

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
19. März 2015 (19.03.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/036150 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C25D 5/02 (2006.01) **C21D 1/673** (2006.01)
C25D 5/48 (2006.01) **C25D 3/22** (2006.01)
C25D 5/50 (2006.01) **C25D 5/36** (2006.01)
C21D 1/18 (2006.01) **C25D 7/06** (2006.01)
C21D 1/42 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/065127

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Juli 2014 (15.07.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
13184275.9 13. September 2013 (13.09.2013) EP

(71) Anmelder: **THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG**
[DE/DE]; Kaiser-Wilhelm-Str. 100, 47166 Duisburg (DE).

(72) Erfinder: **KÖYER, Maria**; Spreestraße 12, 44143
Dortmund (DE). **SIKORA, Sascha**; Friedrich-Wilhelm-

Weber-Straße 40, 44534 Lünen (DE). **BANIK, Janko**; An
der Steinkuhle 15, 58762 Altena (DE).

(74) Anwalt: **MEYER, Hans-Joachim**; COHAUSZ &
FLORACK, Bleichstraße 14, 40211 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A STEEL COMPONENT PROVIDED WITH A METALLIC COATING PROVIDING
PROTECTION AGAINST CORROSION

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES MIT EINEM METALLISCHEN, VOR KORROSION
SCHÜTZENDEN ÜBERZUG VERSEHENEN STAHLBAUTEILS

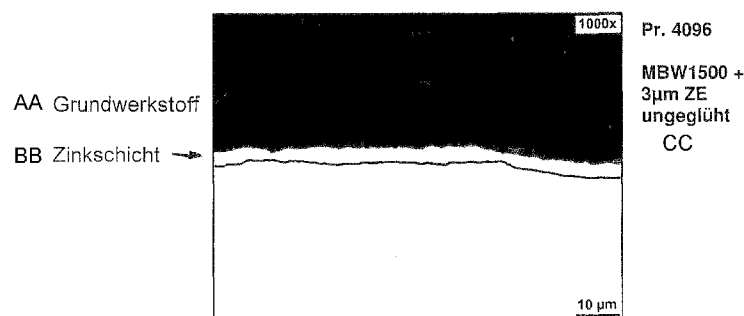


Abb. 3

AA base material
BB zinc layer
CC untempered

(57) Abstract: The invention provides a method by which a steel component provided with a metallic coating which has good adhesion and provides protection from corrosion can be produced. The problem addressed by the invention is especially that of specifying a corresponding hot forming process which enables a wide range of processing variants. The emphasis here is not on long-lasting corrosion protection but more on high flexibility of the processing properties. For this purpose, a thin zinc layer having a mean layer thickness of less than 5 µm, preferably in the range of 1-4 µm, more preferably in the range of 2-4 µm, is applied by electrolytic means to a flat steel product consisting of a steel material which can be annealed by quenching in a hot forming process and has a yield point of 150-1100 MPa and a tensile strength of 300-1200 MPa. A billet is then obtained from the flat steel product and is heated directly to at least 800°C and then formed to give the steel component, or is first formed to give the steel component which is then heated to at least 800°C. The steel component obtained in each case is subsequently annealed by cooling it with sufficient speed from a sufficiently high temperature.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/036150 A1



TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung stellt ein Verfahren zur Verfügung, mit dem ein mit einem gut haftenden und vor Korrosion schützenden metallischen Überzug versehenes Stahlbauteil hergestellt werden kann. Aufgabe der Erfindung ist insbesondere, ein entsprechendes Warmumformverfahren anzugeben, das ein breites Feld an Verarbeitungsvarianten ermöglicht. Dabei steht nicht ein lang anhaltender Korrosionsschutz im Vordergrund, sondern mehr eine hohe Flexibilität der Verarbeitungseigenschaften. Hierzu wird auf ein Stahl Flachprodukt, das aus einem im Warmumformprozess durch Abschrecken härtbaren Stahlwerkstoff besteht, der eine Streckgrenze von 150 - 1100 MPa und eine Zugfestigkeit von 300 - 1200 MPa aufweist, elektrolytisch eine dünne Zinkschicht aufgebracht, die eine mittlere Schichtdicke kleiner 5 µm, vorzugsweise im Bereich von 1 - 4 µm, besonders bevorzugt im Bereich von 2 - 4 µm aufweist. Aus dem Stahl Flachprodukt wird dann eine Platine gewonnen, die direkt auf mindestens 800°C erwärmt und dann zu dem Stahlbauteil geformt oder zunächst zu dem Stahlbauteil geformt wird, das dann auf mindestens 800°C erwärmt wird. Das jeweils erhaltene Stahlbauteil wird abschließend gehärtet, indem es von einer ausreichend hohen Temperatur ausreichend schnell abgekühlt wird.

**Verfahren zum Herstellen eines mit einem metallischen, vor Korrosion
schützenden Überzug versehenen Stahlbauteils**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines mit einem metallischen, vor
Korrosion schützenden Überzug versehenen Stahlbauteils durch Formen eines aus
5 einem warmpresshärtbaren Stahl, vorzugsweise Mangan-Stahl bestehenden
Stahlflachproduktes, das vor dem Formen mit einem Zinküberzug versehen wird.

Wenn hier von „Stahlflachprodukten“ die Rede ist, so sind damit Stahlbänder,
Stahlbleche oder daraus gewonnene Platinen und desgleichen gemeint.

10 Um die im modernen Karosseriebau geforderte Kombination aus geringem Gewicht,
maximaler Festigkeit und Schutzwirkung zu bieten, werden heutzutage in solchen
Bereichen der Karosserie, die im Fall eines Crashes besonders hohen Belastungen
ausgesetzt sein können, aus hochfesten Stählen warmpressgeformte Bauteile
15 eingesetzt.

Beim Warmpresshärten, auch Warmumformen genannt, werden Stahlplatinen, die
von kalt- oder warmgewalztem Stahlband abgeteilt sind, auf eine in der Regel
oberhalb der Austenitisierungstemperatur des jeweiligen Stahls liegende
20 Verformungstemperatur erwärmt und im erwärmten Zustand in das Werkzeug einer
Umformpresse gelegt. Im Zuge der anschließend durchgeführten Umformung erfährt
der Blechzuschnitt bzw. das aus ihm geformte Bauteil durch den Kontakt mit dem
kühlen Werkzeug eine schnelle Abkühlung. Die Abkühlraten sind dabei so eingestellt,
dass sich im Bauteil Härtegefüge ergibt.

25 Ein typisches Beispiel für einen für das Warmpresshärten geeigneten Stahl ist unter
der Bezeichnung "22MnB5" bekannt und im Stahlschlüssel 2004 unter der
Werkstoffnummer 1.5528 zu finden.

Den Vorteilen der bekannten für das Warmpresshärten besonders geeigneten Mangan-Bor-Stähle steht in der Praxis der Nachteil gegenüber, dass manganhaltige Stähle im Allgemeinen unbeständig gegen Nasskorrosion und nur schwer zu passivieren sind. Diese im Vergleich zu niedriger legierten Stählen bei Einwirken erhöhter Chloridionen-Konzentrationen starke Neigung zu lokal zwar begrenzter, jedoch intensiver Korrosion macht die Verwendung von zur Werkstoffgruppe der hochlegierten Stahlbleche gehörenden Stählen gerade im Karosseriebau schwierig. Zudem neigen manganhaltige Stähle zu Flächenkorrosion, wodurch das Spektrum ihrer Verwendbarkeit ebenfalls eingeschränkt wird.

Im Stand der Technik existieren verschiedene Vorschläge, die darauf abzielen, die Wasserstoffaufnahme von manganhaltigen Stählen während des temperierten Zustandes zu reduzieren bzw. auch solche Stähle mit einem metallischen Überzug zu versehen, der den Stahl vor korrosivem Angriff schützt. Dabei werden aktive und passive Korrosionsschutzsysteme unterschieden.

