

(19)



(11)

EP 2 803 751 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.11.2014 Patentblatt 2014/47

(51) Int Cl.:
C23C 4/08 (2006.01) **C23C 4/12** (2006.01)
C23C 4/18 (2006.01) **C23C 24/08** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13003971.2**

(22) Anmeldetag: **08.08.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **16.05.2013 DE 102013008517**
25.06.2013 EP 13003229
30.07.2013 DE 102013012662

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
80331 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Krömmel, Werner**
84034 Landshut (DE)
• **Trautmann, Andreas**
80805 München (DE)

(54) **Verfahren zum Aufbringen einer Antikorrosionsbeschichtung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbringen einer Antikorrosionsbeschichtung auf Bauteile, wobei eine Aluminium-Zink-Beschichtung als Antikorrosionsbeschichtung verwendet wird, und wobei

die Antikorrosionsbeschichtung durch thermisches Spritzen aufgebracht wird, wobei zum thermischen Spritzen ein inertes Trägergas mit einer reduzierenden Gaskomponente verwendet wird.

EP 2 803 751 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbringen einer Antikorrosionsbeschichtung auf Bauteile, wobei die Antikorrosionsbeschichtung zumindest zum Teil als eine Aluminium-Zink-Beschichtung ausgebildet ist; eine Verwendung eines ein reduzierendes Gas enthaltenden Gasgemischs zum Aufbringen einer Antikorrosionsbeschichtung auf Bauteile, sowie eine Verwendung einer Aluminium-Zink-Beschichtung als Bestandteil einer Antikorrosionsbeschichtung für Bauteile.

Stand der Technik

[0002] Bei einem Verfahren des thermischen Spritzens werden Spritzpartikel mit Hilfe eines Trägergases auf ein Werkstück gelenkt. Auf dem Werkstück bilden die Spritzpartikel eine Beschichtung aus. Die Spritzpartikel haften auf der Werkstückoberfläche und aneinander aufgrund der kinetischen Energie und der Wärme, die sie beim Auftreffen auf das Werkstück aufweisen. Aktiver Korrosionsschutz mittels Antikorrosionsbeschichtung aus Aluminium und/oder Zink ist der größte Anwendungsbereich des thermischen Spritzens. Von diesen Werkstoffen werden, mit steigender Tendenz, jährlich ca. 20.000 Tonnen Draht verarbeitet. Beispielsweise ist im kommerziellen Offshore-Bereich die Spritzapplikation beider Werkstoffe, auch in Kombination, teilweise Standard. Im Bereich von Offshore-Windenergieanlagen besteht die besondere Forderung, Wartungsintervalle möglichst lang zu halten, was u.a. durch den Einsatz langlebiger Oberflächenbeschichtungen realisiert werden kann. Bisher kommen Spritzmetallisierungen an Offshore-Windenergieanlagen im Wesentlichen an mechanisch stark beanspruchten Bauteilen, wie Flansche, Zargen, Nietbohrungen, Bolzenlöcher und Aufsatzflächen etc., zum Einsatz.

[0003] Aus der EP 1 674 590 A1 ist die Verwendung einer Gasmischung für ein thermisches Spritzen bekannt. Spritzmaterial wird dabei im Zuge eines Lichtbogenspritzens in einem Lichtbogen aufgeschmolzen und in einem Trägergas zu Spritzpartikeln zerstäubt. Dabei wird eine Gasmischung als Trägergas verwendet, die Wasserstoff enthält. Beispielsweise enthält die Gasmischung dabei 1 bis 30 Vol.-% Wasserstoff. Für diese Erfindung wird Wasserstoff als reines Trägergas eingesetzt, um Luftsauerstoff zu binden.

[0004] Die EP 2 186 593 A1 offenbart ein Gasgemisch, umfassend ein Gemisch von Argon, Helium, Stickstoff, Kohlendioxid oder Wasserstoff oder deren Mischungen mit einem unter Normalbedingungen gasförmigen Kohlenwasserstoff. Das Gasgemisch wird dabei unter anderem für thermisches Spritzen und/oder Oberflächenbehandlung mittels Lichtbogen verwendet. Bei dieser Erfindung werden die Mischungen jeweils als reines Trägergas eingesetzt.

[0005] Ein Problem des thermischen Spritzens ist jedoch der Einfluss des Sauerstoffs auf das Spritzmaterial.

