

(19)



(11)

**EP 2 071 047 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.06.2009 Patentblatt 2009/25**

(51) Int Cl.:  
**C23C 2/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08019170.3**

(22) Anmeldetag: **03.11.2008**

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

(30) Priorität: **10.12.2007 DE 102007059714**

(71) Anmelder: **Benteler Automobiltechnik GmbH  
33104 Paderborn (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Eggert, Burkhard  
33106 Paderborn (DE)**  
• **Koyro, Martin  
33102 Paderborn (DE)**

(74) Vertreter: **Ksoll, Peter  
Bockermann - Ksoll - Griepenstroh  
Patentanwälte  
Bergstrasse 159  
D-44791 Bochum (DE)**

(54) **Verfahren zur Herstellung eines verzinkten Formbauteils aus Stahl**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines verzinkten Formbauteils aus Stahl, bei welchem die Oberfläche des Formbauteils durch eine Strahlbehandlung vorbehandelt und anschließend in einem Beschichtungsvorgang mit einer Beschichtung aus Zink versehen wird. Erfindungsgemäß wird das Formbauteil nach der Strahlbehandlung und vor dem Beschichtungsvorgang einer Wärmebehandlung unterzogen, wobei die

Wärmebehandlung in einem Temperaturbereich von 450 °C bis 800 °C, insbesondere 650 °C bis 750 °C, durchgeführt wird. Durch die Wärmebehandlung kann ein beschleunigtes und zu starkes Wachstum der Zinkschicht im nachgeschalteten Beschichtungsvorgang vermieden werden.

**EP 2 071 047 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines verzinkten Formbauteils aus Stahl, bei welchem die Oberfläche des Formbauteils durch eine Strahlbehandlung vorbehandelt und anschließend in einem Beschichtungsvorgang mit einer Beschichtung aus Zink versehen wird.

**[0002]** Durch Verzinken wird Stahl mit einer dünnen Schicht Zink versehen, um ihn vor Korrosion zu schützen. Um ein Formbauteil aus Stahl mit Zink oder einer Zinklegerungsschicht zu überziehen, gibt es eine Reihe von verschiedenen Verfahren. Das gebräuchlichste Beschichtungsverfahren ist das Schmelztauchverfahren, insbesondere die Feuerverzinkung. Weiterhin kann eine Beschichtung durch galvanische bzw. elektrolytische Abscheidung aus Lösungen, im Metallspritzverfahren oder durch Diffusion erreicht werden.

**[0003]** Vor dem Verzinken werden die Formbauteile einer Vorbehandlung unterzogen. Zur Optimierung des Verzinkungsprozesses ist es in diesem Zusammenhang bekannt, eine Strahlbehandlung der Formbauteile mittels Strahlkörpern, wie Stahlkies, vorzunehmen. Bei dem aus der DE 26 01 360 A1 bekannten Vorschlag wird die Oberfläche mit Korund gestrahlt. Bei dem aus der DE 103 21 259 A1 bekannten Verfahren zur Oberflächenbehandlung von dynamisch belasteten Bauteilen aus Metall wird eine Oberflächenbehandlung durch Kugelstrahlen vor und/oder nach dem Feuerverzinken durchgeführt.

**[0004]** Die DE 40 36 827 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines einen äußeren Korrosionsschutz aufweisenden Profiles aus einem hochfesten und zähen Stahl mit den Schritten Herstellen eines Ausgangsprofils, Wärmebehandlung, Entzundern und Aufbringen einer Zinkschicht, wobei das Verzinken Teil der Wärmebehandlung ist.

**[0005]** Die US 2,442,485 A beschreibt ein Verfahren zum Entzundern und Beschichten von Stahl, wobei ein Stahlbauteil mechanisch entzundert wird, eine Behandlung in einer heißen nichtoxidierenden Atmosphäre erfährt sowie anschließend mit Zink beschichtet wird.