Aktive Korrosionsschutzsysteme werden üblicherweise durch kontinuierliches Aufbringen eines zinkhaltigen Korrosionsschutzüberzuges hergestellt. Passive Korrosionsschutzsysteme werden dagegen typischerweise durch Aufbringen eines aluminiumbasierten Überzuges, der eine gute Barrierewirkung bezüglich korrosiver Angriffe bietet, hergestellt.

Bei bekannten metallischen, zinkhaltigen Korrosionsschutzbeschichtungen gibt es negative und positive Aspekte.

Stahlbleche mit zinkbasierten Korrosionsschutzüberzügen, die einen hohen Zinkanteil im Bereich von typischerweise mindestens 85 Gew.-% und maximal 98 Gew.-% aufweisen und im Schmelztauchprozess auf ein zu beschichtendes Stahlband aufgebracht werden, bieten einen relativ langen aktiven Korrosionsschutz. Unbefriedigend an der Schmelztauchverzinkung sind jedoch unter anderen gewisse Einschränkungen hinsichtlich der Verarbeitung der so beschichteten Stahlplatten.

Denn bei zu hohen Platinentemperaturen kommt es zu einer Verringerung der Zinkbestandteile; und/oder eine zu lange Erwärmung der zinkbeschichteten Stahlplatine bzw. des daraus geformten Bauteils reduziert die Korrosionsbeständigkeit der Platine bzw. des Stahlbauteils. Darüber hinaus

5 verursachen weitere Bestandteile der Zinkschmelze, bei denen es sich oft um sauerstoffaffine Elemente wie z.B. Aluminium handelt, die Bildung von harten Oxiden an der Oberfläche des zinkbasierten Korrosionsschutzüberzuges. Diese Oxidschicht schützt zwar vor einer Verdampfung des Zinks, ist aber nur bedingt schweißbar. In der Regel wird daher das Stahlbauteil gestrahlt, um die entstandenen Oxide

10 (typischerweise Aluminiumoxide) zu entfernen. Darüber hinaus neigen solche zinkbasierten Beschichtungen aufgrund ihrer niedrigen Schmelztemperatur zur Rissbildung, weshalb sie sich entsprechend beschichtete Stahl Flachprodukte nur im kostenintensiven indirekten Warmumformprozess verarbeiten lassen.

15 Sogenannte „Galvannealed“ Stahlbleche, deren Zinküberzug durch eine Wärmebehandlung in eine Zink-Eisen-Legierungsschicht umgewandelt wurde, wurden speziell für den direkten Warmumformprozess zur Erlangung eines aktiven Korrosionsschutzes entwickelt. Eine solche Zink-Eisen-Beschichtung beinhaltet jedoch typischerweise mehr oder weniger weitere Bestandteile oder

20 Verunreinigungen aus der Zinkschmelze. Nachteil dieser Beschichtung ist unter anderem das ebenfalls eingeschränkte Prozessfenster. Zu hohe Temperaturen verbrennen die Zinkbestandteile; und/oder eine zu lange Erwärmung reduziert wiederum die Korrosionsbeständigkeit. Darüber hinaus verursachen die weiteren Bestandteile der Zinkschmelze, bei denen es sich oft um sauerstoffaffine Elemente wie

25 z.B. Aluminium handelt, die Bildung von harten Oxiden an der Oberfläche des Korrosionsschutzüberzuges. In der Regel wird daher das Bauteil gestrahlt, um die entstandenen Oxide (in der Regel Aluminiumoxide) zu entfernen. Eine Gefahr der Rissbildung durch Zink besteht ebenfalls. Ferner kann es aufgrund der bei der Erwärmung durch die sauerstoffaffinen Elemente gebildeten harten Oxide zu einem

30 etwas erhöhten Reibbeiwert kommen.

Aluminium-Silizium-Beschichtungen bieten dagegen ein relativ großes Verarbeitungsfenster. Dieser Korrosionsschutzüberzug wird im Feuerbeschichtungsprozess (Schmelztauchprozess) auf das Stahl Flachprodukt aufgebracht. Dabei entsteht eine harte intermetallische Phase zwischen dem Stahlsubstrat und der eigentlichen

5 Beschichtung. Aufgrund dieser harten intermetallischen Phase ist eine Kaltumformung eines AlSi-beschichteten Stahlblechs nur eingeschränkt möglich, da die Beschichtung partiell abplatzen wird und an den abgeplatzten Stellen eine ungewollte Oxidation bzw. Randabkohlung auftritt. Daher werden AlSi-beschichtete, presshärtbare Stahlbleche normalerweise nur im direkten Warmumformprozess
10 eingesetzt. Somit sind aber einige Herstellungsverfahren mit dieser Beschichtung nicht möglich. Zudem ist eine AlSi-Beschichtung nur eingeschränkt für schnelle Aufheizprozesse geeignet, da diese zu einer ungewünschten Aufschmelzung führen. Nach herkömmlicher Erwärmung (typischerweise Ofenerwärmung) liegen während des Umformprozesses hohe Reibwerte vor, die teilweise das Umformverhalten
15 negativ beeinflussen.

Allgemein besitzen im Schmelztauchverfahren aufgebrachte metallische Korrosionsschutzüberzüge Nachteile bei nachfolgenden schnellen Erwärmungsverfahren, insbesondere bei einer Erwärmung mittels Laserstrahlung oder Infrarottechnologie.

20 Denn dabei können häufig eine Flüssigphasenbildung und eine dadurch verschlechterte Absorption beobachtet werden. Im Ergebnis können daher in der Regel weder eine homogene Erwärmung noch gleichbleibende Schichteigenschaften erzielt werden.

25 Davon ausgehend lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein in der Praxis einfach durchzuführendes Verfahren anzugeben, das es erlaubt, mit vergleichsweise geringem Aufwand ein Stahlbauteil herzustellen, welches mit einem gut haftenden und vor Korrosion schützenden metallischen Überzug versehen ist. Aufgabe der Erfindung ist es insbesondere, ein Verfahren anzugeben, mit dem sich Stahl Flachprodukte vor
30 Korrosion ausreichend schützen lassen und das ein breites Feld an Verarbeitungs-

varianten ermöglicht. Dabei steht nicht ein lang anhaltender Korrosionsschutz im Vordergrund, sondern mehr eine hohe Flexibilität der Verarbeitungseigenschaften.

In Bezug auf das Verfahren ist diese Aufgabe gemäß einer ersten Variante der

- 5 Erfindung dadurch gelöst, dass bei der Herstellung eines Stahlbauteils die in Anspruch 1 angegebenen Verfahrensschritte durchlaufen werden.

Eine alternative, die oben genannte Aufgabe ebenfalls lösende Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Anspruch 2 angegeben.

10

Die erste Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens betrifft das Formen des Stahlbauteils durch sogenanntes „direktes Warmumformen“ (direktes Presshärten), während die zweite Verfahrensvariante das Formen des Stahlbauteils im sogenannten „indirekten Verfahren“ (indirektes Presshärten) betrifft, bei dem eine erfindungs-
15 gemäß beschichtete Stahlplatte zunächst kaltumgeformt, dann auf Austenitisierungstemperatur erwärmt und anschließend durch rasches Abkühlen in den Vergütungs- oder Härtegefügezustand überführt wird.

20

Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Verfahrensvarianten sind in den auf Anspruch 1 oder 2 rückbezogenen Ansprüchen angegeben und nachfolgend erläutert.

25

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen eines mit einem metallischen, vor Korrosion schützenden Überzug versehenen Stahlbauteils, wird
zunächst ein Stahl Flachprodukt, d. h. ein Stahlband oder Stahlblech, zur Verfügung
gestellt, das aus einem im Warmumformprozess durch Abschrecken härtbaren
Stahlwerkstoff erzeugt ist, der eine Streckgrenze von 150 – 1100 MPa und eine
Zugfestigkeit von 300 – 1200 MPa aufweist.