Aufgrund hoher Temperaturen wird das Spritzmaterial in Anwesenheit von Sauerstoff zu einem hohen Grad oxidiert. Sauerstoff kann an das Spritzmaterial entweder durch das Trägergas, für welches oftmals Druckluft verwendet wird, oder durch die mit dem Trägergas verwirbelnde Umgebungsluft gelangen. Je nach vorhandener Energie verbrennen die abgeschmolzenen und zerstäubten Spritzpartikel dabei vollständig oder die Metallteilchen oxidieren zu Metalloxiden auf. Die vollständig verbrannten Spritzpartikel stehen für die Beschichtung nicht mehr zur Verfügung, man spricht vom Abbrand. Der Abbrand verringert folglich den Wirkungsgrad für die Aufbringung des Spritzmaterials auf das Werkstück. Der Wirkungsgrad ist definiert als das Verhältnis zwischen dem die Beschichtung ausbildenden Spritzmaterial zu dem insgesamt abgeschmolzenen Spritzmaterial. Die Metalloxide hingegen gelangen zusammen mit den metallischen Spritzpartikeln zum Werkstück und werden dort Bestandteil der Beschichtung.

[0006] Bei Antikorrosionsbeschichtungen führen diese Metalloxide jedoch zu einer Verschlechterung der Beständigkeit der Beschichtung in Anwesenheit von korrosiven Umgebungsbedingungen. Um diese Beeinträchtigung der Qualität der Antikorrosionsbeschichtung zu vermeiden, kann Stickstoff als Trägergas verwendet werden. Stickstoff vermindert die Oxidation der Spritzpartikel. Jedoch wird die Oxidation durch die Verwendung von Stickstoff nur unzureichend unterdrückt, und die Beschichtungen erfüllen dann oft dennoch nicht die bezüglich der Qualität gestellten Anforderungen.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Antikorrosionsbeschichtung auf Werkstücke bzw. Bauteile aufzubringen, wobei ein möglichst hoher Wirkungsgrad für das Aufbringen der Antikorrosionsbeschichtung ermöglicht werden soll und eine Oxidation der Antikorrosionsbeschichtung durch den Prozess des Aufbringens der Antikorrosionsbeschichtung verhindert werden soll.

Offenbarung der Erfindung

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Aufbringen einer Antikorrosionsbeschichtung auf Bauteile, eine Verwendung eines ein reduzierendes Gas enthaltenden Gasgemischs zum Aufbringen einer Antikorrosionsbeschichtung auf Bauteile, sowie eine Verwendung einer Aluminium-Zink-Beschichtung als Bestandteil einer Antikorrosionsbeschichtung für Bauteile gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

[0009] Für ein erfindungsgemäßes Verfahren wird eine Aluminium-Zink-Beschichtung zumindest als Bestandteil einer Antikorrosionsbeschichtung verwendet. Dieser Bestandteil der Antikorrosionsbeschichtung wird durch thermisches Spritzen auf die Bauteile aufgebracht, wobei zum thermischen Spritzen ein inertes Trägergas mit einer reduzierenden Gaskomponente verwendet

wird. Diese Beschichtung wird im Folgenden auch als "spritzmetallisierte Beschichtung" bezeichnet.

[0010] Mit dem Begriff "Bauteile" sind dabei sowohl einzelne Bauteile als Bestandteile von größeren Anlagen oder Maschinen zu verstehen, als auch Werkstücke, die (noch) nicht in Anlagen oder Maschinen verbaut sind und im Zuge ihres Fertigungsprozesses erfindungsgemäß beschichtet werden.

Vorteile der Erfindung

[0011] Im Rahmen der Erfindung wurde die Korrosionsschutzwirkung verschiedener Antikorrosionsbeschichtungen, die mit unterschiedlichen Methoden auf Bauteile aufgebracht wurden, untersucht. Dabei wurden mit unterschiedlichen Methoden jeweils Aluminium-Zink-Beschichtungen und Aluminium-Beschichtungen in unterschiedlichen Schichtdicken und Ausprägungen auf Bauteile aufgebracht und fallweise versiegelt sowie mit einem mehrschichtigen organischen Beschichtungssystem versehen. Hauptziel war es, eine oxidfreiere Antikorrosionsbeschichtung herzustellen, die in ihrer Wirkung den durch den Prozess oxidierten Schichten überlegen ist.

