



(11) **EP 1 651 789 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.08.2010 Patentblatt 2010/34

(51) Int Cl.:
C23C 2/02 (2006.01) **C23C 2/26** (2006.01)
C21D 1/02 (2006.01) **C21D 1/673** (2006.01)
B21D 22/04 (2006.01) **B21J 5/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04739756.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/006252

(22) Anmeldetag: **09.06.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/021821 (10.03.2005 Gazette 2005/10)

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON GEHARTETEN BAUTEILEN AUS STAHLBLECH**
METHOD FOR PRODUCING HARDENED PARTS FROM SHEET STEEL
PROCEDE DE PRODUCTION D'ELEMENTS CONSTITUTIFS EN TOLE D'ACIER TREMPE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

- **BRANDSTÄTTER, Werner**
A-4020 Linz (AT)
- **FADERL, Josef**
A-440 Steyr (AT)
- **VEHOF, Robert**
NL-3823 GA Amersfoort (NL)
- **STALL, Wolfgang**
73540 Heubach (DE)

(30) Priorität: **29.07.2003 AT 12022003**
29.07.2003 AT 12032003

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.05.2006 Patentblatt 2006/18

(74) Vertreter: **nospat Patent- und Rechtsanwälte**
Naefe Oberdorfer Schmidt
Isartorplatz 5
80331 München (DE)

(60) Teilanmeldung:
09015813.0 / 2 177 641

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-03/035922 DE-A- 10 246 614
FR-A- 2 534 161 US-B2- 6 564 604

(73) Patentinhaber:
• **Voestalpine Stahl GmbH**
4031 Linz (AT)
• **voestalpine Automotive GmbH**
4020 Linz (AT)

(72) Erfinder:
• **FLEISCHANDERL, Martin**
A-4061 Rainbach i.M. (AT)
• **KOLNBERGER, Siegfried**
A-4061 Pasching (AT)
• **LANDL, Gerald**
A-4201 Eidenberg (AT)
• **RAAB, Anna, Elisabeth**
A-4040 Linz (AT)

- **"ASM HANDBOOK: SURFACE INGENIEERING"**
1995, ASM INTERNATIONAL, US, METALS PARK 5, XP002298196 Seite 339 - Seite 340 Seite 713 - Seite 714
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** Bd. 0186, Nr. 62 (C-1287), 14. Dezember 1994 (1994-12-14) & JP 6 256925 A (NIPPON STEEL CORP), 13. September 1994 (1994-09-13)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** Bd. 0161, Nr. 44 (C-0927), 10. April 1992 (1992-04-10) & JP 4 002758 A (NIPPON STEEL CORP), 7. Januar 1992 (1992-01-07)

EP 1 651 789 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von gehärteten Bauteilen aus Stahlblech.

[0002] Im Bereich des Automobilbaus besteht ein Bestreben das Fahrzeuggesamtgewicht abzusenken oder bei verbesserten Ausstattungen das Fahrzeuggesamtgewicht nicht ansteigen zu lassen. Dies kann nur realisiert werden, wenn das Gewicht bestimmter Fahrzeugkomponenten abgesenkt wird. Hierbei wird insbesondere versucht das Gewicht der Fahrzeugrohkarosserie deutlich gegenüber früher abzusenken. Gleichzeitig sind jedoch die Anforderungen an die Sicherheit, insbesondere die Personensicherheit im Kraftfahrzeug und an das Verhalten bei Verunfallung des Fahrzeuges gestiegen. Während für die Absenkung des Karosserierohgewichts die Anzahl der Teile verringert und insbesondere auch die Dicke reduziert wird, wird erwartet, dass die Rohkarosserie mit verringertem Gewicht bei einer Verunfallung eine erhöhte Festigkeit und Steifigkeit bei einem definierten Verformungsverhalten zeigt.

[0003] Der am meisten angewandte Rohstoff bei der Karosserieherstellung ist Stahl. Mit keinem anderen Werkstoff lassen sich in derart großen Bereichen kostengünstig Bauteile mit den unterschiedlichsten Werkstoffeigenschaften zur Verfügung stellen.

[0004] Aus den geänderten Anforderungen resultiert, dass bei hohen Festigkeiten, auch hohe Dehnungswerte und damit eine verbesserte Kaltumformbarkeit gewährleistet ist. Ferner ist der Bereich der darstellbaren Festigkeiten für Stähle erweitert worden.