30

Typischerweise kann es sich bei diesem Stahlwerkstoff um einen hochfesten Mangan-Bor-Stahl in an sich bekannter Zusammensetzung handeln. Dementsprechend kann

der erfindungsgemäß verarbeitete Stahl neben Eisen und unvermeidbaren Verunreinigungen (in Gew.-%) 0,2 - 0,5 % C, 0,5 - 3,0 % Mn, 0,002-0,004 % B sowie optional eines oder mehrere Elemente der Gruppe "Si, Cr, Al, Ti" in folgenden Gehalten enthalten: 0,1-0,3 % Si, 0,1-0,5 % Cr, 0,02-0,05 % Al, 0,025-0,04 % Ti.

- 5 Bei dem verwendeten Stahl Flachprodukt handelt es sich bevorzugt um rekristallisierendes Kaltband, da sich gezeigt hat, dass sich ein solches Stahlband in einer elektrolytischen Beschichtungsanlage vergleichsweise kostengünstig beschichten lässt.

- 10 Auf das entsprechend beschaffene und bereitgestellte Stahl Flachprodukt wird durch elektrolytisches Beschichten eine sehr gleichmäßig dünne und sehr reine Zinkschicht aufgebracht. Das elektrolytische Beschichten wird dabei in einer Weise ausgeführt, dass die Zinkschicht eine mittlere Schichtdicke kleiner 5 μm , vorzugsweise im Bereich von 1 - 4 μm , besonders bevorzugt im Bereich von 2 - 4 μm aufweist. Die besonders hohe Gleichmäßigkeit der Schichtdicke (d.h. die sehr geringe Dickenvariation über die Substratbreite bzw. -länge) resultiert insbesondere aus der geringen Schichtdicke, da 15 Ungleichmäßigkeiten der Schichtdicke erst bei größeren Schichtdicken verstärkt auftreten. Eine mittlere Schichtdicke kleiner 1 μm sollte nicht eingestellt werden, da es andernfalls zu örtlichen Fehlstellen, d.h. unbeschichteten Stellen auf der Oberfläche des Stahl Flachproduktes kommen kann.

- 20 Aufgrund der sehr geringen Dicke der Zinkschicht bildet sich bei der nachfolgenden Warmumformung weniger flüssiges Zink, da Eisen (Fe) aus dem Substrat nahe über die gesamte Schichtdicke in die Zinkschicht eindiffundieren und mit dem Zink durchreagieren kann. Somit wird die Zinkschicht im Wesentlichen vollständig in eine 25 Zn-Fe-Legierung umgewandelt.

Die elektrolytisch abgeschiedene dünne Zinkschicht dient insbesondere zum Verzunderungsschutz des Stahlsubstrats sowie zur verbesserten „Schmierung“ (aufgrund geringerer Reibung) während der Warmumformung. Es bildet sich auf der

Zinkschicht Zinkoxid, das im Unterschied zu Aluminiumoxid, welches sehr spröde ist und schlechte Schmiereigenschaften besitzt, eine wesentlich verbesserte Schmierung bewirkt. Somit werden im tribologischen System die Reibbeiwerte verringert und damit die Umformeigenschaften verbessert.

5

Die elektrolytische Abscheidung der Zinkschicht wird im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorzugsweise als kontinuierlicher Bandbeschichtungsprozess ausgeführt.

- 10 Die dünne Zinkschicht dient zusätzlich zur Verringerung oder sogar Verhinderung von Rotrostbildung beim Transport eines bereits warmumgeformten Stahlblechs bzw. eines bereits wärmebehandelten Coils.

- 15 Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass das elektrolytische Beschichten in einer Weise ausgeführt wird, dass der Zinküberzug mit unterschiedlicher Schichtdicke je Stahlflachproduktseite aufgebracht wird. Hierdurch lässt sich eine bedarfsgerechte Anpassung der Zinkbeschichtung erzielen.

- 20 Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass der Zinküberzug nur auf eine Seite des Stahlflachprodukts aufgebracht wird. Auch diese Variante stellt eine bedarfsgerechte Anpassung der Zinkbeschichtung dar.

- 25 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass das Erwärmen der Platine oder des Stahlbauteils in einer Ofenatmosphäre durchgeführt wird, die zwischen 5 Vol.-% und 25 Vol.-% Sauerstoff, vorzugsweise zwischen 15 Vol.-% und 22 Vol.-% Sauerstoff enthält. Eine weitere Optimierung zur Reduzierung der Wasserstoffaufnahme ergibt sich, wenn gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens das Erwärmen der Platine oder des Stahlbauteils in einer getrockneten Gas, vorzugsweise getrocknete Luft enthaltenden
- 30 Ofenatmosphäre durchgeführt wird. Hierdurch wird die Ofenatmosphäre künstlich zu einem niedrigen Taupunkt geführt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das Erwärmen der Platine oder des Stahlbauteils eine partiell unterschiedliche Wärmebehandlung der Platine oder des Stahlbauteils umfasst oder ist. Die partielle Wärmebehandlung der Platine oder des Stahlbauteils erfolgt dabei vorzugsweise mittels induktiver oder laserunterstützter Erwärmung. Hierdurch lassen sich beispielsweise Bereiche mit unterschiedlichen Festigkeits-

10 Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Abbildungen und Beispielen weiter offenbart. Es zeigen:

Abb. 1 einen Querschliff einer Probe eines elektrolytisch verzinkten Mangan-Bor-Stahlflachproduktes nach einer Glühbehandlung;

15

Abb. 2 einen Querschliff einer weiteren Probe eines erfindungsgemäß beschichteten, ungeglühten Mangan-Bor-Stahlflachproduktes, dessen elektrolytisch aufgebrachte Zinkschicht eine mittlere Schichtdicke von 1 µm aufweist;

20

Abb. 3 einen Querschliff einer weiteren Probe eines erfindungsgemäß beschichteten, ungeglühten Mangan-Bor-Stahlflachproduktes, dessen elektrolytisch aufgebrachte Zinkschicht eine mittlere Schichtdicke von 3 µm aufweist; und

25

Abb. 4 einen Querschliff einer weiteren Probe eines erfindungsgemäß beschichteten, ungeglühten Mangan-Bor-Stahlflachproduktes, dessen elektrolytisch aufgebrachte Zinkschicht eine mittlere Schichtdicke von 5 µm aufweist.

30

Die Abb. 1 zeigt beispielhaft einen Abschnitt eines elektrolytisch verzinkten Mangan-Bor-Stahlflachproduktes nach einer Glühbehandlung. In die auf dem Grundwerkstoff (Mangan-Bor-Stahl) abgeschiedene Zinkschicht sind durch die Wärmebehandlung Eisen (Fe) und Mangan (Mn) eindiffundiert, wodurch die Zinkschicht in eine Zink-Eisen-Schicht und eine darüber liegende sehr dünne Zink-Mangan-Oxidschicht umgewandelt wurde. Bei Grundwerkstoffen ohne Mangan wird sich auf der Zink-Eisen-Schicht nur eine Zinkoxidschicht ausbilden. Die Zink- bzw. Zink-Mangan-Oxidschicht wird vorzugsweise entfernt, beispielsweise mittels eines Strahlprozesses, um die Lackierbarkeit des aus dem erfindungsgemäß beschichteten Stahlflachproduktes geformten Stahlbauteils zu verbessern.

In den Abbildungen 2 bis 4 sind drei Proben eines erfindungsgemäß beschichteten Mangan-Bor-Stahlblechs im senkrechten Anschliff dargestellt. Das jeweilige Stahlblech ist mit einem dünnen Zinküberzug versehen, der elektrolytisch aufgebracht wurde und eine mittlere Schichtdicke von 1 μm , 3 μm bzw. 5 μm aufweist. Die dargestellten Proben zeigen das elektrolytisch verzinkte Mangan-Bor-Stahlblech im ungeglühten Zustand.

