 Lackunterwanderung bei organisch beschichtetem Feinblech 10
5 Anwendungsbeispiele **11**
5.1 Schutzplankenholme aus bandverzinktem Stahl 11
5.2 Fassadenelemente aus organisch bandbeschichteten Sandwichprofilen 12
5.3 Auslagerung in Industrieatmosphäre 12
5.4 Auslagerung unter extremer Korrosionsbelastung 13
6 Normen und Regelwerke **14**
7 Weiterführendes Schrifttum **14**

Titelbild:
Schema und mikroskopische Darstellung der Abscherung einer metallischen Veredelung an der Schnittfläche.

1 Einführung

Oberflächenveredeltes Feinblech aus Stahl wird in vielen Bereichen eingesetzt. Es findet u.a. für Fassaden- und Dachelemente, in Automobilkarosserien, in Schaltschränken oder als Gehäuse in Hausgeräten Verwendung. Durch seine industrielle Fertigung ist es besonders wirtschaftlich und von gleichbleibend hoher Qualität.

Den großen Markterfolg haben die oberflächenveredelten Produkte durch ihren Korrosionsschutz erzielt. Die hervorragenden mechanischen Eigenschaften von Stahl werden durch den werksseitigen Korrosionsschutz dauerhaft erhalten.

Dabei spielen sowohl metallische Überzüge als auch organische Beschichtungen sowie die Kombination aus beiden eine wichtige Rolle.

Oberflächenveredeltes Feinblech wird von der Stahlindustrie in Form von Band (Coils) oder Blech geliefert. Der Verarbeiter fertigt daraus die Endprodukte. Die Bänder und Bleche werden hierzu gespalten, geschnitten, umgeformt oder gefügt. Dabei entstehen Schnittflächen, an denen der Grundwerkstoff Stahl freigelegt wird. Im Folgenden wird auf das Korrosionsverhalten in diesen Bereichen von metallisch veredelten, sowie von organisch bandbeschichteten Feinblechen eingegangen. Außerdem werden die Vor- und Nachteile der Produkte im Hinblick auf die kathodische Schutzwirkung und den Barriereschutz erläutert.

2 Produkte

2.1 Metallisch veredelte Produkte

Die metallischen Überzüge aus verschiedenen Zinklegierungen werden bereits beim Stahlhersteller im kontinuierlichen Verfahren auf dem Grundwerkstoff Stahl aufgebracht. Dies geschieht nach entsprechender Vorbereitung des Bandes entweder im Schmelztauchverfahren oder durch elektrolytische Abscheidung. Nähere Informationen enthalten die Schriften CM 092 „Elektrolytisch verzinktes Band und Blech“ und CM 095 „Schmelztauchveredeltes Band und Blech“, siehe Abschnitt 7.

2.1.1 Schmelztauchveredeltes Feinblech

Für Schmelztauchüberzüge ist charakteristisch, dass sie als Gussstruktur erstarren. Bei diesen Überzügen wird die Auflagenmasse als Flächengewicht in g/m² beidseitig angegeben, z. B. Z275.

Das schmelztauchveredelte Band wird in der Regel zur Verbesserung der Oberfläche (gleichmäßiges Erscheinungsbild) und Planlage nachgewalzt und streckbiegegerichtet. Zum Zweck des temporären Korrosionsschutzes wird es üblicherweise zusätzlich chemisch passiviert und/oder geölt bzw. versiegelt.

2.1.1.1 Überzug aus Zink (Z)

Der Überzug besteht aus Zink, dem zur Verbesserung der Haftung und des Umformverhaltens Aluminium mit einem Massenanteil von ca. 0,2 % zulegiert wird (**Abb. 1**).

Die handelsüblichen Zinkauflagen betragen 100–600 g/m² beidseitig.

2.1.1.2 Überzug aus Zink-Eisen-Legierung (ZF)

Der Überzug wird durch eine nachträgliche Wärmebehandlung (Diffusionsglühung) in eine verformungsfähige Zink-Eisen-Schicht mit 8–11 % Massenanteilen Eisen umgewandelt (**Abb. 2**). Die Oberfläche zeigt ein mattgraues Aussehen.

Die handelsüblichen Auflagenmassen betragen 100–120 g/m² beidseitig. Im internationalen Sprachgebrauch wird dieser Überzug als „Galvannealed“ bezeichnet.

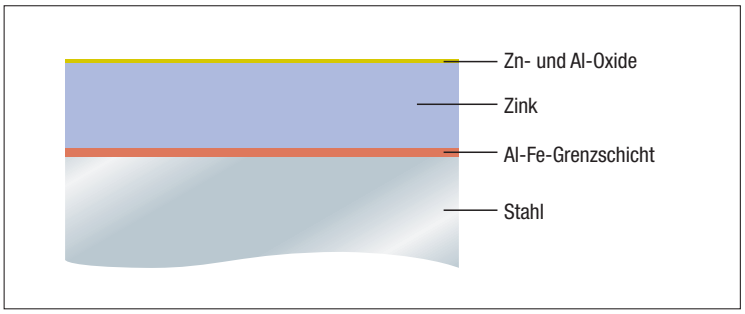


Abb. 1: Schematischer Aufbau: Überzug aus Zink (Z)

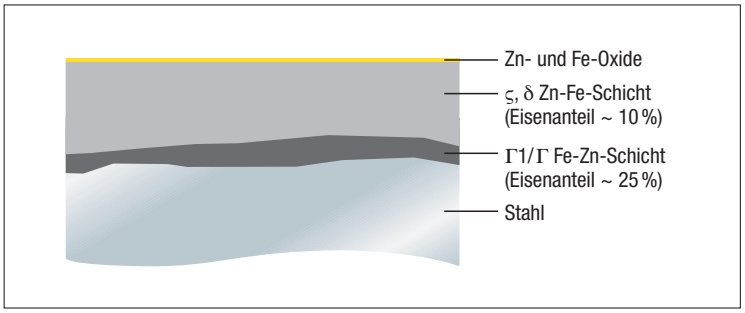


Abb. 2: Schematischer Aufbau:
Überzug aus Zink-Eisen-Legierung (ZF)

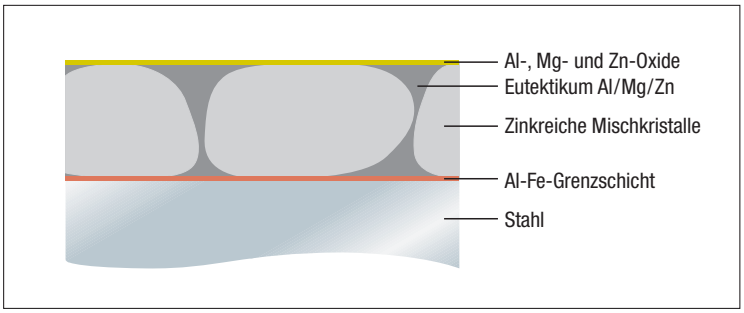


Abb. 3: Schematischer Aufbau:
Überzug aus Zink-Magnesium (ZM)