[0005] Eine Perspektive insbesondere für Karosserien im Automobilbau sind dabei Bauteile aus Stahlblech mit einer Festigkeit in Abhängigkeit der Legierungszusammensetzung in einem Bereich von 1000 bis zu 2000 MPa. Um derart hohe Festigkeiten im Bauteil zu erreichen, ist es bekannt, aus Blechen entsprechende Platinen zu schneiden, die Platinen auf eine Temperatur zu erwärmen die über der Austenitisierungstemperatur liegt und anschließend das Bauteil in einer Presse umzuformen, wobei während des Umformvorganges gleichzeitig ein rasches Abkühlen zum Härten des Werkstoffes durchgeführt wird.

[0006] Während des Glühens, um die Bleche zu austenitisieren, bildet sich an der Oberfläche eine Zunderschicht. Diese wird nach dem Umformen und Abkühlen entfernt. Dies geschieht üblicherweise mit Sandstrahlverfahren. Vor oder nach diesem Entzundern wird der Endbeschnitt und das Einfügen von Löchern durchgeführt. Werden der Endbeschnitt und das Einfügen der Löcher vor dem Sandstrahlen durchgeführt, ist von Nachteil, dass die Schnittkanten und Lochkanten in Mitleidenschaft gezogen werden. Unabhängig von der Reihenfolge der Bearbeitungsschritte nach dem Härten ist beim Endzundern durch Sandstrahlen und vergleichbaren Verfahren von Nachteil, dass hierdurch das Bauteil häufig verzogen wird. Nach dem genannten Bearbeitungsschritten erfolgt eine sogenannte Stückbeschichtung mit einer Korrosionsschutzschicht. Beispielsweise wird eine kathodisch wirksame Korrosionsschutzschicht aufgebracht.

[0007] Hierbei ist von Nachteil, dass die Nachbearbeitung des gehärteten Bauteils außerordentlich aufwendig ist und aufgrund der Härtung des Bauteils sehr hohem Verschleiß unterliegt. Ferner ist von Nachteil, dass die Stückbeschichtung üblicherweise einen Korrosionsschutz bewirkt, der nicht besonders stark ausgeprägt ist. Zudem sind die Schichtdicken nicht einheitlich, sondern schwanken über die Bauteilfläche.

[0008] In einer Abwandlung dieses Verfahrens ist es auch bekannt, ein Bauteil aus einer Blechplatte kalt umzuformen und anschließend auf die Austenitisierungstemperatur aufzuheizen und dann in einem Kalibrierwerkzeug schnell abzukühlen, wobei das Kalibrierwerkzeug dafür verantwortlich ist, dass das Bauteil, welches durch das Aufwärmen verzogen wird, bezüglich der umgeformten Bereiche kalibriert wird. Anschließend erfolgt die zuvor beschriebene Nachbearbeitung. Dieses Verfahren ermöglicht gegenüber dem zuvor beschriebenen Verfahren komplexere Geometrien, da sich beim gleichzeitigen Umformen und Härten im Wesentlichen nur lineare Formen erzeugen lassen, komplexe Formen jedoch bei derartigen Umformvorgängen nicht realisierbar sind.

[0009] Aus der GB 1 490 535 ist ein Verfahren zum Herstellen eines gehärteten Stahlbauteils bekannt, bei dem ein Blech aus härtbaren Stahl auf die Härtetemperatur erhitzt wird und anschließend in einer Formgebungseinrichtung angeordnet wird in der das Blech in die gewünschte Endform geformt wird, wobei während der Umformung simultan schnell abgekühlt wird, so dass eine martensitische oder bainitische Struktur erhalten wird während das Blech in der Formvorrichtung verbleibt. Als Ausgangsmaterial wird beispielsweise ein borlegierter Kohlenstoffstahl oder Kohlenstoffmanganstahl verwendet. Nach dieser Druckschrift ist die Umformung vorzugsweise eine Pressung kann aber auch mit anderen Verfahren angewendet werden. Die Umformung und das Abkühlen sollen vorzugsweise so ausgeführt werden und so schnell durchgeführt werden, dass eine feinkörnige martensitische oder bainitische Struktur erhalten wird.