[0012] Im Zuge der Erfindung wurden dabei erhebliche Vorteile einer Aluminium-Zink-Beschichtung als Bestandteil einer Antikorrosionsbeschichtung entdeckt, welche durch thermisches Spritzen aufgebracht wird, wobei zum thermischen Spritzen ein inertes Trägergas mit einer reduzierenden Gaskomponente verwendet wird.

[0013] Bei einem korrosiven Angriff geht die Aluminium-Zink-Beschichtung in Lösung und schützt so das darunterliegende Material des Bauteils, beispielsweise Eisen. Das elektrochemische Potential einer mit der reduzierenden Gaskomponente thermisch gespritzten Aluminium-Zink-Beschichtung ist höher als das einer Aluminium-Zink-Beschichtung, die ohne reduzierende Gaskomponente thermisch gespritzt wurde, beispielsweise unter herkömmlicher Luft. Die Korrosionsschutzwirkung der mit der reduzierenden Gaskomponente thermisch gespritzten Aluminium-Zink-Beschichtung basiert auf einer Kombination aus dem kathodischen Schutz der aluminiumreichen Phasen, einer selektiven Korrosion des Zinks verbunden mit der Bildung von voluminösen Korrosionsprodukten (Aluminiumhydroxide und Zinkhydroxide). Diese lagern sich in den Poren ab, was die Dichtigkeit des Überzuges heraufsetzt. Bei einem korrosiven Angriff werden die in der äußersten Moleküllage befindlichen Aluminiumatome aufgrund ihrer gegenüber Zink doppelten Affinität zu Sauerstoff zuerst oxidiert. Eine Zinkoxidbildung setzt zu diesem Zeitpunkt noch nicht ein. Es bilden sich Aluminiumoxide, die von Zinkatomen umgeben sind. Ist dies mit allen in der ersten Moleküllage befindlichen Aluminium-Atomen geschehen, bildet sich auch Zinkoxid, welches leicht löslich ist und aus der Oberfläche "ausgespült" wird. Zurück bleibt eine festhaftende, dichte und sehr stabile Aluminiumoxidschicht, die die da-

runterliegende Aluminium-Zink-Beschichtung schützt. Darüber hinaus kann eine kathodische Fernwirkung über Lücken in der verletzten Aluminium-Zink-Beschichtung hinweg realisiert werden.

[0014] Grundvoraussetzung für das Eintreten dieser für die Antikorrosionswirkung entscheidenden Eigenschaften ist dabei, dass die aufgebrachte Aluminium-Zink-Beschichtung nicht bereits durch den Prozess des Aufbringens durchoxidiert und dass sich das Oxid an der Oberfläche bilden kann, um seine volle Wirkung zu erzielen. Bei Methoden des Aufbringens der Aluminium-Zink-Beschichtung ohne reduzierende Gaskomponente, beispielsweise mit Luft, ist jeder Partikel bereits vor dem Auftreffen auf das Bauteil oxidiert. Mit der reduzierenden Gaskomponente thermisch gespritzte Aluminium-Zink-Beschichtungen bilden sehr reine Aluminium-Zink-Beschichtungen mit geringem Oxidgehalt.

[0015] Parameter des thermischen Spritzens bestimmen in übergeordnetem Maß die Eigenschaften der Aluminium-Zink-Beschichtung. Die Wahl des Düsensystems, sowie Parameter wie beispielsweise Spannung, Strom oder die Art des Trägergases beeinflussen die Spritzpartikel bei der Ablösung an Elektroden sowie in ihrer Flugphase und dadurch die daraus gebildete Aluminium-Zink-Beschichtung. Fein zerstäubte Schmelztröpfchen bedeuten zugleich eine große spezifische Oberfläche und damit die Förderung des Oxidgehaltes in der Aluminium-Zink-Beschichtung. Diese Oxidation kann durch den Einsatz inerte Trägergase mit einer reduzierenden Gaskomponenten erheblich verringert werden.