Die lichtmikroskopisch dargestellten Proben lassen erkennen, dass sich bei einer mittleren Zinkschichtdicke von 1 μm örtliche Fehlstellen des Überzugs ergeben haben (siehe Abb. 2), während bei einer mittleren Schichtdicke von 3 μm bereits ein geschlossener, gleichmäßiger Zinküberzug erzielt wurde (siehe Abb. 3). Auch bei einer mittleren Schichtdicke von 5 μm ergibt sich eine gleichmäßige Schichtdickenverteilung des Zinküberzugs (siehe Abb. 4).

Um die erfindungsgemäße geringe mittlere Schichtdicke des Zinküberzuges zu erzielen, werden die Betriebsparameter der elektrolytischen Beschichtung entsprechend eingestellt. Die " Betriebsparameter " der elektrolytischen Beschichtung umfassen beispielsweise die Art der Strömung am zu beschichtenden Substrat, die Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyten, die Ausrichtung der Elektrolytströmung in Bezug auf das jeweils zu beschichtende Stahlsubstrat, die Stromdichte, die

Temperatur, den pH-Wert des Elektrolyten und die Verweilzeit bzw. Behandlungsdauer des zu beschichtenden Substrats in der Elektrolysezelle. Erfindungsgemäß sind diese Einflussgrößen so aufeinander abzustimmen, dass sich der Zinküberzug mit der erfindungsgemäß vorgegebenen Schichtdicke einstellt. Dazu können die genannten

5 Parameter in Abhängigkeit von der jeweils zur Verfügung stehenden Anlagentechnik jeweils wie folgt variiert werden:

- Die Art der Strömung am zu beschichtenden Substrat: Laminar oder turbulent; sowohl bei laminarer als auch bei turbulenter Strömung des Elektrolyten am zu
- 10 beschichtenden Stahl Flachprodukt stellen sich gute Beschichtungsergebnisse ein. Bei vielen in der Praxis zur Verfügung stehenden Beschichtungsanlagen wird jedoch aufgrund des intensiveren Austauschs zwischen Elektrolyt und Stahlsubstrat in der Praxis jedoch eine turbulente Strömung bevorzugt werden,
- Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyten: 0,1 – 6 m/s;
- 15 - Ausrichtung der Elektrolytströmung in Bezug auf das jeweils zu beschichtende Stahlsubstrat: Die Beschichtung des Stahlsubstrats kann sowohl in vertikal als auch in horizontal ausgerichteten Zellen erfolgen;
- Stromdichte: 10 – 140 A/dm²;
- Temperatur des Elektrolyten: 30 - 70°C;
- 20 - pH-Wert des Elektrolyten: 1 - 3,5;
- Durchlaufdauer/ Verweilzeit in der Elektrolytzelle: 1 - 15 min.

Aus dem in erfindungsgemäßer Weise beschichteten Stahl Flachprodukt wird dann eine Stahlplatine gebildet. Diese kann in an sich bekannter Weise von dem jeweiligen Stahlband oder Stahlblech abgeteilt werden. Denkbar ist aber auch, dass das Stahl-

25 Flachprodukt bei der Beschichtung bereits die für die anschließende Formgebung zu dem Bauteil benötigte Form besitzt, also der Platine entspricht. Die so in erfindungs-

gemäß der Weise mit dem sehr dünnen, im Wesentlichen reinen Zinküberzug versehene Stahlplatte wird gemäß der ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens anschließend auf eine nicht weniger als 800 °C betragende Platinentemperatur erwärmt und daraufhin aus der erwärmten Platte das Stahlbauteil geformt. Gemäß
5 der zweiten Verfahrensvariante wird dagegen aus der Platte zunächst das Stahlbauteil zumindest vorgeformt und erst darauf folgend die Erwärmung auf eine mindestens 800 °C betragende Bauteiltemperatur durchgeführt. Im Zuge der Erwärmung auf die Platten- bzw. Bauteiltemperatur findet in der zuvor aufgetragenen dünnen Zinkschicht eine Umwandlung in eine Zn-Fe-Legierung statt.

10

Gemäß der ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die erfindungsgemäß auf eine Temperatur von mindestens 800 °C erwärmte Platte zu dem Stahlbauteil geformt. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die Platte im unmittelbaren Anschluss an die Erwärmung zu dem jeweils verwendeten
15 Formwerkzeug gefördert wird. Auf dem Weg zu dem Formwerkzeug kommt es in der Regel unvermeidbar zu einer Abkühlung der Platte, so dass im Fall einer solchen auf die Erwärmung folgenden Warmumformung die Temperatur der Platte bei Eintritt in das Formwerkzeug üblicherweise niedriger liegt als die Platinentemperatur am Ausgang des Ofens. In dem Formwerkzeug wird die Stahlplatte in an sich bekannter
20 Weise zu dem Stahlbauteil umgeformt.

Wird die Formgebung bei für die Bildung von Härte- oder Vergütungsgefüge ausreichend hohen Temperaturen durchgeführt, so lässt sich das erhaltene Stahlbauteil ausgehend von der jeweiligen Temperatur mit einer Abkühlgeschwindigkeit
25 abkühlen, die für die Entstehung von Vergütungs- oder Härtegefüge in seinem Stahlsubstrat ausreicht. Dieser Vorgang lässt sich besonders wirtschaftlich im Warmformwerkzeug selbst durchführen.

Dementsprechend eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren aufgrund der
30 Unempfindlichkeit des in erfindungsgemäßer Weise beschichteten Stahlflächproduktes gegen Risse des Stahlsubstrats und Abrieb insbesondere für das einstufige

Warmpressformen, bei dem eine Warmformgebung und die Abkühlung des Stahlbauteils unter Ausnutzung der Wärme der zuvor durchgeführten Erwärmung auf die Platinentemperatur in einem Zuge in einem Werkzeug durchgeführt werden.

- 5 Bei der zweiten Verfahrensvariante wird zunächst die Platine gebildet und dann ohne zwischengeschaltete Wärmebehandlung aus dieser Platine das Stahlbauteil geformt. Das Formen des Stahlbauteils erfolgt dabei typischerweise in einem Kaltformvorgang, bei dem eine oder mehrere Kaltumformoperationen durchgeführt werden. Der Grad der Kaltformgebung kann dabei so hoch sein, dass das erhaltene Stahlbauteil im
- 10 Wesentlichen vollständig fertig ausgeformt ist. Jedoch ist es auch denkbar, die erste Formgebung als Vorformen durchzuführen und dem Stahlbauteil nach dem Erwärmen in einem Formwerkzeug fertig zu formen. Dieses Fertigformen kann mit dem Härtevorgang kombiniert werden, indem das Härten als Formhärten in einem geeigneten Formwerkzeug durchgeführt wird. Dabei wird das Stahlbauteil in ein seine fertige
- 15 Endform abbildendes Werkzeug gelegt und für die Ausbildung des gewünschten Härte- oder Vergütungsgefüges ausreichend schnell abgekühlt. Das Formhärten ermöglicht so eine besonders gute Formhaltigkeit des Stahlbauteils. Die Formänderung während des Formhärtens ist dabei üblicherweise gering.
- 20 Unabhängig davon, welche der beiden Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens angewendet werden, müssen weder die Formgebung noch die zur Ausbildung des Härte- oder Vergütungsgefüges benötigte Abkühlung in besonderer, vom Stand der Technik abweichender Weise durchgeführt werden. Vielmehr können bekannte Verfahren und vorhandene Vorrichtungen für diesen Zweck eingesetzt werden.
- 25 Aufgrund dessen, dass in erfindungsgemäßer Weise ein sehr dünne, relativ gleichmäßige und im Wesentlichen reine Zinkschicht auf dem umzuformenden Stahlflächprodukt erzeugt wird, besteht im Fall einer Warmformgebung oder einem Formen bei erhöhten Temperaturen keine Gefahr, dass es zu einer Erweichung des Zinküberzuges und dementsprechend zu Anhaftungen von Überzugsmaterial an den mit ihm in
- 30 Kontakt kommenden Flächen des Werkzeugs kommt.