**[0006]** Eine Strahlbehandlung kann zum Reinigen der Formbauteile durchgeführt werden, insbesondere, um diese von Oxidschichten (Zunder) aus einem Umformvorgang zu befreien. Des Weiteren kann eine Strahlbehandlung auch zur Eliminierung von Zug-/Eigenspannungen im Formbauteil vorgenommen werden. Zudem kann durch die Strahlbehandlung auch die Tragfähigkeit der Formbauteile durch Kalthärtung gesteigert werden. Dies ist bei Formbauteilen, die einer Schwell- oder Wechselbeanspruchung ausgesetzt werden, vorteilhaft.

**[0007]** Durch die Strahlbehandlung können nachfolgende Prozessschritte der üblichen Vorbehandlung mit geringerer Auswirkung auf das Verzinkungsgut durchgeführt werden. So kann zum einen eine vergleichsweise kurze Beizzeit verwendet werden, was bei kritischen, insbesondere hochfesten, Stählen die Gefahr der Wasserstoffversprödung minimiert. Zum anderen wird durch die

Reduzierung der Eigenspannungen im Bauteil die Gefahr der wasserstoffinduzierten als auch der flüssigmetallinduzierten Rissbildung deutlich herabgesetzt.

**[0008]** Mit steigender Intensität des Strahlens wird allerdings ein erhebliches Wachstum der Zinkschichtdicke beobachtet. Damit geht sowohl eine Gewichtszunahme der Formbauteile als auch ein erhöhter Zinkverbrauch einher. Zudem ist mit steigender Zinkschichtdicke auch von einem wachsenden negativen Einfluss auf die Betriebsfestigkeit des Formbauteils auszugehen.

**[0009]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Herstellung eines verzinkten Formbauteils aus Stahl aufzuzeigen, bei dem die Gefahr eines zu großen oder unkontrollierten Zinkschichtdickenwachstums im Beschichtungsvorgang deutlich vermindert ist.

**[0010]** Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in einem Verfahren gemäß Anspruch 1.

**[0011]** Das Verfahren geht zunächst von einem in einem Pressenwerkzeug geformten Formbauteil aus Stahl aus. Das einzelne bzw. durch weitere Fertigungsschritte, insbesondere Fügeprozesse, weiter verarbeitete Formbauteil wird dann durch eine Strahlbehandlung gereinigt, wobei eine Oxidschicht oder andere Verunreinigungen entfernt werden. Des Weiteren können Eigenspannungen, insbesondere Zugeigenspannungen, im Formbauteil aus Umform- bzw. Fügeprozessen reduziert werden. Das Formbauteil wird erfindungsgemäß nach der Strahlbehandlung und vor dem Beschichtungsvorgang einer Wärmebehandlung unterzogen. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass der Effekt des zu starken bzw. beschleunigten Wachstums der Zink- bzw. der Eisen-Zink-Legierungsschicht durch eine Wärmebehandlung nach der Strahlbehandlung gemindert oder sogar eliminiert werden kann.

**[0012]** Nach der Wärmebehandlung werden die Formbauteile durch Feuerverzinken mit einer Beschichtung aus Zink versehen. Hierbei können qualitativ hochwertige, gleichmäßig dicke Zinkschichten im Bereich zwischen 30 und 100 µm, insbesondere zwischen 40 und 70 µm, erzeugt werden.

**[0013]** Das erfindungsgemäße Verfahren führt zu einem verringerten Zinkverbrauch und ermöglicht so eine Gewichtseinsparung beim fertigen Formbauteil. Darüber hinaus können nachteilige Einflüsse von zu dicken Zinkschichten auf die Betriebsfestigkeit der Formbauteile vermieden werden. Besonders im Automobilbau bzw. der Fahrzeugtechnik stellen die Gewichtseinsparung und die geringere Beeinflussung der Betriebsfestigkeit einen erheblichen Vorteil dar.

**[0014]** Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 5.

**[0015]** Die Wärmebehandlung nach der Strahlbehandlung wird in einem für das Spannungsarm- bzw. Weichglühen typischen Temperaturbereich von 450 °C bis 800 °C durchgeführt. Als besonders effektiv wird ein für das Weichglühen typischer Temperaturbereich von

650 °C bis 750 °C angesehen. Vorzugsweise wird die Wärmebehandlung unter einer Schutzgasatmosphäre durchgeführt, um einer Oxidation oder anderen nachteiligen Einflüssen bei der Wärmebehandlung vorzubeugen.