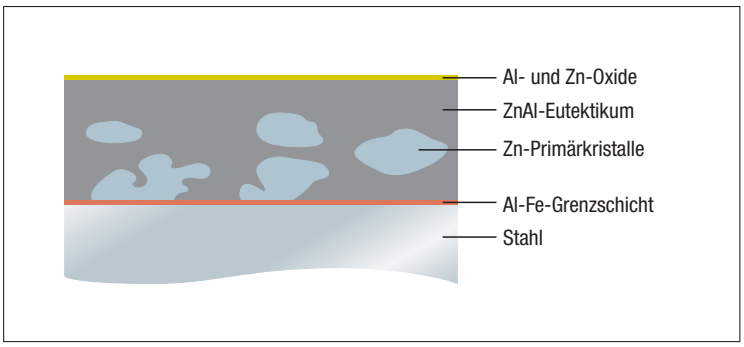


Abb. 4: Schematischer Aufbau:
Überzug aus Zink-Aluminium (ZA)

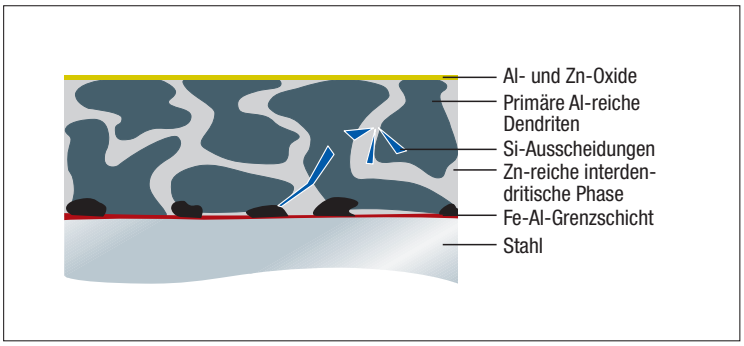


Abb. 5: Schematischer Aufbau:
Überzug aus Aluminium-Zink (AZ)

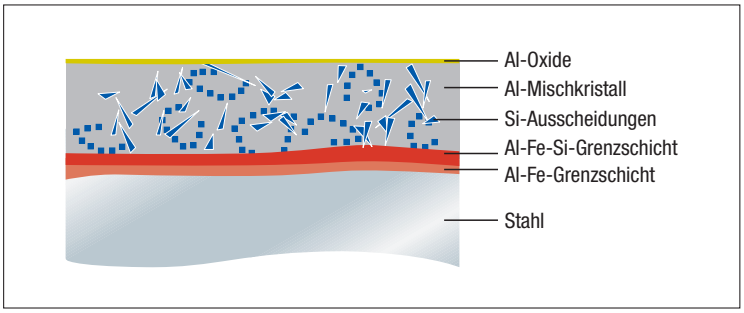


Abb. 6: Schematischer Aufbau:
Überzug aus Aluminium-Silizium (AS)

2.1.1.3 Überzug aus Zink-Magnesium (ZM)

Der Überzug besteht aus einer Zinklegierung mit Magnesium- und Aluminiummassenanteilen von in der Summe 1,5–8 % (**Abb. 3**).

Die handelsüblichen Auflagenmassen betragen 60–430 g/m² beidseitig.

2.1.1.4 Überzug aus Zink-Aluminium (ZA)

Der Überzug besteht aus einer Zinklegierung mit Massenanteilen von ca. 5 % Aluminium und einem Zusatz von ca. 0,05 % Mischmetall (Cer und Lanthan) (**Abb. 4**). Die handelsüblichen Auflagenmassen betragen 95–300 g/m² beidseitig.

2.1.1.5 Überzug aus Aluminium-Zink (AZ)

Der Überzug besteht aus einer Legierung mit Massenanteilen von 55 % Aluminium, 43,4 % Zink und 1,6 % Silizium (**Abb. 5**). Die handelsüblichen Auflagenmassen betragen 100–185 g/m² beidseitig.

2.1.1.6 Überzug aus Aluminium-Silizium (AS)

Der Überzug besteht aus einer Aluminiumlegierung mit Massenanteilen von 8–11 % Silizium (**Abb. 6**). Die handelsüblichen Auflagenmassen betragen 60–150 g/m² beidseitig.

2.1.2 Elektrolytisch verzinktes Feinblech (ZE)

Bei elektrolytisch verzinktem Feinblech wird der Überzug, eine Zinkschicht mit einem Zinkgehalt von größer 99 %, elektrolytisch abgeschieden (**Abb. 7**). Die handelsüblichen Auflagen betragen 2,5–10 µm. Im Unterschied zu schmelztauchveredelten Produkten wird die Auflage als 10-facher Wert der Nennschichtdicke in Mikrometer (µm) angegeben, z. B. ZE 50/50 bei einer beidseitig je 5 µm dicken Schicht. Auch eine einseitige elektrolytische Verzinkung ist möglich.

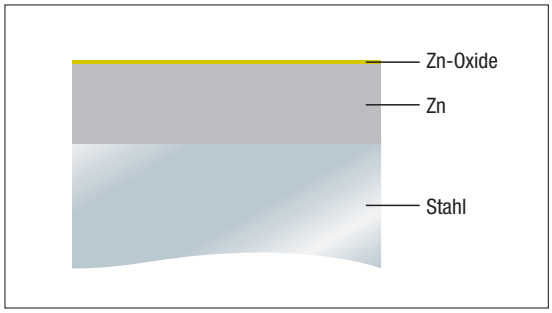


Abb. 7: Schematischer Aufbau:
Elektrolytisch verzinktes Feinblech (ZE)

2.2 Organisch bandbeschichtete Produkte

Ein umfangreicher Teil des schmelztauchveredelten Feinblechs wird herstellerseitig zusätzlich mit organischen Stoffen beschichtet. Es wird hierzu in kontinuierlich arbeitenden Anlagen zunächst gereinigt, chemisch vorbehandelt und anschließend mit Lacken oder Folien ein- oder beidseitig bandbeschichtet.

Je nach Einsatzzweck wird auch elektrolytisch verzinktes Feinblech organisch bandbeschichtet. Zum Schutz bei der weiteren Verarbeitung können zusätzlich Schutzfolien aufgebracht werden, die nach der Verarbeitung abgezogen werden.

Die schematische Darstellung in **Abb. 8** verdeutlicht beispielhaft den Aufbau eines bandverzinkten Feinblechs mit organischer Bandbeschichtung.

Weitere Informationen enthält die Publikation CM 093 „Organisch bandbeschichtete Flacherzeugnisse aus Stahl“, Abschnitt 7.