[0016] Vorteilhafterweise wird über die Aluminium-Zink-Beschichtung eine zweite Beschichtung, insbesondere eine oder mehrere Farbschichten, aufgebracht. Somit wird ein Korrosionsschutzsystem aus mindestens zwei Schichten erzeugt. Die erfindungsgemäße Aluminium-Zink-Beschichtung bildet dabei die erste Schicht, einen sogenannten Primer. Die zweite Beschichtung bildet die zweite Schicht. Die Widerstandsfähigkeit des Korrosionsschutzes kann durch das Zusammenwirken der ersten Antikorrosionsbeschichtung und der zweiten Beschichtung nochmals erhöht werden. Die Haftfestigkeit der zweiten Beschichtung wird durch das Vorhandensein der erfindungsgemäßen Antikorrosionsbeschichtung erheblich verbessert, zum Einen im Vergleich zu einer "zweiten" Beschichtung ohne eine darunterliegende Antikorrosionsbeschichtung und zum Anderen im Vergleich zu einer Antikorrosionsbeschichtung, die nicht mit der reduzierenden Gaskomponente thermisch gespritzt wurde.

[0017] Die erste Schicht "heilt" dabei durch Fließen Beschädigungen, beispielsweise Risse. Die zweite Schicht begrenzt dieses Fließen der ersten Schicht, damit diese "Heilung" stattfinden kann und der Verlust an Material aus der ersten Schicht durch das Fließen begrenzt wird.

[0018] Bei der vorliegenden Erfindung wird also eine Antikorrosionsbeschichtung, die eine spritzmetallisierte Schicht enthält, auf Werkstücke bzw. Bauteile aufge-

bracht, die insbesondere derart (prozess-)technisch ausgeführt wird, dass auf diese spritzmetallisierte Antikorrosionsbeschichtung weitere (Farb-)schichten in nach- oder vorgelagerten Prozessschritten aufgebracht werden/wurden, so dass sich aus dem Zusammenwirken von spritzmetallisierter Schicht und den weiteren (Farb-)schichten ein qualitativ so hochwertiger Korrosionsschutz für die derartig beschichteten Werkstücke bzw. Bauteile ergibt, der auch den herausforderndsten korrosiven Medien und Umgebungsbedingungen standhält. Für das Aufbringen der spritzmetallisierten Schicht wird ein möglichst hoher Wirkungsgrad für das Aufbringen durch die Erfindung ermöglicht und eine Oxidation der Antikorrosionsbeschichtung durch den Prozess des Aufbringens der Antikorrosionsbeschichtung wird erfindungsgemäß verhindert.

[0019] Vorzugsweise wird als reduzierende Gaskomponente Wasserstoff verwendet. Weiterhin vorteilhaft wird als Trägergas Stickstoff verwendet. Besonders bevorzugt wird ein Wasserstoff-Stickstoff-Gemisch verwendet. Der Anteil der reduzierenden Gaskomponente an dem Gasgemisch beträgt dabei vorzugsweise zwischen 0, 1 % und 10%, insbesondere zwischen 2% und 4%.

[0020] Auch eine Verwendung des in der EP 1 674 590 A1 von derselben Anmelderin offenbarten Gasgemischs, welches Wasserstoff enthält, ist denkbar. Insoweit sei bezüglich der entsprechenden Offenbarung ausdrücklich auf diese Schrift verwiesen. Insbesondere ein derartiges Gasgemisch, das 3 bis 7 Vol.% Wasserstoff enthält, bietet sich für ein erfindungsgemäßes Verfahren an. Jedoch wurde bei dieser Erfindung Wasserstoff lediglich als Trägergas verwendet, um Luftsauerstoff (z.B. aus der Umgebungsluft) zu binden.

[0021] Auch ein Gasgemisch gemäß der EP 2 186 593 A1, ebenfalls von derselben Anmelderin, ist denkbar. Insoweit sei bezüglich der entsprechenden Offenbarung ausdrücklich auf diese Schrift verwiesen. Ein derartiges Gasgemisch umfasst ein Gemisch von Argon, Helium, Stickstoff, Kohlendioxid oder Wasserstoff oder deren Mischungen mit einem unter Normalbedingungen gasförmigen Kohlenwasserstoff. Insbesondere enthält dieses Gasgemisch Dotiermengen von NO und/oder NO₂. Bei dieser Erfindung werden die Mischungen jeweils als reines Trägergas eingesetzt. Bevorzugt wird zum thermischen Spritzen ein Lichtbogenspritzen eingesetzt. Beim Lichtbogenspritzen werden zwei Drähte in einem Lichtbogen aufgeschmolzen und mit Hilfe eines Trägergases zu Spritzpartikel zerstäubt und anschließend zu dem Bauteil befördert. Der elektrische Lichtbogen brennt dabei zwischen den beiden Drähten, die als Anode und Kathode ausgebildet sind. Als Drähte kommen deshalb nur elektrisch leitende Materialien in Frage. Die beiden Drähte können dabei aus dem gleichen oder aus verschiedenen Materialien sein. Anstelle von Drähten können auch zwei metallische Röhrchen verwendet werden. Der Lichtbogen wird normalerweise zwischen den beiden Drahtenden, die in der Spritzpistole aufeinander zu-