Um ein optimales Ergebnis der elektrolytischen Beschichtung zu gewährleisten, kann das Stahlflachprodukt vor dem elektrolytischen Beschichten in an sich bekannter Weise einer Vorbehandlung unterzogen werden, bei der die Oberfläche des Stahlsubstrats so behandelt wird, dass sie einen für die nachfolgend durchgeführte

5 Beschichtung mit der Korrosionsschutzschicht optimal vorbereitete Oberflächenzustand besitzt. Dazu können ein oder mehrere der nachfolgend aufgezählten Vorbehandlungsschritte durchlaufen werden:

- 10 - Alkalische Entfettung des Stahlflachprodukts in einem Entfettungsbad. Typischerweise enthält das Entfettungsbad 5 - 150 g/l, insbesondere 10 - 20 g/l, eines Tensid-Reinigers. Die Temperatur des Entfettungsbades beträgt dabei 20 - 85 °C, wobei sich eine besonders gute Wirksamkeit bei einer Badtemperatur von 65 - 75 °C einstellt. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Entfettung elektrolytisch erfolgt, wobei in diesem Fall besonders gute Reinigungsergebnisse erzielt werden, 15 wenn mindestens ein Zyklus anodischer und kathodischer Probenpolung durchlaufen wird. Dabei kann es sich als vorteilhaft erweisen, wenn bei der alkalischen Reinigung nicht nur elektrolytisch tauchentfettet wird, sondern vor der elektrolytischen Reinigung schon eine Spritz-/Bürstreinigung mit dem alkalischen Medium durchgeführt wird.
- 20 - Spülen des Stahlflachproduktes, wobei diese Spülung mittels Klarwasser oder vollentsalztem Wasser durchgeführt wird.
- Dekapieren des Stahlflachproduktes. Beim Dekapieren werden die Flachprodukte durch ein Säurebad geleitet, das die Oxidschicht von ihnen abspült, ohne die Oberfläche des Stahlflachprodukts selbst anzugreifen. Durch den gezielt durchgeführten Schritt der Dekapierung wird der Oxidabtrag so gesteuert, dass man eine für die 25 elektrolytische Bandverzinkung günstig eingestellte Oberfläche erhält. Nach dem Dekapieren kann ein erneutes Spülen des Stahlflachproduktes zweckmäßig sein, um Restbestände der beim Dekapieren eingesetzten Säure von dem Stahlflachprodukt zu entfernen.

- Sofern ein Spülen des Stahlflachprodukts durchgeführt wird, kann das Stahlflachprodukt währenddessen mechanisch gebürstet werden, um auch fest sitzende Partikel von seiner Oberfläche zu beseitigen.
- Auf dem vorbehandelten Stahlflachprodukt noch vorhandene Flüssigkeiten werden
5 vor dem Eintritt in das Elektrolytbad üblicherweise mittels Abquetschrollen entfernt.

Als praxisgerechte Beispiele für zu einem besonders guten Ergebnis der elektrolytischen Beschichtung führenden Vorbehandlungen sind folgende Varianten zu nennen:

10 Beispiel 1:

- Ein geglühtes Kaltband der Güte 22MnB5 (1.5528) wird alkalisch spritzentfettet und zusätzlich elektrolytisch entfettet. Das Entfettungsbad enthält in einer Konzentration von ca. 15 g/l einen handelsüblichen Reiniger, der mehr als 25 % Natriumhydroxid, 1 – 5 % eines Fettalkoholethers und 5 - 10 % eines ethoxylierten, propoxylierten und
15 methylierten C12-18 Alkohols aufweist. Die Badtemperatur beträgt ca. 65 °C. Die Verweildauer in der Spritzentfettung beträgt ca. 4 - 6 s. Daran schließt sich eine Bürstreinigung an. Im weiteren Verlauf wird das Band elektrolytisch entfettet bei einer Verweildauer von ca. 3 s mit anodischer und kathodischer Polung sowie einer Stromdichte von 15 A/dm². Daran schließt sich eine mehrstufige Spüle mit
20 vollentsalztem Wasser bei Raumtemperatur mit Bürsteneinsatz an. Die Verweildauer in der Spüle beträgt ca. 2 - 4 s. Im Folgenden wird eine Salzsäuredekupierung (20 g/l; Temperatur 35 - 38 °C) bei einer Verweilzeit von ca. 10 - 12 s durchlaufen. Nach einer ca. 7 – 9 s dauernden Spüle mit vollentsalztem Wasser wird das Blech nach dem Durchlaufen einer Abquetschvorrichtung in die horizontal ausgerichtete
25 Elektrolysezelle überführt. In dieser erfolgt die erfindungsgemäße Beschichtung des Stahlbands oder -blechs. Hierzu sind folgende Betriebsparameter eingestellt worden:
- Zn-Gehalt des Elektrolyten: 80 – 150 g/l;

- Na₂SO₄-Gehalt des Elektrolyten: 23 – 28 g/l;
- pH-Wert des Elektrolyten: 1,4 – 1,6;
- Temperatur des Elektrolyten: 60 - 70°C;
- Stromdichte: 10 – 40 A/dm²;
- 5 - Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyten: 0,1 – 6 m/s;
- Durchlauf-/Behandlungsdauer in der Elektrolytzelle: 2 - 8 min.

Das aus der elektrolytischen Beschichtungslinie austretende Stahl Flachprodukt kann mehrstufig mit Wasser und vollentsalztem Wasser bei Raumtemperatur gespült werden. Im Anschluss durchläuft das Stahl Flachprodukt dann noch eine

10 Trocknungsstrecke.

Beispiel 2:

15 Warmband (gebeizt) der Güte 22MnB5 (1.5528) wird alkalisch spritzentfettet und elektrolytisch entfettet. Das Entfettungsbad beinhaltet in einer Konzentration von 20 g/l einen Reiniger, der 1 - 5 % C12-18 Fettalkohol-Polyethylenglykol-Butylether und 0,5 - 2 % Kaliumhydroxid enthält. Die Badtemperatur beträgt ca. 75 °C. Die Verweildauer in der horizontalen Spritzspüle beträgt ca. 10 - 12 s. Daran schließt sich

20 eine doppelte Bürstreinigung an. Im weiteren Verlauf wird das Band elektrolytisch entfettet bei einer Verweildauer von ca. 8 - 10 s mit anodischer und kathodischer Polung und einer Stromdichte von ca. 10 A/dm². Daran schließt sich eine mehrstufige Spüle mit vollentsalztem Wasser bei Raumtemperatur mit Bürsteneinsatz an. Die Verweildauer beträgt ca. 2 - 4 s. Im Folgenden wird eine Salzsäuredekapiierung

25 (100 g/l; Raumtemperatur) bei einer Verweilzeit von ca. 26- 28 s durchlaufen. Nach einer kombinierten Bürst- und Spritzfrischwasserspüle wird das Blech nach dem Durchlaufen einer Abquetschvorrichtung in die horizontal ausgerichtete Elektrolysezelle überführt, in welcher die erfindungsgemäße Abscheidung des Zinküberzuges erfolgt. Hierzu sind folgende Betriebsparameter eingestellt worden:

- 30
- Zn-Gehalt des Elektrolyten: 100 – 130 g/l;

- Na₂SO₄-Gehalt des Elektrolyten: 23 – 27 g/l;
- pH-Wert des Elektrolyten: 1,4 – 1,6;
- Temperatur des Elektrolyten: 60 - 75°C;
- Stromdichte: 20 – 40 A/dm²;
- 5 - Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyten: 0,1 – 6 m/s;
- Durchlauf-/Behandlungsdauer in der Elektrolytzelle: 2 - 6 min.

Im Anschluss an die elektrolytische Beschichtung wird das dann in erfindungsgemäßer Weise beschichtete Stahl Flachprodukt zweistufig mit Wasser und vollentsalztem Wasser bei 40 °C gespült. Danach durchläuft die das Stahl Flachprodukt
10 eine Trocknungsstrecke mit Umluftgebläse mit einer Umlufttemperatur von 75 °C.