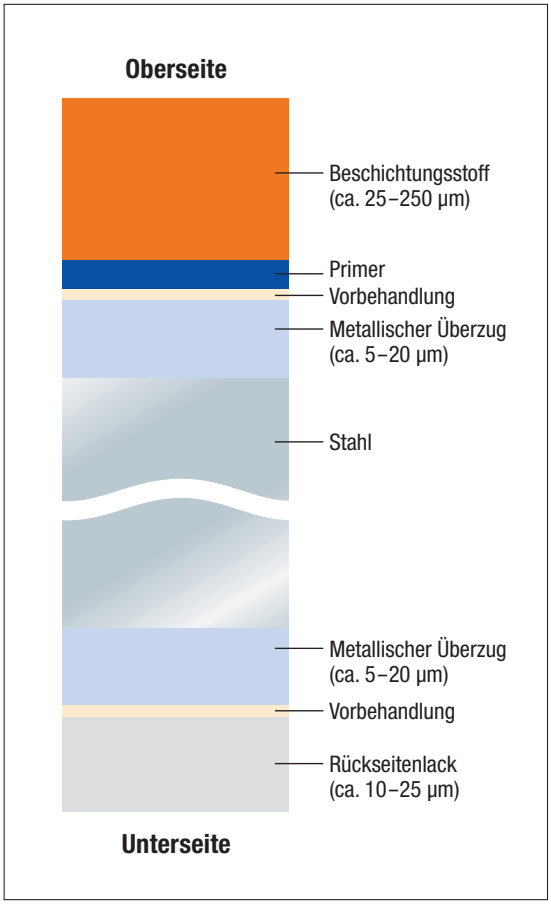


Abb. 8: Schematischer Aufbau: Bandbeschichtetes Feinblech

3 Schnittflächen

3.1 Definition von Schnittflächen

Die im Rahmen dieses Merkblatts beschriebenen Schnittflächen entstehen durch Scherprozesse beim Zerteilen (Längs- und Querteilen) oder Beschneiden (Besäumen oder Stanzen) von werksseitig oberflächenveredeltem Stahlfeinblech. Dabei wird das Stahlfeinblech durch Niederhalter fixiert und ohne Materialabtrag mechanisch geschnitten bzw. in einem eng begrenzten Bereich oberhalb der Zugfestigkeit belastet. Es entstehen hierdurch unter Freilegung des Trägerwerkstoffs Schnittflächen mit charakteristischer Ausprägung (**Abb. 9 und 10**).

Schnittflächen aus Prozessen mit Materialabtrag, z. B. Laserstrahl-, Wasserstrahl- oder Brennschneiden, Erodieren, Sägen, Trennschleifen etc. werden durch den Prozeß verändert. Die Beschreibung der hieraus resultierenden Eigenschaften von Schnittkanten aus derartiger Anarbeitung ist nicht Ziel dieses Merkblatts.

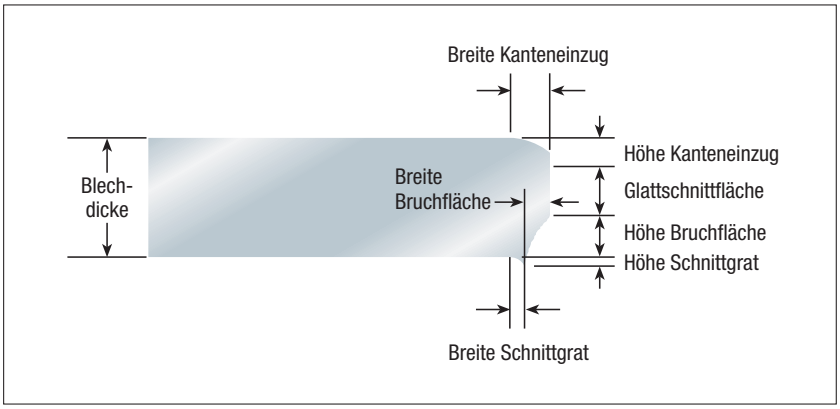


Abb. 9: Schematischer Querschnitt einer Scherkante

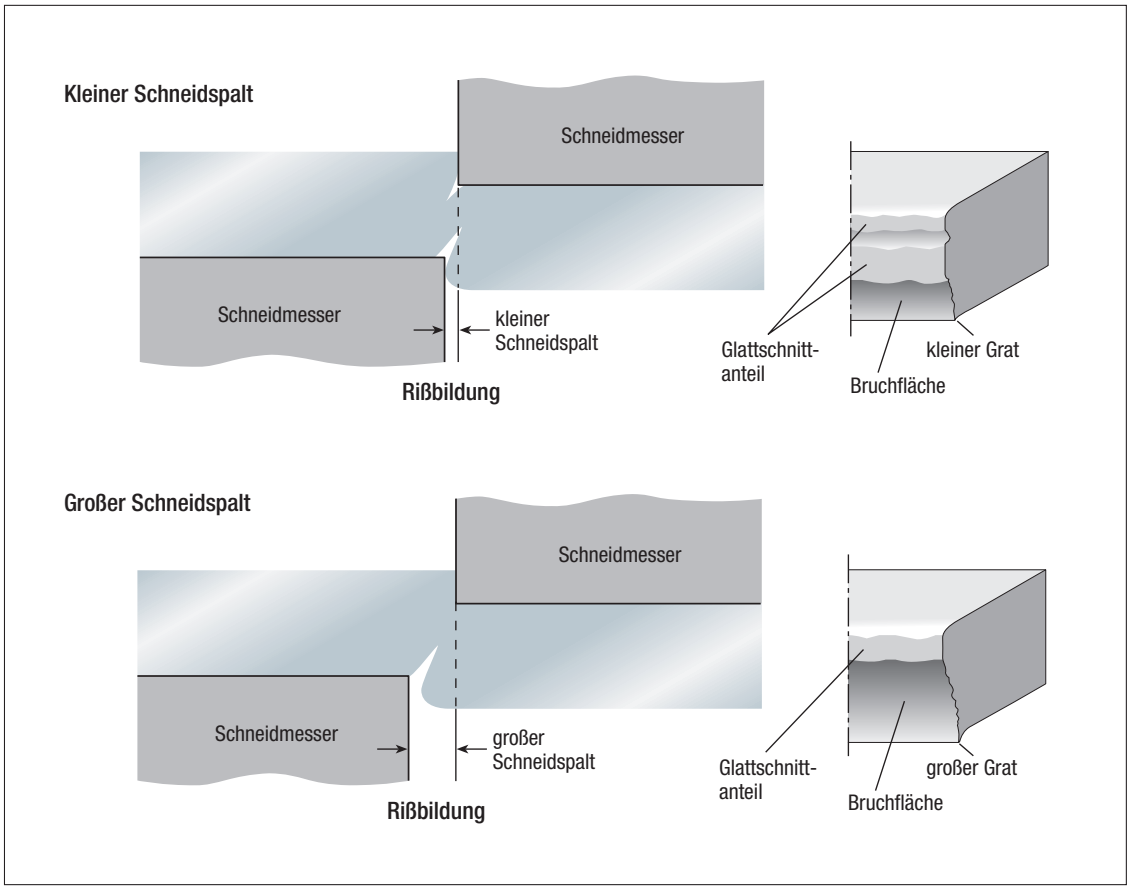


Abb. 10: Schematischer Einfluß des Schneidspalts auf die Rißbildung und Schnittflächenausbildung

3.2 Schnittflächen aus Scherprozessen

Scherkanten entstehen bei Anwendung der im Abschnitt 3.1 definierten Prozesse. Die individuellen Ausprägungen von Schnittgrat, Glattschnitt- und Bruchfläche und Kanteneinzug hängen sowohl vom verwendeten Werkstoff als auch vom Schneidprozess einschließlich Schneidspalt und Werkzeugzustand ab. Im Hinblick auf eine optimale Korrosionsschutzwirkung im angearbeiteten Zustand bzw. nach der weiteren Verarbeitung werden Prozessparameter empfohlen, die einen

- hohen Glattschnittanteil,
- geringe Bruchflächenanteile sowie
- minimale Kanteneinzüge und Schnittgrate

ermöglichen. Minimale Schnittgratbildung ist auch im Sinne der Arbeitssicherheit zu empfehlen. Eine Aufrauhung der Schnittfläche durch stumpfe oder schadhafte Schneiden am Werkzeug ist zu vermeiden.

3.3 Wirkung auf Oberflächenveredelungen

Bei Werkstoffen mit werksseitiger Oberflächenveredelung verursacht das Scherschneiden eine Abscherung mit teilweiser Verschiebung von Überzugs- und Beschichtungsbestandteilen auf die Schnittfläche (**Abb. 11 und 12**).