geführt werden, durch das Anlegen einer Spannung mit einer Kontaktzündung erzeugt. Auch Fülldrähte können verarbeitet werden, wodurch es möglich ist, zusätzlich hartstoffhaltige Schichten für den Verschleißschutz aufzubringen, welche beispielsweise Oxide, Nitride, Karbide oder Boride, enthalten. Für eine Aluminium-Zink-Beschichtung können dabei beispielsweise bis zu 20kg pro Stunde verarbeitet werden. Lichtbogenspritzen besitzt für das Aufbringen von metallischer Antikorrosionsbeschichtung ideale Voraussetzungen. Einfaches Handling, Einsatz günstiger Werkstoffe (durch die Verwendung von Draht), große Auftragsrate bei hohem Wirkungsgrad, sowie Erfassen großer Flächen in kurzer Zeit.

[0022] Bevorzugt beträgt eine Dicke der spritzmetallisierten Beschichtung zwischen 50µm und 150µm, insbesondere zwischen 75µm und 120µm, weiter insbesondere 100µm.

[0023] Vorzugsweise beträgt die Haftfestigkeit der spritzmetallisierten Aluminium-Zink-Beschichtung im Mittel zwischen 7,0 und 8,0 MPa und die Haftfestigkeit der weiteren (Farb-)schichten auf der spritzmetallisierten Schicht selbst oder der Antikorrosionsbeschichtung auf dem beschichteten Material ebenfalls im Mittel zwischen 7,0 und 8,0 MPa.

[0024] Vorzugsweise wird die Antikorrosionsbeschichtung auf Bauteile aufgebracht wird, die einer Seewasseratmosphäre (C5-M) oder einer maritimen Atmosphäre (Im2) ausgesetzt sind, z.B. auf Bohrinseln oder auf Küstenanlagen, und/oder auf Bauteile, die anderen korrosiven chemischen Atmosphären (C5-I) ausgesetzt sind, z.B. in chemische Anlagen. Die Antikorrosionsbeschichtung ist auch für Bauteile geeignet, die extremem Klima, insbesondere tropischem Klima, ausgesetzt sind, z.B. Metallisierungen von Propanflaschen für tropisches Klima.

[0025] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Antikorrosionsbeschichtung auf Bauteile einer Windenergieanlage, insbesondere einer Offshore-Windenergieanlage, aufgebracht. Die Antikorrosionsbeschichtung bietet sich besonders an, um auf Windtürme von Windenergieanlagen bzw. Offshore-Windenergieanlagen aufgebracht zu werden. Die Antikorrosionsbeschichtung kann besonders einfach an mechanisch stark beanspruchten Bauteilen, wie Flansche, Zargen und Aufsatzflächen, erfindungsgemäß aufgebracht werden. Durch die Haftfestigkeit und die Langlebigkeit der erfindungsgemäß aufgetragenen Antikorrosionsbeschichtung können Wartungsintervalle möglichst lang gehalten werden.

[0026] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Verwendung eines eine reduzierende Gaskomponente enthaltenden Gasgemischs zum Aufbringen einer Antikorrosionsbeschichtung auf Bauteile, sowie eine Verwendung einer Aluminium-Zink-Beschichtung als eine Antikorrosionsbeschichtung für Bauteile. Ausgestaltungen dieser erfindungsgemäßen Verwendungen ergeben sich aus der obigen Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens in analoger Art und Weise.

[0027] Die Erfindung wird nun anhand der beigelegten Zeichnung weiter erläutert. In dieser zeigen

- Figur 1 ein Bauteil ohne Antikorrosionsbeschichtung,
- Figur 2 ein Bauteil mit einer Aluminium-Zink-Beschichtung, die mit Luft als Trägergas aufgebracht wurde,
- Figur 3 ein Bauteil mit einer mittels einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens aufgetragenen Aluminium-Zink-Beschichtung mit einem eine Aktivgaskomponente enthaltenden Gasgemisch als Trägergas und
- Figur 4 einen vergrößerten Ausschnitt des Bauteils aus Figur 3, zur Verdeutlichung der Wirkung der mittels einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens aufgetragenen Aluminium-Zink-Beschichtung.