5

**[0016]** Die Wärmebehandlung kann über eine Zeit von 0,25 bis 10 Stunden erfolgen. Versuche mit einer Wärmebehandlung bei 700 °C über eine Dauer von 15 Minuten erbrachten sehr gute Ergebnisse. Auch eine Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 550 °C über einen Zeitraum von 45 Minuten lässt gute Ergebnisse erwarten.

10

## Patentansprüche

15

1. Verfahren zur Herstellung eines verzinkten Formbauteils aus Stahl, bei welchem die Oberfläche des Formbauteils durch eine Strahlbehandlung vorbehandelt und anschließend in einem Beschichtungsvorgang mit einer Beschichtung aus Zink versehen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formbauteil nach der Strahlbehandlung und vor dem Beschichtungsvorgang einer Wärmebehandlung unterzogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmebehandlung in einem Temperaturbereich von 450°C bis 800°C durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmebehandlung in einem Temperaturbereich von 650°C bis 750°C durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmebehandlung unter Schutzgasatmosphäre durchgeführt wird.
5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmebehandlung über eine Zeit von 0,25 bis 10 Stunden erfolgt.

20

25

30

35

40

45

50

55



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 08 01 9170

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                  |                             |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                              | Betrifft Anspruch           | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 59 013058 A (NISSHIN STEEL CO LTD)<br>23. Januar 1984 (1984-01-23)                                                                            | 1-4                         | INV.<br>C23C2/02                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | * das ganze Dokument *                                                                                                                           | 5                           |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -----                                                                                                                                            |                             |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | EP 0 496 678 A (DELOT PROCESS SA [FR])<br>29. Juli 1992 (1992-07-29)<br>* Anspruch 1 *<br>* Seite 4, Zeilen 37-40 *<br>* Seite 3, Zeilen 10-16 * | 1,2,4                       |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -----                                                                                                                                            |                             |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | EP 0 823 490 A (SUMITOMO METAL IND [JP])<br>11. Februar 1998 (1998-02-11)<br>* Anspruch 7 *                                                      | 1,2,4                       |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -----                                                                                                                                            |                             |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 58 110665 A (SUMITOMO METAL IND)<br>1. Juli 1983 (1983-07-01)<br>* Zusammenfassung *                                                          | 1                           |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -----                                                                                                                                            |                             |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | WO 91/11541 A (TUBEMAKERS AUSTRALIA [AU])<br>8. August 1991 (1991-08-08)<br>* Ansprüche 1,9 *<br>* Seite 7, Zeile 28 - Seite 8, Zeile 8 *        | 1,2,4                       |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -----                                                                                                                                            |                             |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                             | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                             | C23C<br>C25D                       |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |                             |                                    |
| Recherchenort                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                  | Abschlußdatum der Recherche |                                    |
| Den Haag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                  | 12. Januar 2009             |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  | Prüfer                      |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  | Chalaftris, Georgios        |                                    |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                  |                             |                                    |
| <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br/> Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br/> A : technologischer Hintergrund<br/> O : nichtschriftliche Offenbarung<br/> P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br/> E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br/> D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br/> L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br/> .....<br/> &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p> |                                                                                                                                                  |                             |                                    |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 01 9170

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.

12-01-2009

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |             | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|
| JP 59013058                                        | A | 23-01-1984                    | KEINE                             |             |                               |
| EP 0496678                                         | A | 29-07-1992                    | FR                                | 2671809 A1  | 24-07-1992                    |
| EP 0823490                                         | A | 11-02-1998                    | DE                                | 69723782 D1 | 04-09-2003                    |
|                                                    |   |                               | DE                                | 69723782 T2 | 15-04-2004                    |
|                                                    |   |                               | WO                                | 9731131 A1  | 28-08-1997                    |
|                                                    |   |                               | US                                | 6159622 A   | 12-12-2000                    |
| JP 58110665                                        | A | 01-07-1983                    | KEINE                             |             |                               |
| WO 9111541                                         | A | 08-08-1991                    | KEINE                             |             |                               |

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**

- DE 2601360 A1 [0003]
- DE 10321259 A1 [0003]
- DE 4036827 A1 [0004]
- US 2442485 A [0005]