In welchem Ausmaß diese Verschiebung stattfindet, hängt von der Art der Oberflächenveredelung, deren Schichtdicke im Verhältnis zur Blechdicke und von den Parametern des Schneidprozesses ab. Optimale Ergebnisse werden durch „scharfen“ Schnitt mit geringer Schnittgratbildung erzielt.

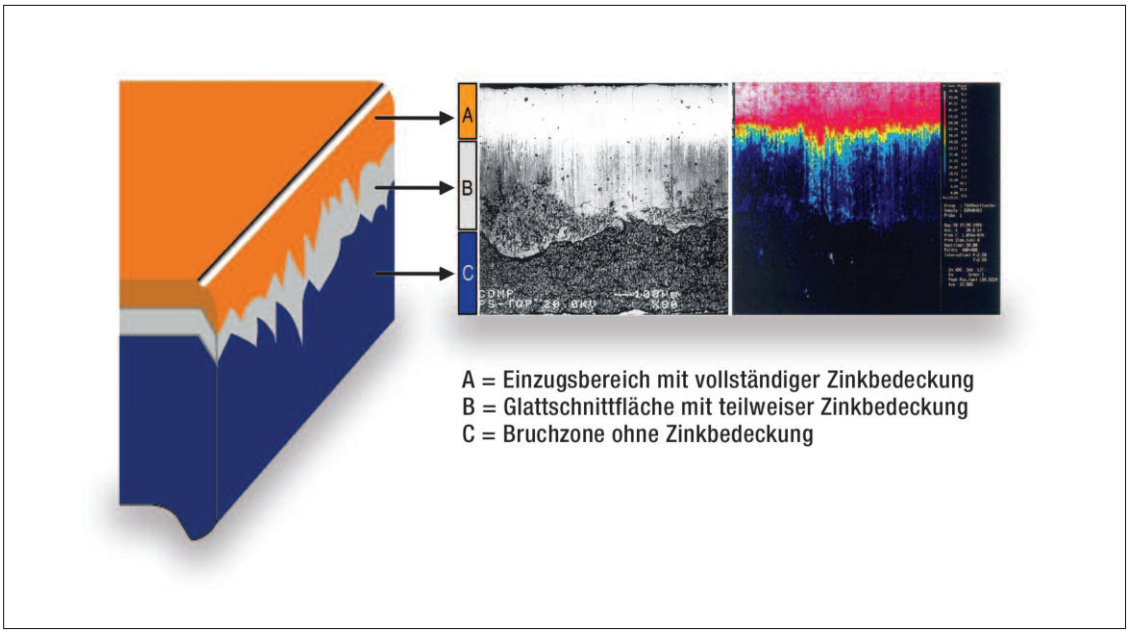


Abb. 11: Schema und mikroskopische Darstellung der Abscherung einer metallischen Veredelung an der Schnittfläche

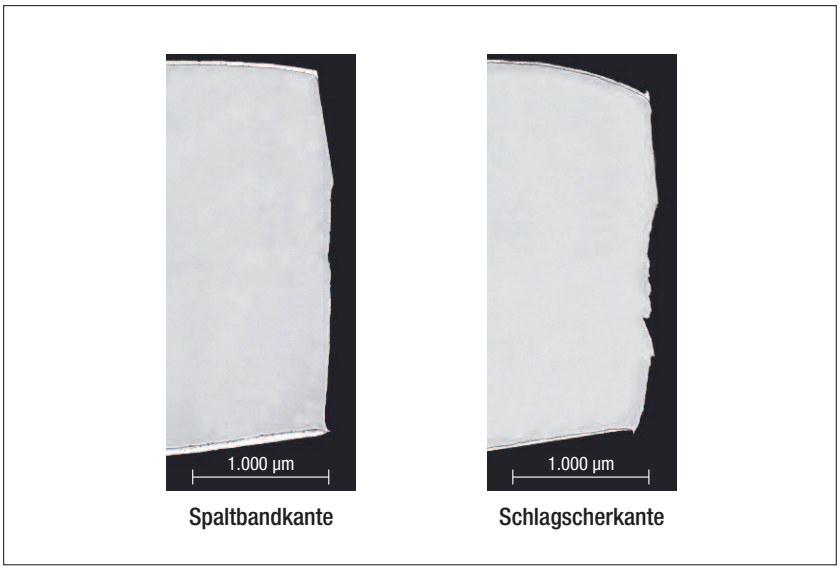


Abb. 12: Makroaufnahmen Spaltbandkante und Schlagscherkante (FOSTA, Projekt 624)

4 Korrosionsverhalten von kathodisch wirksamen metallischen Überzügen

Läßt man Stahl unbeschichtet natürlich (frei) bewittern, so entsteht an den Oberflächen Rotrost. Dieser ist eine Mischung aus verschiedenen Eisenoxiden und Hydroxiden und hat eine orange- bis braunrote Farbe. Infolge der Bewitterung bildet sich durch Aufzehrung des Grundwerkstoffs eine lockere, porige Rostschicht. Die Abtragsraten (Massenverluste) für unbeschichteten, freibewitterten Stahl sind regional unterschiedlich (Abb. 16, links).

Aber auch ein metallischer Überzug, z. B. Zink, kann neben der gewünschten, festhaftenden Deckschicht (Zinkpatina) ein unerwünschtes Korrosionsprodukt entwickeln, den Weißrost. Dieser entsteht in nasser, schlecht belüfteter Atmosphäre; beispielsweise bei Kondenswasser in Coils oder Stapeln. Anstelle der festhaftenden Schutzschicht bildet sich dann ein weißes bis hellgraues, lockeres, pulverig-voluminöses Zinkkorrosionsprodukt.

Im Normalfall, der Freibewitterung von Stahlblechen mit metallischen Überzügen, setzt sich der Korrosionsschutz metallischer Überzüge zusammen aus dem kathodischen Schutz

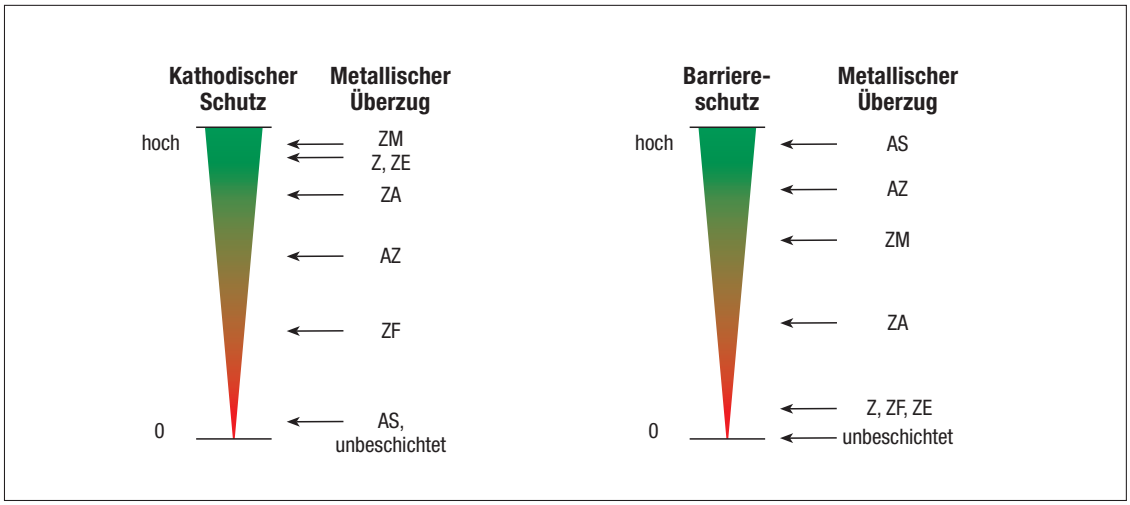


Abb. 13: Abhängigkeit der kathodischen Schutzwirkung und der Barriereschutzwirkung von der Legierungszusammensetzung des Überzugs

und der Barrierewirkung. Der Anwender hat unter Berücksichtigung des Einsatzzwecks und der Umgebungsbedingungen am Einsatzort abzuwägen, welches Korrosionsschutzsystem für ihn vorteilhaft ist (**Abb. 13**).