[0028] Die Figuren 1 bis 4 zeigen die Ergebnisse der Laborprüfungen und Testreihen, welcher der Erfindung zu Grunde liegen.

[0029] Im Rahmen von Laborprüfungen wurde die Korrosionsschutzwirkung verschiedener, für die Anwendung an Offshore-Windenergieanlagen geeigneter Duplexsysteme untersucht. Besonderes Augenmerk lag dabei auf der Gestaltung der Metallisierungen.

[0030] Ein Sealer dient bei den porenreicheren lichtbogengespritzten Antikorrosionsbeschichtungen dazu, die Antikorrosionsbeschichtung abzudichten, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern.

[0031] Die unterschiedlichen Antikorrosionsbeschichtungen wurden für die Laborprüfungen nach ISO 20340 mit einer künstlichen Verletzung (Ritz) mit einer Ausdehnung von 30mm Länge und 2mm Breite (waagrecht) präpariert, um eine Schädigung am Korrosionsschutzsystem zu simulieren und einer 25-wöchigen zyklischen Alterungsprüfung unterzogen. Beurteilungskriterien für die Qualität der unterschiedlichen Antikorrosionsbeschichtungen waren der Grad der Korrosion vom Ritz, sowie Blasengrad, Rostgrad, Rissgrad, Abblätterungsgrad und Grad der Unterwanderung vom Ritz.

[0032] Im Vergleich zu Antikorrosionsbeschichtungen, die nicht durch thermisches Spritzen, insbesondere mit einer reduzierenden Gaskomponente, aufgetragen wurden, kann ein wesentlich besseres Antikorrosionsverhalten aufgezeigt werden. Hinsichtlich Korrosion und Einfluss auf die Verbindung mit einer Farbschicht konnten des Weiteren erhebliche Unterschiede der unterschiedlichen Antikorrosionsbeschichtungen festgestellt werden.

[0033] Die lichtbogengespritzte Aluminium-Zink-Beschichtung mit einer Schichtdicke von 75µm zeigte bei den Tests die besten Resultate. Rotrost bildete sich hier lediglich nahe an dem Ritz. Eine lichtbogengespritzte

Aluminium-Zink-Beschichtung mit einer Schichtdicke von 50µm hingegen beginnt nach ca. 16 Wochen mit der Ausbildung von Rotrost.

[0034] In Figur 1 ist ein Bauteil ohne Antikorrosionsbeschichtung dargestellt, welches den oben beschriebenen Laborprüfungen ebenfalls unterzogen wurde. Wie in Figur 1 zu erkennen ist, ist das Bauteil ohne Antikorrosionsbeschichtung nach 25 Wochen mit starkem und tief in den Grundwerkstoff eindringendem, vom Ritz ausgehenden Rotrost befallen.

[0035] In Figur 2 ist eine 75µm dicke Aluminium-Zink-Beschichtung dargestellt, die mit Luft als Trägergas durch Lichtbogenspritzen aufgetragen wurde und ebenfalls den oben beschriebenen Laborprüfungen unterzogen wurde. Die schützende Aluminium-Zink-Beschichtung zeigt (ebenfalls nach 25 Wochen) eine Verbesserung gegenüber dem Bauteil ohne Antikorrosionsbeschichtung aus Figur 1. Die Aluminium-Zink-Beschichtung schützt zwar die flächigen Bereiche des Bauteils, vom Ritz ausgehend ist aber dennoch starke Rotrostbildung zu erkennen, die sich in die Fläche fortsetzt.

[0036] Figur 3 zeigt die unter Verwendung eines Wasserstoff-Stickstoff-Gasgemisches lichtbogengespritzte Aluminium-Zink-Beschichtung mit 75µm Schichtdicke im Sinne der Erfindung, die den oben beschriebenen Laborprüfungen unterzogen wurde. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass der Ritz nach 25 Wochen komplett geschützt ist und nur leichte Oxidbildung an einigen Stellen vorhanden ist. In Figur 4 ist ein Schliff durch den Ritz aus Figur 3 gezeigt. Die fast weiße Oxidschicht an der Oberfläche wäscht sich in die Fehlstelle und schützt diese dadurch. Ebenfalls zu erkennen ist die Aluminiumoxidschicht, die die darunterliegende Aluminium-Zink-Beschichtung schützt.