Optimale Arbeitsergebnisse ergeben sich bei den oben genannten Beispielen, wenn die Platinen- bzw. Bauteiltemperatur in an sich bekannter Weise maximal 920 °C, insbesondere 830 - 905 °C, beträgt. Dies gilt insbesondere dann, wenn das Formen des
15 Stahlbauteils als Warmumformung im Anschluss an die Erwärmung auf die Platinen- bzw. Bauteiltemperatur so durchgeführt wird, dass die erwärmte Platine ("direktes" Verfahren) bzw. das erwärmte Stahlbauteil ("indirektes" Verfahren) unter Inkaufnahme eines gewissen Temperaturverlustes in das jeweils anschließend genutzte Formwerkzeug gelegt wird. Besonders betriebssicher lässt sich die jeweils
20 abschließende Warmumformung dann durchführen, wenn die Platinen- bzw. Bauteiltemperatur 850 - 880 °C beträgt.

Die Erwärmung auf die Platinen- bzw. Bauteiltemperatur kann in an sich bekannter Weise im Durchlauf in einem Durchlaufofen erfolgen. Typische Glühzeiten liegen
25 dabei im Bereich von 3 - 15 min. Alternativ ist es jedoch auch möglich, die Erwärmung mittels einer induktiv oder konduktiv arbeitenden Erwärmungseinrichtung vorzunehmen. Dies erlaubt eine besonders schnelle und genaue Erwärmung auf die jeweils vorgegebene Temperatur.

Während der Erwärmung sollte der Sauerstoffgehalt in der Ofenatmosphäre zwischen 15% und 25%, vorzugsweise 19% und 21% betragen. Eine weitere Optimierung zur Reduzierung der Wasserstoffaufnahme des erfindungsgemäß beschichteten Stahlsubstrats kann durch Einleitung von trockenen Gasen, vorzugsweise getrockneter Luft erfolgen. Hierdurch wird die Ofenatmosphäre künstlich zu einem niedrigen Taupunkt geführt.

Die vorliegende Erfindung bietet somit folgende Vorteile:

- 10 • Unerwünschte Beschichtungsbestandteile, wie z.B. sauerstoffaffine Elemente, insbesondere Aluminium, können bei dem erfindungsgemäßen Konzept ausgeschlossen werden;
- Aufbringung einer reinen Zinkschicht;
- Eine Grenzschrift (intermetallischen Phase), wie sie sich im
15 Feuerbeschichtungsprozess ausbildet, wird weitestgehend unterbunden;
- Verhinderung einer Verzunderung des Grundwerkstoffes bei dessen Erwärmung;
- Es lässt sich eine gleichmäßigere Schichtdicke als beim Feuerbeschichtungsprozess erzielen;
- 20 • Es lassen sich sehr geringe Zinkschichtdicken aufbringen, wodurch eine Verflüssigung von Zink beim Warmumformen und damit die Neigung zur Rissbildung reduziert wird;
- Es lässt sich auf einfache Weise eine nur einseitige Beschichtung sowie eine beidseitige Beschichtung mit unterschiedlicher Schichtdicke je Materialseite realisieren;
- 25 • Möglichkeit der bedarfsgerechten Auslegung des gewünschten Korrosionsschutzwirkung (von keiner Korrosionsschutzwirkung bis hin zum aktiven Korrosionsschutz)
- Es ergeben sich reduzierte Reibwerte bei der direkten Warmumformung mit
30 besserer Umformbarkeit;

- Die geringe Zinkschichtdicke ermöglicht den Einsatz schneller Aufheizverfahren, insbesondere für eine partielle Wärmebehandlung bzw. partielle Presshärtung;
- Aufgrund sehr kurzer Diffusionswege ist eine Teildiffusion von Eisen in die Zinkschicht möglich;
- Es ergibt sich eine gute Kaltumformbarkeit für teilweise indirekte Warmumformprozesse bzw. vollständig indirekte Warmumformprozesse;
- Gute Eignung für sogenannte Tailored Welded Blanks, da die Zinkbeschichtung im Vergleich zu einer AlSi-Beschichtung im Schweißnahtbereich nicht entfernt werden muss;
- Keine Notwendigkeit einer Schutzgasatmosphäre bei der Erwärmung des beschichteten Stahl Flachproduktes, eine Oxidbildung ist akzeptabel;
- Gute Lackierbarkeit mit und ohne vorherigem Strahlprozess;
- Mögliche Einsparung von Korrosionsschutzöl für den Bauteilversand.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Herstellen eines mit einem metallischen, vor Korrosion schützenden Überzug versehenen Stahlbauteils, umfassend folgende Arbeitsschritte:

5 a) Zurverfügungstellen eines Stahlflachprodukts aus im Warmumformprozess durch Abschrecken härtbarem Stahlwerkstoff, der eine Streckgrenze von 150 – 1100 MPa und eine Zugfestigkeit von 300 – 1200 MPa aufweist,

10 b) Elektrolytisches Beschichten des Stahlflachprodukts mit einem Korrosionsschutzüberzug aus Zink, der außer Zink lediglich unvermeidbare Verunreinigungen enthält, wobei das Beschichten in einer Weise ausgeführt wird, dass der elektrolytisch abgeschiedene Korrosionsschutzüberzug eine mittlere Schichtdicke kleiner 5 µm, vorzugsweise im Bereich von 1 - 4 µm, besonders bevorzugt im Bereich von 2 - 4 µm aufweist,

15 c) Erwärmen einer aus dem beschichteten Stahlflachprodukt gebildeten Platine auf eine mindestens 800°C betragende Platinentemperatur;

d) Formen des Stahlbauteils aus der Platine in einem Formwerkzeug, und

20 e) Härten des Stahlbauteils durch Abkühlen von einer Temperatur, bei der sich das Stahlbauteil in einem für die Ausbildung von Vergütungs- oder Härtegefüge geeigneten Zustand befindet, mit einer Abkühlrate, die zur Ausbildung des Vergütungs- oder Härtegefüges ausreicht.

2. Verfahren zum Herstellen eines mit einem metallischen, vor Korrosion schützenden Überzug versehenen Stahlbauteils, umfassend folgende Arbeitsschritte:

25 a) Zurverfügungstellen eines Stahlflachprodukts, das aus einem im Warmumformprozess durch Abschrecken härtbaren Stahlwerkstoff erzeugt ist, der eine Streckgrenze von 150 – 1100 MPa und eine Zugfestigkeit von 300 – 1200 MPa aufweist;

b) Elektrolytisches Beschichten des Stahlflachprodukts mit einem Korrosionsschutzüberzug aus Zink, der außer Zink lediglich unvermeidbare Verunreinigungen enthält, wobei das Beschichten in einer Weise ausgeführt wird, dass der elektrolytisch abgeschiedene Korrosionsschutzüberzug eine mittlere Schichtdicke kleiner 5 μm , vorzugsweise im Bereich von 1 - 4 μm , besonders bevorzugt im Bereich von 2 - 4 μm aufweist,

c) Formen des Stahlbauteils aus einer aus dem Stahlflachprodukt gebildeten Platine in einem Formwerkzeug,

d) Erwärmen des Stahlbauteils auf eine mindestens 800°C betragende Bauteiltemperatur; und

e) Härten des Stahlbauteils durch Abkühlen von einer Temperatur, bei der sich das Stahlbauteil in einem für die Ausbildung von Vergütungs- oder Härtegefüge geeigneten Zustand befindet, mit einer Abkühlrate, die zur Ausbildung des Vergütungs- oder Härtegefüges ausreicht.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Formen des Stahlbauteils (Arbeitsschritt c)) als Vorformen ausgeführt wird und dass das Stahlbauteil nach dem Erwärmen (Arbeitsschritt d)) fertig geformt wird.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrolytische Beschichten in einer Weise ausgeführt wird, dass der Korrosionsschutzüberzug mit unterschiedlicher Schichtdicke je Stahlflachproduktseite aufgebracht wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrosionsschutzüberzug nur auf eine Seite des Stahlflachprodukts aufgebracht wird.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Erwärmen der Platine oder des Stahlbauteils in einer Ofenatmosphäre

durchgeführt wird, die zwischen 5 Vol.-% und 25 Vol.-% Sauerstoff, vorzugsweise zwischen 15 Vol.-% und 22 Vol.-% Sauerstoff enthält.