4.1 Kathodische Schutzwirkung (Schnittflächenschutz)

Die Schnittfläche von Stahlfeinblechen mit metallischem Überzug wird durch diesen bei natürlicher Bewitterung gegen Rotrostbildung geschützt. Diese als kathodische Schutzwirkung bezeichnete Eigenschaft der Metallüberzüge beruht auf ihrer im Vergleich zum Trägerwerkstoff Stahl (Eisenlegierung) negativeren Einordnung in der elektrochemischen Spannungsreihe. Diese Funktion basiert auf einer fortwährenden Auflösung des metallischen Überzugs unter Bildung von nicht im Elektrolyt löslichen Korrosionsprodukten, die eine kinetische Hemmung der Auflösungsreaktion bewirken (**Abb.14**). Während die kathodische Schutzwirkung von Zink relativ unabhängig vom einwirkenden Medium ist, ändert sich diese bei aluminiumreichen Überzügen deutlich. Im Allgemeinen nimmt jedoch die kinetische Hemmung mit steigendem Aluminiumgehalt zu. Bei zu großer kinetischer Hemmung bricht die kathodische Schutzwirkung zusammen.

Voraussetzung für die kathodische Schutzwirkung ist, dass der Stahl und das Überzugsmetall über einen Elektrolyten elektrisch leitend miteinander verbunden sind. An Schnittflächen oder sonstigen Verletzungen des metallischen Überzugs wird zwangsläufig das Grundmaterial Stahl freigelegt. Hinzukommende Feuchtigkeit wirkt als Elektrolyt, und es bildet sich ein galvanisches Element, so dass zwischen den beiden Metallen ein Spannungsunterschied entsteht. Der kathodisch wirksame metallische Überzug geht als „Opferanode“ in Lösung, d. h., es findet eine Elektronenwanderung vom Zink zum Stahl statt.

Bei kathodisch wirksamen Überzügen kann eine Unterwanderung der metallischen Schicht ausgeschlossen werden.

Der Wirkungsbereich des kathodischen Schutzes hängt also – wie das Korrosionsverhalten überhaupt – von einer Vielzahl von Einflussgrößen ab (Temperatur, Leitfähigkeit des Elektrolyten, Deckschichtbildung etc.) und kann daher nicht mit allgemein gültigen Zahlen belegt werden. Als eine wichtige Einflussgröße ist der Elektrolyt anzusehen: Während in destilliertem Wasser oder Kondenswasser keine nennenswerte kathodische Schutzwirkung besteht, ist diese umso größer, je höher die Leitfähigkeit des Elektrolyten ist.

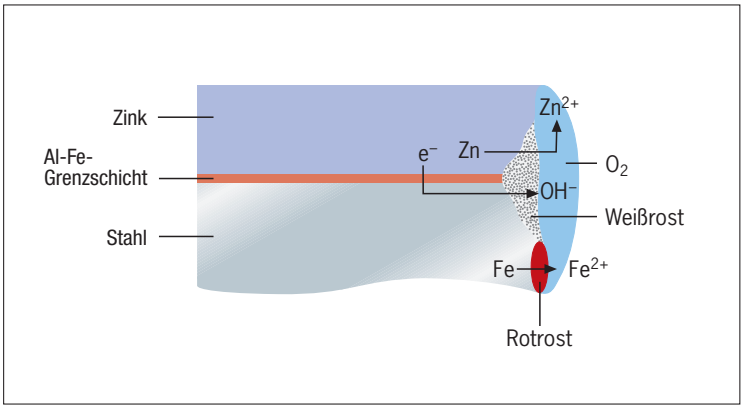


Abb. 14: Schematische Darstellung der Korrosionsreaktion am Beispiel eines verzinkten Stahlblechs (Z)

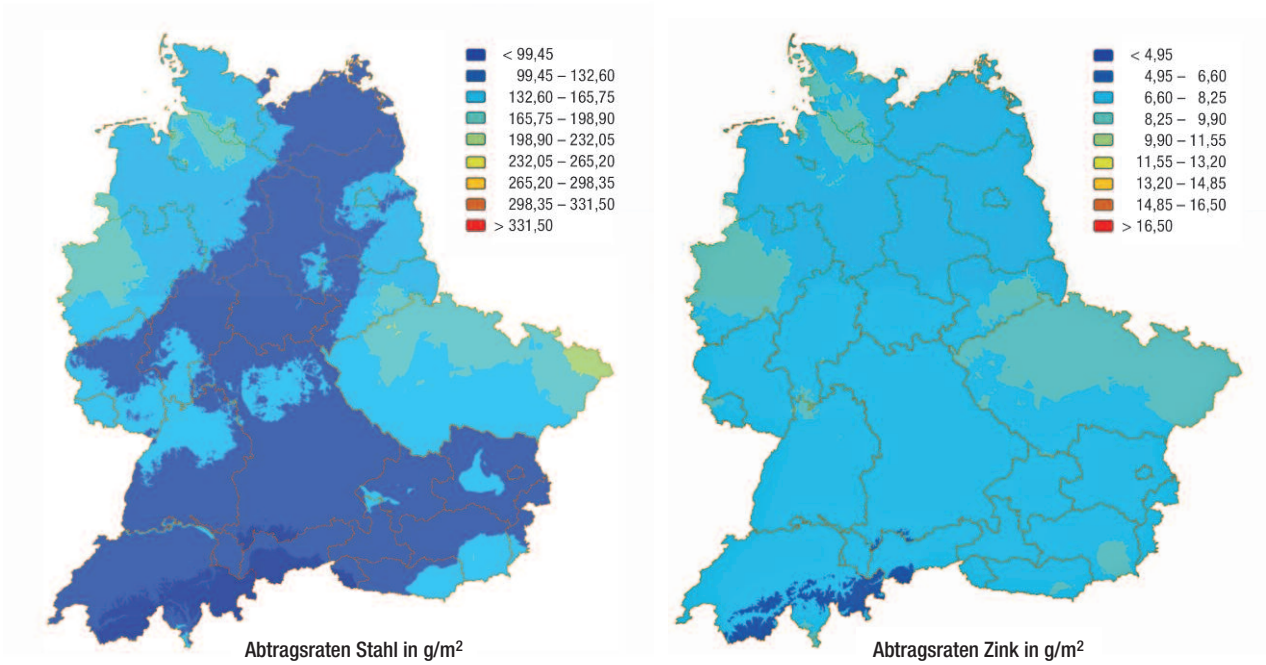


Abb. 15: Durchschnittliche jährliche Abtragsraten (Massenverluste) für unbeschichteten Stahl sowie Zink in Deutschland, Österreich, Schweiz und Tschechien, Stand 2005

4.2 Barriereschutzwirkung

Bei natürlicher Bewitterung metallischer Überzüge bildet sich unter Einfluss von Luftfeuchtigkeit und Kohlendioxid eine Deckschicht aus basischem Zinkcarbonat, die sog. „Zinkpatina“. Diese fest haftende Deckschicht ist kaum wasserlöslich und verzögert somit den Abbau des darunter liegenden Überzugs. Anhaltende Feuchte und Staunässe können den Aufbau der Deckschicht verhindern, was zur Entstehung von Weißrost führen kann.