[0037] Nach der 25-wöchigen Alterungsprüfung wurden die unterschiedlichen Antikorrosionsbeschichtungen Abreißversuchen zur Beurteilung der Haftfestigkeit unterzogen. Ohne Antikorrosionsbeschichtungen liegt die Haftfestigkeit bei Werten von im Mittel 3,4MPa. Die durch Luft als Trägergas aufgetragene Aluminium-Zink-Beschichtung weist eine Haftfestigkeit von 4,8MPa auf. Die besten Werte erreicht die mittels des Wasserstoff-Stickstoff-Gasgemisches aufgetragene Aluminium-Zink-Beschichtung. Die Haftfestigkeit besagter Aluminium-Zink-Beschichtung liegt im Mittel bei 7,6MPa. Die Ursache dieser höheren Werte liegt in der besseren Verankerung der organischen Beschichtung.

Patentansprüche

- Verfahren zum Aufbringen einer Antikorrosionsbeschichtung auf Bauteile, wobei eine Aluminium-Zink-Beschichtung zumindest als Bestandteil einer Antikorrosionsbeschichtung verwendet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminium-Zink-Beschichtung durch thermisches Spritzen aufgebracht wird, wobei zum thermischen Spritzen ein inertes

Trärgas mit einer reduzierenden Gaskomponente verwendet wird.

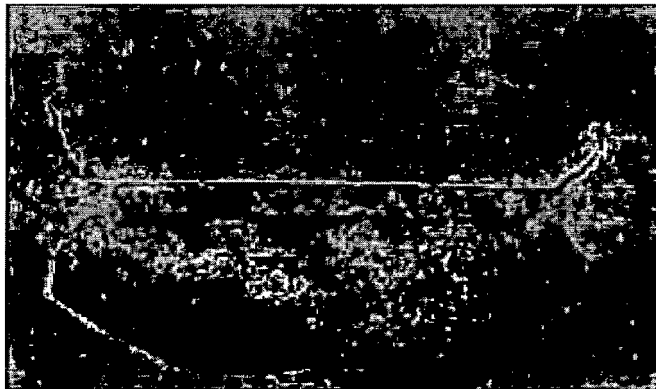
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei auf oder unter der Aluminium-Zink-Schicht eine weitere Beschichtung, insbesondere eine oder mehrere Farbschichten, aufgebracht wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei als reduzierende Gaskomponente Wasserstoff verwendet wird. 10
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei als Trärgas Stickstoff verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei ein Wasserstoff-Stickstoff-Gemisch als Spritzgasgemisch verwendet wird. 15
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei zum thermischen Spritzen ein Lichtbogenspritzen eingesetzt wird. 20
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die spritzmetallisierte Schicht alleine oder als Bestandteil einer Antikorrosionsbeschichtung auf mechanisch besonders beanspruchte Stellen zur Verminderung des Verschleißes und der Korrosion aufgebracht wird. 25
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei ein Anteil der reduzierenden Gaskomponente an dem Gasgemisch zwischen 0,1% und 10%, insbesondere zwischen 2% und 4% beträgt. 30
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine Dicke der spritzmetallisierten Beschichtung zwischen 50 μm und 150 μm , insbesondere zwischen 75 μm und 120 μm , weiter insbesondere 100 μm beträgt. 35
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Haftfestigkeit der spritzmetallisierten Aluminium-Zink-Schicht im Mittel zwischen 7,0 und 8,0MPa beträgt und, soweit auf Anspruch 2 zurückbezogen, die Haftfestigkeit der weiteren Schichten auf der spritzmetallisierten Schicht selbst oder der Antikorrosionsbeschichtung auf dem beschichteten Material im Mittel zwischen 7,0 und 8,0MPa beträgt. 40
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Antikorrosionsbeschichtung auf Bauteile aufgebracht wird, die einer korrosiven Atmosphäre, insbesondere eine Seewasseratmosphäre oder einer maritimen oder chemischen Atmosphäre, ausgesetzt sind. 45
12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, 50

wobei die Antikorrosionsbeschichtung auf Bauteile einer Windenergieanlage, insbesondere eine Off-shore-Windenergieanlage, aufgebracht wird.