- 5 7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Erwärmen der Platine oder des Stahlbauteils in einer getrocknetes Gas, vorzugsweise getrocknete Luft enthaltenden Ofenatmosphäre durchgeführt wird.
- 10 8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Erwärmen der Platine oder des Stahlbauteils eine partiell unterschiedliche Wärmebehandlung der Platine oder des Stahlbauteils umfasst oder ist.
- 15 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die partielle Wärmebehandlung der Platine oder des Stahlbauteils mittels induktiver oder laserunterstützter Erwärmung erfolgt.
- 20 10. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zur Verfügung gestellte Stahl Flachprodukt ein rekristallisierendes Kaltband ist.

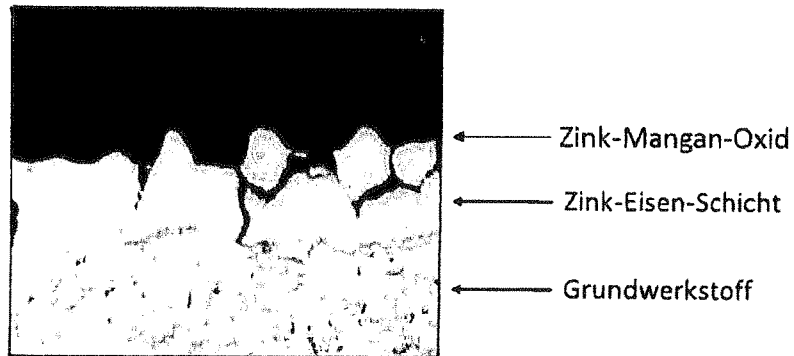


Abb. 1

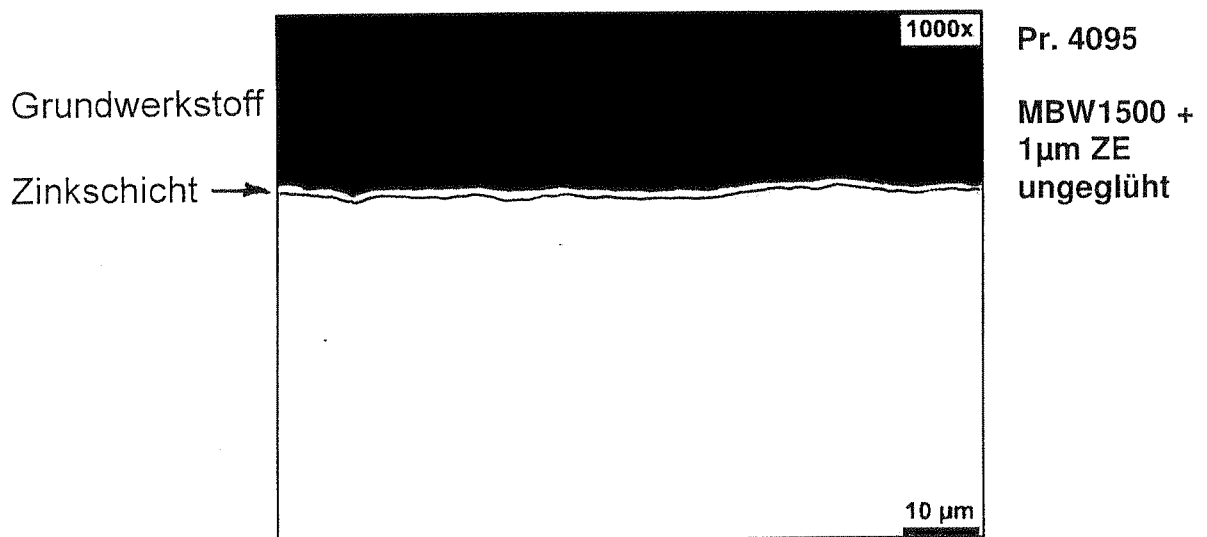


Abb. 2

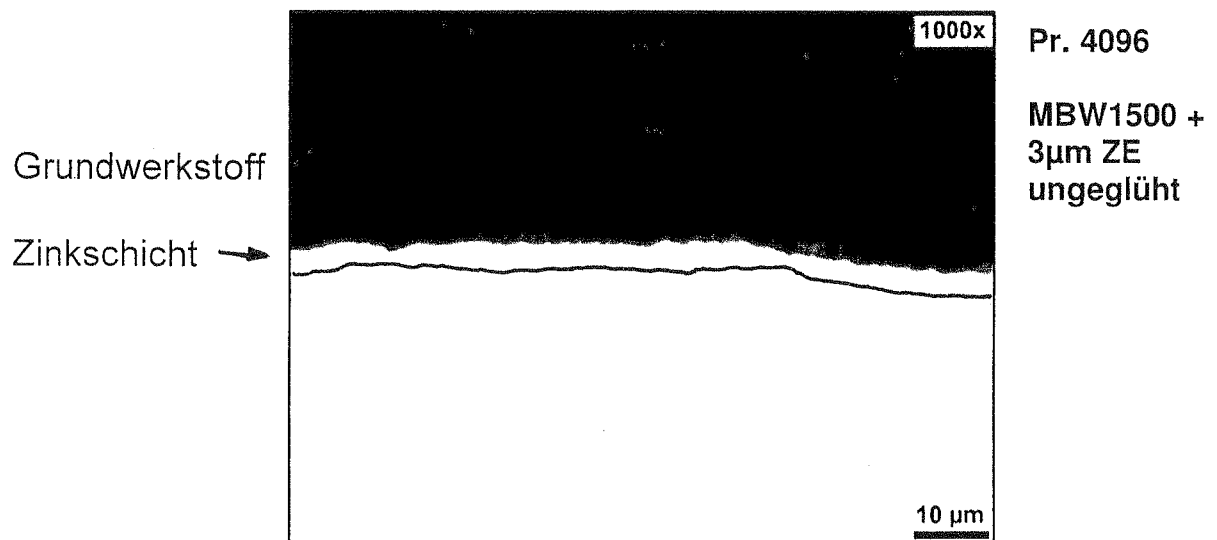


Abb. 3

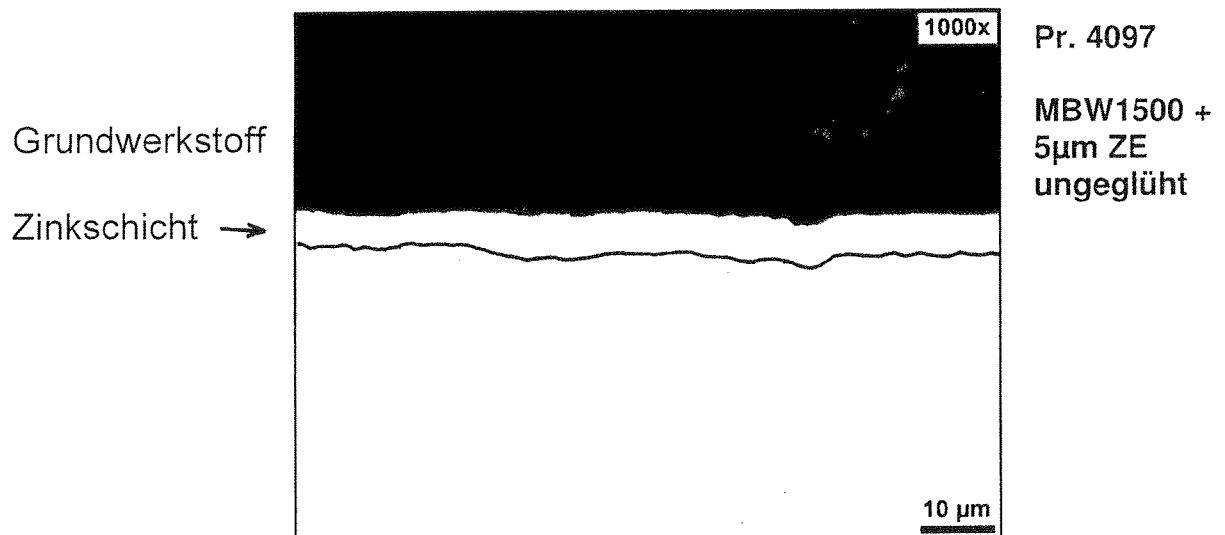


Abb. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/065127

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. C25D5/02	C25D5/48	C25D5/50
C21D1/673	C25D3/22	C25D5/36
C21D1/18	C21D1/42	C25D7/06
ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
C25D C21D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/325377 A1 (IMAI KAZUHITO [JP] ET AL) 27 December 2012 (2012-12-27) paragraphs [0002], [0004], [0012] - [0050]; example 22; table 1 -----	1-4,6-8
X	EP 1 439 240 A1 (SUMITOMO METAL IND [JP]) 21 July 2004 (2004-07-21) paragraphs [0002] - [0004], [0032] - [0051], [0088], [0091], [0098] - [0106] -----	1,4,6,8-10
X	EP 2 248 927 A1 (SUMITOMO METAL IND [JP]) 10 November 2010 (2010-11-10) paragraphs [0029] - [0038], [0048] - [0061] -----	1,4,5,8,9
A	US 2 315 740 A (SCHOONMAKER JR JAMES M ET AL) 6 April 1943 (1943-04-06) the whole document ----- -/-	2,3
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
30 September 2014		09/10/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Suárez Ramón, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/065127

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2007 019196 A1 (MUHR & BENDER KG [DE]) 23 October 2008 (2008-10-23) the whole document -----	2,3
A	US 2012/164472 A1 (KUHN PATRICK [DE] ET AL) 28 June 2012 (2012-06-28) the whole document -----	1-10
A	DE 10 2010 056265 B3 (VOESTALPINE STAHL GMBH [AT]) 3 May 2012 (2012-05-03) the whole document -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/065127

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012325377	A1	27-12-2012	CN 102782188 A 14-11-2012
			EP 2520693 A1 07-11-2012
			JP 4775526 B2 21-09-2011
			US 2012325377 A1 27-12-2012
			WO 2011081043 A1 07-07-2011
EP 1439240	A1	21-07-2004	AT 468416 T 15-06-2010
			CN 1575348 A 02-02-2005
			EP 1439240 A1 21-07-2004
			KR 20040048981 A 10-06-2004
			KR 20060090309 A 10-08-2006
			US 2004166360 A1 26-08-2004
			US 2005252262 A1 17-11-2005
			WO 03035922 A1 01-05-2003
EP 2248927	A1	10-11-2010	AU 2009210072 A1 06-08-2009
			CA 2713950 A1 06-08-2009
			CN 101978089 A 16-02-2011
			EA 201070897 A1 28-02-2011
			EP 2248927 A1 10-11-2010
			KR 20100108600 A 07-10-2010
			KR 20120082957 A 24-07-2012
			KR 20130087625 A 06-08-2013
			US 2011048585 A1 03-03-2011
			WO 2009096351 A1 06-08-2009
US 2315740	A	06-04-1943	NONE
DE 102007019196	A1	23-10-2008	NONE