Durch fortgesetzte Witterungseinflüsse wird diese Schutzschicht geringfügig abgetragen, aber gleichzeitig aus dem darunter befindlichen Überzugsmetall ständig erneuert.

Die daraus resultierende Abtragsrate des metallischen Überzugs hängt von der Art des Überzugs und dem Ausmaß der korrosiven Belastung (Feuchte- und Temperaturbelastung, Salzgehalt etc.) ab. Aluminiumhaltige Zink- und Zink-Magnesium-Überzüge (ZA, AZ und ZM) bilden in den allermeisten Fällen beständigere Deckschichten als reine Zinkschichten (Z und ZE) aus.

Auf ungeschützten Stahloberflächen bilden sich hingegen keine Deckschichten aus, die dem Korrosionsangriff durch Atmosphärenbestandteile entgegen wirken. In Folge dessen ist der Korrosionsabtrag von Stahl bei gleicher Umgebungsatmosphäre um den Faktor 12 bis 15 mal größer als der von Zink.

Das Umweltbundesamt hat zusammen mit der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Abtragsraten für freibewitterte Metalle ermittelt (**Abb. 15**). Durch eine verbesserte Luftqualität sind die Abtragsraten in den vergangenen Jahrzehnten deutlich zurückgegangen. Zwischen 1990 und 2005 verringerte sich die potenzielle korrosive Wirkung der Atmosphäre in Deutschland, Österreich, Schweiz und Tschechien für Stahl im Mittel um rund 45%, die für Zink um rund 15%. Insbesondere in ehemals hoch belasteten Regionen ist ein noch stärkerer Rückgang zu verzeichnen.

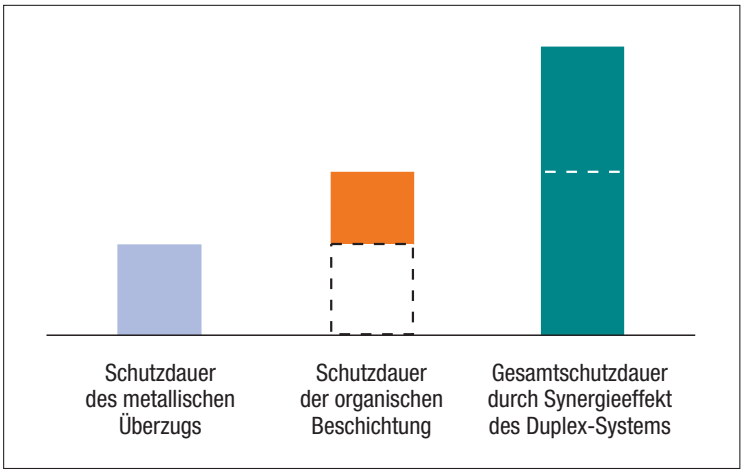


Abb. 16: Synergieeffekt eines Duplex-Systems

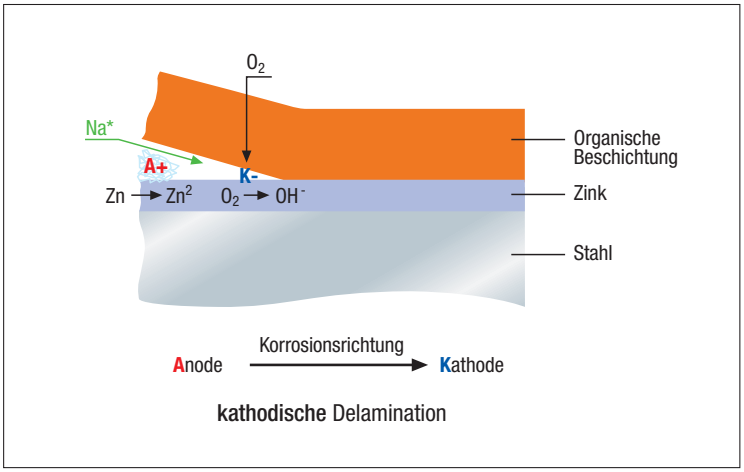


Abb. 17: Kathodische Lackunterwanderung an einer Schnittfläche in salzhaltigem Elektrolyt

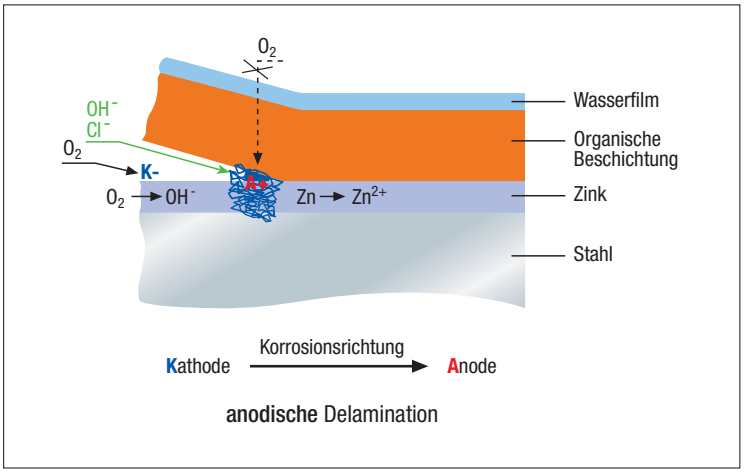


Abb. 18: Anodische Lackunterwanderung an einer Schnittfläche in salzhaltigem Elektrolyt

4.3 Lackunterwanderung bei organisch beschichtetem Feinblech

Um den Korrosionsschutz der Oberfläche weiter zu erhöhen, kann metallisch veredeltes Stahlfeinblech in einem kontinuierlichen Arbeitsgang zusätzlich organisch beschichtet werden (Duplex-Beschichtung). Die Haftung und auch das dekorative Aussehen der Beschichtung werden durch eine materialgerechte Weiterverarbeitung (Biegen, Bördeln, Walzprofilieren, Tiefziehen usw.) nicht beeinträchtigt.

Aus der Praxis ist bekannt, dass die Korrosionsbeständigkeit einer Duplex-Beschichtung größer ist als die Summe der Einzelschutzdauern des metallischen Überzugs bzw. der organischen Beschichtung (**Abb. 16,** synergetischer Effekt).

Die verlängerte Schutzdauer ist dadurch zu erklären, dass der metallische Überzug – im Vergleich zu Stahl – die Unterwanderung der organischen Beschichtung deutlich reduziert, während letztere einen Abtrag des Überzugs verhindert (zusätzliche Barriereschutzwirkung).

Kleine Beschädigungen der organischen Beschichtung werden durch den metallischen Überzug kathodisch geschützt (siehe Kap. 4.1).

An Schnittkanten und anderen mechanischen Verletzungen organisch beschichteter Feinbleche treten spezielle Korrosionsmechanismen auf, die im Folgenden beschrieben werden.