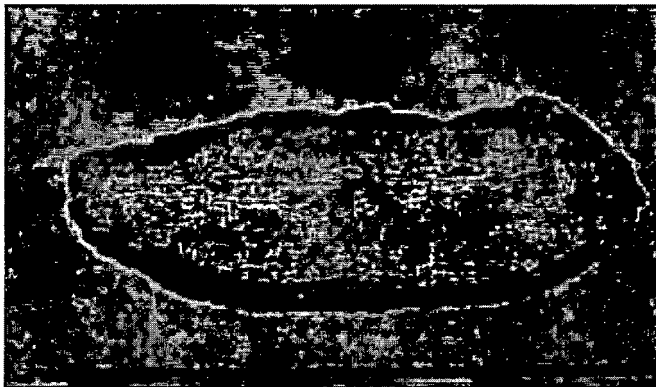
13. Verwendung eines eine reduzierende Gaskomponente enthaltenden Gasgemischs zum Aufbringen einer Antikorrosionsbeschichtung auf Bauteile, wobei die Antikorrosionsbeschichtung als eine Aluminium-Zink-Beschichtung ausgebildet ist, und die Antikorrosionsbeschichtung durch thermisches Spritzen mit Hilfe eines die reduzierende Gaskomponente enthaltenden inerten Trärgases aufgebracht wird. 5
14. Verwendung einer Aluminium-Zink-Beschichtung als eine Antikorrosionsbeschichtung für Bauteile, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antikorrosionsbeschichtung durch thermisches Spritzen aufgebracht wird, wobei zum thermischen Spritzen ein inertes Trärgas mit einer reduzierenden Gaskomponente verwendet wird. 10



Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 00 3971

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	EP 1 674 590 A1 (LINDE AG [DE]) 28. Juni 2006 (2006-06-28) * Absätze [0002], [0004] - [0009], [0011], [0015]; Ansprüche 1-4,8 *	1-14	INV. C23C4/08 C23C4/12 C23C4/18 C23C24/08
X	DE 100 52 404 A1 (RWTH AACHEN INST FUER WERKSTOF [DE] LINDE AG [DE]) 2. Mai 2002 (2002-05-02) * Absätze [0016], [0023], [0024]; Ansprüche 1,8 *	1,4,6, 13,14	
A	DE 10 2008 057686 A1 (LINDE AG [DE]) 20. Mai 2010 (2010-05-20) * Ansprüche 1,7 *	1,13,14	
A	EP 1 995 345 A1 (INNCOA GMBH [DE]) 26. November 2008 (2008-11-26) * Absätze [0041] - [0045], [0053], [0089] *	1-14	
A	EP 0 943 695 A1 (GRILLO WERKE AG [DE]) 22. September 1999 (1999-09-22) * Ansprüche 1,2,4 *	1,13,14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C23C
A	WO 02/10470 A1 (LINDE GAS AG [DE]; HEINRICH PETER [DE]; KROEMMER WERNER [DE]) 7. Februar 2002 (2002-02-07) * Seite 3, Zeile 15 - Seite 4, Zeile 15; Ansprüche 1,2,7-9 *	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. September 2013	Prüfer Chalaftris, Georgios
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 00 3971

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-09-2013

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1674590 A1	28-06-2006	DE 102004061569 A1 EP 1674590 A1	06-07-2006 28-06-2006
-----	-----	-----	-----
DE 10052404 A1	02-05-2002	KEINE	
-----	-----	-----	-----
DE 102008057686 A1	20-05-2010	KEINE	
-----	-----	-----	-----
EP 1995345 A1	26-11-2008	KEINE	
-----	-----	-----	-----
EP 0943695 A1	22-09-1999	DE 19811447 A1 DK 943695 T3 EP 0943695 A1 NO 991268 A PT 943695 E	30-09-1999 15-03-2004 22-09-1999 20-09-1999 31-03-2004
-----	-----	-----	-----
WO 0210470 A1	07-02-2002	AU 1042902 A DE 10037213 A1 WO 0210470 A1	13-02-2002 14-02-2002 07-02-2002
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1674590 A1 [0003] [0020]
- EP 2186593 A1 [0004] [0021]