US 2012164472	A1	28-06-2012	AT 554190 T 15-05-2012
			AU 2010288814 A1 10-11-2011
			CA 2758629 A1 03-03-2011
			CN 102625863 A 01-08-2012
			EP 2290133 A1 02-03-2011
			EP 2414562 A1 08-02-2012
			ES 2384135 T3 29-06-2012
			ES 2400221 T3 08-04-2013
			JP 2013503254 A 31-01-2013
			KR 20120054563 A 30-05-2012
			PT 2290133 E 19-06-2012
			PT 2414562 E 04-03-2013
			RU 2012111247 A 10-10-2013
			US 2012164472 A1 28-06-2012
			WO 2011023418 A1 03-03-2011
DE 102010056265	B3	03-05-2012	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	C25D5/02 C21D1/673	C25D5/48 C25D3/22
	C25D5/50 C25D5/36	C21D1/18 C25D7/06
ADD.	C21D1/42	
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C25D C21D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2012/325377 A1 (IMAI KAZUHITO [JP] ET AL) 27. Dezember 2012 (2012-12-27) Absätze [0002], [0004], [0012] - [0050]; Beispiel 22; Tabelle 1 -----	1-4,6-8
X	EP 1 439 240 A1 (SUMITOMO METAL IND [JP]) 21. Juli 2004 (2004-07-21) Absätze [0002] - [0004], [0032] - [0051], [0088], [0091], [0098] - [0106] -----	1,4,6, 8-10
X	EP 2 248 927 A1 (SUMITOMO METAL IND [JP]) 10. November 2010 (2010-11-10) Absätze [0029] - [0038], [0048] - [0061] -----	1,4,5,8, 9
A	US 2 315 740 A (SCHOONMAKER JR JAMES M ET AL) 6. April 1943 (1943-04-06) das ganze Dokument ----- -/-	2,3
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 30. September 2014		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 09/10/2014
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Suárez Ramón, C

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2007 019196 A1 (MUHR & BENDER KG [DE]) 23. Oktober 2008 (2008-10-23) das ganze Dokument -----	2,3
A	US 2012/164472 A1 (KUHN PATRICK [DE] ET AL) 28. Juni 2012 (2012-06-28) das ganze Dokument -----	1-10
A	DE 10 2010 056265 B3 (VOESTALPINE STAHL GMBH [AT]) 3. Mai 2012 (2012-05-03) das ganze Dokument -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/065127

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012325377 A1	27-12-2012	CN 102782188 A	14-11-2012
		EP 2520693 A1	07-11-2012
		JP 4775526 B2	21-09-2011
		US 2012325377 A1	27-12-2012
		WO 2011081043 A1	07-07-2011

EP 1439240 A1	21-07-2004	AT 468416 T	15-06-2010
		CN 1575348 A	02-02-2005
		EP 1439240 A1	21-07-2004
		KR 20040048981 A	10-06-2004
		KR 20060090309 A	10-08-2006
		US 2004166360 A1	26-08-2004
		US 2005252262 A1	17-11-2005
		WO 03035922 A1	01-05-2003

EP 2248927 A1	10-11-2010	AU 2009210072 A1	06-08-2009
		CA 2713950 A1	06-08-2009
		CN 101978089 A	16-02-2011
		EA 201070897 A1	28-02-2011
		EP 2248927 A1	10-11-2010
		KR 20100108600 A	07-10-2010
		KR 20120082957 A	24-07-2012
		KR 20130087625 A	06-08-2013
		US 2011048585 A1	03-03-2011
		WO 2009096351 A1	06-08-2009

US 2315740 A	06-04-1943	KEINE	

DE 102007019196 A1	23-10-2008	KEINE	

US 2012164472 A1	28-06-2012	AT 554190 T	15-05-2012
		AU 2010288814 A1	10-11-2011
		CA 2758629 A1	03-03-2011
		CN 102625863 A	01-08-2012
		EP 2290133 A1	02-03-2011
		EP 2414562 A1	08-02-2012
		ES 2384135 T3	29-06-2012
		ES 2400221 T3	08-04-2013
		JP 2013503254 A	31-01-2013
		KR 20120054563 A	30-05-2012
		PT 2290133 E	19-06-2012
		PT 2414562 E	04-03-2013
		RU 2012111247 A	10-10-2013
		US 2012164472 A1	28-06-2012
		WO 2011023418 A1	03-03-2011

DE 102010056265 B3	03-05-2012	KEINE	