Kathodische Lackunterwanderung

Diese Form der Lackunterwanderung wird in der Regel vorgefunden (**Abb. 17**). Bei Korrosion an Schnittflächen, die in direktem Kontakt zur Umgebungsluft stehen, bildet die Kathode die Spitze der Unterwanderungsfront. An dieser Stelle wird Sauerstoff, der durch den Lack diffundiert, reduziert und es entsteht ein alkalisches Medium (Lauge). An der Verletzungsstelle (Anode) wird Metall aufgelöst und es entstehen die jeweiligen Korrosionsprodukte.

Anodische Lackunterwanderung

Wird in Ausnahmefällen die Sauerstoffzufuhr behindert, (z. B. bei schlechter Belüftung, Wasserfilm) kehrt sich die zuvor beschriebene Situation um (**Abb. 18**). Das heißt, die Anode bildet die Spitze der Unterwanderungsfront, an der die Metallauflösung stattfindet. Dies ist die kritischere Delaminationsart, da es zu einer schnellen Grundmetallauflösung kommt.

5 Anwendungsbeispiele

5.1 Schutzplankenholme aus bandverzinktem Stahl

In einem Freibewitterungsversuch an der Bundesautobahn A4 bei Bergisch Gladbach (**Abb. 19 und 20**) wurden im Jahr 2002 u. a. Schutzplankenholme aus bandverzinktem Stahl, mit Zinküberzug (Z600 – 600 g/m^2 beidseitig) bzw. mit Zink-Aluminium-Überzug (ZA300 – 300 g/m^2 beidseitig) montiert. Diese 3,0 mm dicken Holme wurden nach der Bandverzinkung profiliert, gestanzt und beschnitten, so dass an den Außenkanten und Stanzlöchern der Stahlkern frei lag. Jeder Schutzplankenholm wies danach umlaufend ca. 950 cm freiliegende Schnittkante sowie mehrere Stanzlöcher in der mittleren Sicke auf.

Hervorzuheben ist bei diesem Beispiel das mit 150:1 besonders günstige Flächenverhältnis von Anode (Zink) zu Kathode (Stahl).

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) begleitete und dokumentierte dieses Forschungsprojekt. Bei der Begehung nach neun Jahren wurde der Zustand der durch Schneiden und Stanzen freigelegten Stahlkanten bewertet und fotografisch dokumentiert. Zudem wurden Schichtdickenmessungen durchgeführt.

An Stanzlöchern und Querkanten war in diesem Zeitraum keinerlei Grundmaterialkorrosion (Rotrost) sichtbar. Nur an der oberen Längsschnittkante waren an einigen Stellen kleine, für das bloße Auge auf kurze Distanz gerade noch erkennbare Verfärbungen zu sehen (**Abb. 21 bis 23**).

Die Schichtdickenmessung erfolgte nach dem magnetinduktiven Verfahren. Innerhalb des Zeitraums war keine Schichtdickenabnahme (Abwitterung des metallischen Überzugs) messbar.

Aufgrund dieser Ergebnisse hat das Bundesverkehrsministerium die Zustimmung erteilt, bandverzinkte Schutzplankenholme im Zuge von Bundesverkehrswegen anzuwenden.

Abb. 19: Ortsbegehung an der BAB A4

Abb. 20: Anschlusspunkt Stahlschutzplanke

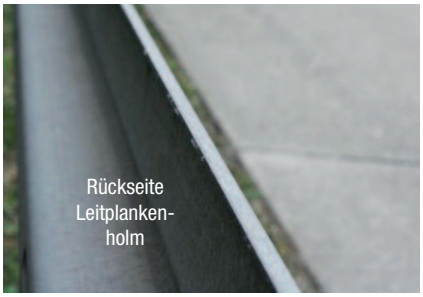


Abb. 21: Unverzinkte Längskante eines Schutzplankenholms aus S250GD+Z600, Blechdicke 3 mm, nach neun Jahren Freibewitterung

Abb. 22: Makroaufnahme einer unverzinkten Längskante des selben Schutzplankenholms nach neun Jahren Freibewitterung

Abb. 23: Makroaufnahme eines unverzinkten Stanzlochs, Z600, Blechdicke 3 mm

Abb. 24: Fußpunkt Sandwichfassade

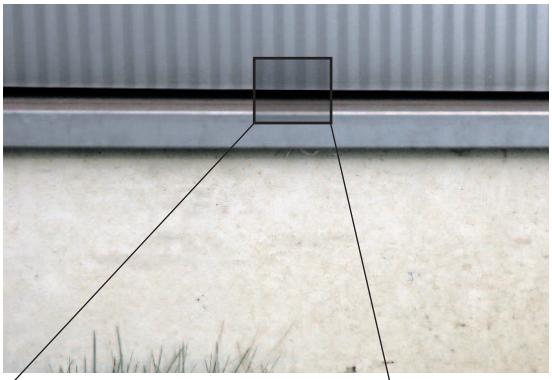


Abb. 25: Makroaufnahme

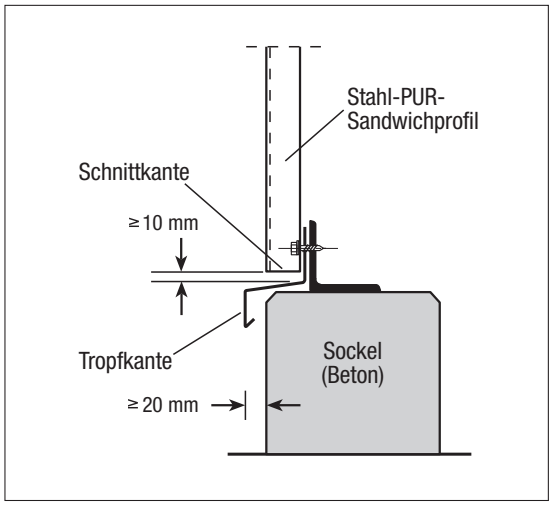


Abb. 26: Detailzeichnung Fußpunktausbildung einer Wandkonstruktion

5.2 Fassadenelemente aus organisch bandbeschichteten Sandwichprofilen

Dächer und Fassaden aus oberflächenveredelten Stahlfeinblechen sind im Industriebau seit Jahrzehnten Standard. Als Bauelemente finden Trapez-, Well- und Kassettenprofile, aber auch Sidings und Sandwichelemente ihren Einsatz.

Eine vor elf Jahren errichtete Industriehalle mit einer Fassade aus Stahl-Sandwichprofilen weist auch an den frei liegenden Schnittkanten im Sockelbereich keine Korrosionserscheinungen auf (**Abb. 24**). Die Konstruktion ist so ausgeführt, dass die Schnittkante luftumspült ist und nach jedem Regen wieder abtrocknen kann (**Abb. 26**). Lediglich Schmutz und Staub, der durch Regen von der Fassade abgewaschen wurde, findet sich auf dem Tropfkantenblech (**Abb. 25**).

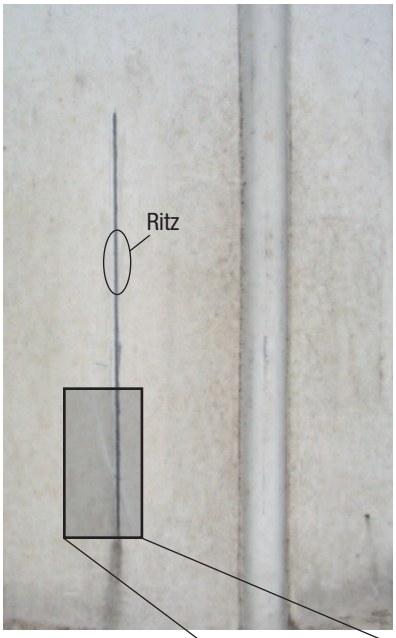
Material:	Stahl-PUR-Sandwichprofil
Außenblech:	0,75 mm, mikroprofiliert,
Oberflächenveredelung:	Z275 plus 5 µm Polyesterprimer und 20 µm Polyesterlack metallic (RAL 9006)

Abb. 27: Korrosionsprüfstand in Industrieatmosphäre

5.3 Auslagerung in Industrieatmosphäre

Auf einem Versuchsstand in Industrieatmosphäre wurden Muster von organisch beschichteten Feinblechen (Z275 plus 25 µm Lacksystem) ausgelagert, die zuvor durch Ritzen auf der Fläche mechanisch beschädigt wurden. Nach zehn Jahren natürlicher Bewitterung wurden die Bleche sowohl an der Schnittfläche als auch am Ritz begutachtet (**Abb. 27**).

Wie in den **Abb. 28 und 29** zu sehen, zeigten sich weder an der Schnittfläche noch am Ritz korrosive Lackunterwanderung oder Grundmetallkorrosion (Rotrost).



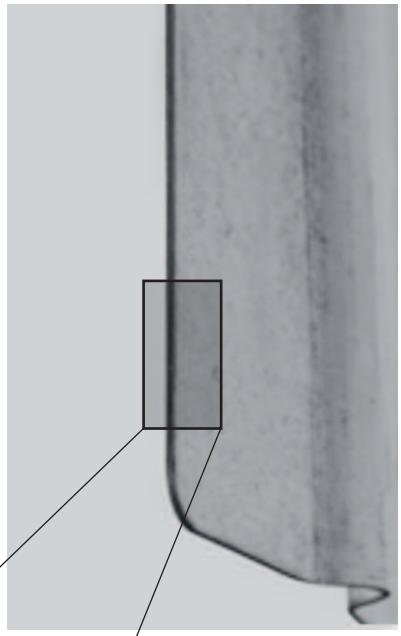


Abb. 28:
Musterblech mit mechanischer Verletzung (Ritz) nach zehn Jahren Freibewitterung

Makroaufnahme des Ritzes

Abb. 29:
Schnittkante des Musterblechs nach zehn Jahren Freibewitterung

Makroaufnahme der Schnittkante

5.4 Auslagerung unter extremer Korrosionsbelastung

Um die Beständigkeit von oberflächenveredeltem Stahlfeinblech zu überprüfen, gibt die Stahlindustrie regelmäßig auch Testreihen an unabhängigen Instituten in Auftrag, wie z. B. am Korrosionsprüfstand des „Institut de la Corrosion“ in der französischen Hafenstadt Brest. Die Korrosivitätskategorie nach DIN EN ISO 12944-2 liegt an diesem Standort bei C5-M, was einem Küsten- und Offshorebereich mit hoher Salzbelastung entspricht (**Abb. 30**).

Abb. 30: Korrosionsprüfstand in Brest

6 Normen und Regelwerke

DIN EN 10143
Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Blech und Band aus Stahl – Grenzabmaße und Formtoleranzen

DIN EN 10152
Elektrolytisch verzinkte kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus Stahl zum Kaltumformen – Technische Lieferbedingungen

DIN EN 10169
Kontinuierlich organisch beschichtete (bandbeschichtete) Flacherzeugnisse aus Stahl – Technische Lieferbedingungen

DIN EN 10346
Kontinuierlich schmelztauchveredelte Flacherzeugnisse aus Stahl – Technische Lieferbedingungen

SEW 022
Kontinuierlich schmelztauchveredelte Flacherzeugnisse aus Stahl – Zink-Magnesium-Überzüge – Technische Lieferbedingungen

DIN 55634
Beschichtungsstoffe und Überzüge – Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen aus Stahl

DIN EN ISO 12944
Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme
Teil 1: Allgemeine Einleitung
Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen

DIN EN ISO 8565
Metalle und Legierungen – Korrosionsversuche in der Atmosphäre – Allgemeine Anforderungen

VDI-Richtlinie 2906
Schnittflächenqualität beim Schneiden, Beschneiden und Lochen von Werkstücken aus Metall –
Blatt 1: Allgemeines, Kenngrößen, Werkstoffe
Blatt 2: Scherschneiden

7 Weiterführendes Schrifttum

Dipl.-Math. Techn. (PL) Schröder, M.:
Korrosionsschutz von Schutzeinrichtungen, BASt, Expertengespräch Stahlbrückenbau 2011

Umweltbundesamt (Autoren: Fitz, Gauger u. a.):
Cult-Strat Bericht für die Europäische Union, 2007
Assessment of Air Pollution Effects on Cultural Heritage
oder Nationale Umsetzung UNECE Luftreinhaltekonvention, Umweltbundesamt

Forschungsvereinigung Stahlanwendungen e. V. (FOSTA)
Projekt 624 – Versiegelung von unbeschichteten Schnittflächen metallisch beschichteter Bleche durch Reibauftragsschweißen von Zink und Zinklegierungen, 2007

Lommel, H.:
Material and Corrosion, Volume 23, page 1002, WILEY-VCH Verlag, Weilheim

Stahl-Institut VDEh
Zinc-Magnesium-Aluminium Coatings for Automotive Industry, Edition 2013

Publikationen des Stahl-Informations-Zentrums

Charakteristische Merkmale 092
„Elektrolytisch verzinktes Band und Blech“

Charakteristische Merkmale 093
„Organisch bandbeschichtete Flacherzeugnisse aus Stahl“

Charakteristische Merkmale 095
„Schmelztauchveredeltes Band und Blech“

Merkblatt 114
„Verpackung, Lagerung und Transport von unbeschichtetem und beschichtetem Band und Blech“

Merkblatt 180
„Walzprofilieren von Flacherzeugnissen aus Stahl“

Merkblatt 229
„Beschichten von oberflächenveredeltem Stahlblech“

Dokumentation 566
„Zink-Magnesium-veredelte Feinbleche – Weniger ist mehr“

Die aufgeführten sowie weitere Publikationen des Stahl-Informations-Zentrums sind als PDF-Dateien unter www.stahl-online.de herunterzuladen.

Impressum

Merkblatt 110
„Schnittflächenschutz und kathodische Schutzwirkung von oberflächenveredeltem Stahlfeinblech“
Ausgabe 2014
ISSN 0175-2006

Herausgeber:
Wirtschaftsvereinigung Stahl
Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

Redaktion:
Redaktionskreis aus dem „Fachausschuss für Feinblech“ des Werkstoffausschusses des Stahlinstituts VDEh in Zusammenarbeit mit der Wirtschaftsvereinigung Stahl.

Die dieser Veröffentlichung zugrunde liegenden Informationen wurden mit größter Sorgfalt recherchiert und redaktionell bearbeitet. Eine Haftung ist jedoch ausgeschlossen.

Ein Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers und bei deutlicher Quellenangabe gestattet.

Fotos und Abbildungen:
Abb. 15: CULT-STRAT Deliverable 15:
Mapping of damage and cost of cultural heritage at different pollution scenarios, 2007
Abb. 19, 21–23: Bundesanstalt für Straßenwesen
Abb. 30: Institut de la Corrosion

Wirtschaftsvereinigung Stahl
Postfach 10 54 64 · 40045 Düsseldorf
Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
E-Mail: info@wvstahl.de · www.stahl-online.de