[0010] Aus der EP 1 253 208 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines gehärteten Blechprofils aus einer Platine, die in einem Presswerkzeug zum Blechprofil warm umgeformt und gehärtet wird, bekannt. Am Blechprofil werden hierbei aus der Ebene der Platine vorstehende Referenzpunkte beziehungsweise Kragen erzeugt, die zur Lageorientierung des Blechprofils in nachfolgenden Fertigungsoperationen dienen. Die Kragen sollen beim Umformvorgang aus ungelochten Bereichen der Platine ausgeformt werden, wobei die Referenzpunkte in Form von randseitigen Verprägungen oder als Durchstellungen beziehungsweise Kragen im Blechprofil erzeugt werden. Das Warmumformen und Härten im Presswerkzeug soll aufgrund der durch die Kombination von Umform- und Vergütungsprozess in einem Werkzeug rationellen Arbeitsweise generell Vorteile haben. Aufgrund der Einspannung des Blechprofils im Werkzeug und aufgrund von Wär-

mespannungen soll es jedoch zu nicht exakt vorherbestimmbar Verzug am Bauteil kommen. Dieser kann sich nachteilig auf nachgeschaltete Fertigungsoperationen auswirken, weshalb die Referenzpunkte am Blechprofil geschaffen werden.

5 **[0011]** Aus der DE 197 23 655 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung von Stahlblechprodukten bekannt, wobei ein Stahlblechprodukt in einem Paar gekühlter Werkzeuge geformt wird, solange es heiß ist und in eine martensitische Struktur gehärtet wird, während es immer noch im Werkzeug befindlich ist, so dass die Werkzeuge als eine Fixierung während des Härtens dienen. In den Bereichen in denen nach dem Härten eine Bearbeitung stattfinden soll, soll der Stahl im Flusstahlbereich gehalten werden, wobei Einsätze in den Werkzeugen dazu verwendet werden, eine schnelle Abkühlung und dadurch eine martensitische Struktur in diesen Bereichen zu verhindern. Die gleiche Wirkung soll auch durch Ausnehmungen in den Werkzeugen erreicht werden können, so dass ein Spalt zwischen dem Stahlblech und den Werkzeugen auftritt. Bei diesem Verfahren ist von Nachteil, dass aufgrund des erheblichen Verzuges, der hierbei auftreten kann, das vorliegende Verfahren zum Presshärten von Bauteilen mit komplexerer Struktur untauglich ist.

10 **[0012]** Aus der DE 100 49 660 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen lokalverstärkter Blechumformteile bekannt, wobei das Basisblech des Strukturteils im Flachzustand mit dem Verstärkungsblech lagedefiniert verbunden und dieses sogenannte gepatchte Verbundblech anschließend gemeinsam umgeformt wird. Um das Herstellungsverfahren hinsichtlich Verfahrenserzeugnis und Ergebnis zu verbessern, sowie bezüglich der verfahrensübenden Mittel zu entlasten wird das gepatchte Verbundblech vor dem Umformen mindestens auf etwa 800 bis 850°C erwärmt, rasch eingelegt, im warmen Zustand zügig umgeformt und anschließend bei mechanischer Aufrechterhaltung des Umformzustandes durch Kontaktierung mit dem von innen her zwangsgekühlten Umformwerkzeug definiert abgekühlt. Insbesondere der insoweit maßgebende Temperaturbereich 800 bis 500°C soll mit einer definierten Abkühlgeschwindigkeit durchfahren werden. Der Schritt des Verbindens von Verstärkungsblech und Basisblech soll ohne weiteres in dem Umformprozess integriert werden können, wobei die Teile miteinander hartverlötet werden wodurch zugleich ein wirksamer Korrosionsschutz an der Kontaktzone erreicht werden kann. Bei diesem Verfahren ist von Nachteil, dass die Werkzeuge insbesondere durch die definierte Innenkühlung sehr aufwendig sind.

25 **[0013]** Aus der DE 2 003 306 sind ein Verfahren und eine Einrichtung zum Pressen und Härten eines Stahlteils bekannt. Ziel ist es Stahlblechstücke in Form zu pressen und zu härten, wobei die Nachteile bekannter Verfahren vermieden werden sollen, insbesondere, dass Teile aus Stahlblech in aufeinanderfolgenden gesonderten Schritten zum Formpressen und Härten hergestellt werden. Insbesondere soll vermieden werden, dass die gehärteten oder abgeschreckten Erzeugnisse gegenüber der gewünschten Form einen Verzug zeigen, so dass zusätzliche Arbeitsschritte erforderlich sind. Zur Verwirklichung ist es vorgesehen ein Stahlstück, nachdem das Stück auf eine seinen austenitischen Zustand herbeiführenden Temperatur erwärmt worden ist, zwischen einem Paar zusammenwirkender Formelemente zu legen, worauf das Stück gepresst und gleichzeitig schnell Wärme von dem Stück in die Formteile abgeleitet wird. Die Formteile werden während des gesamten Vorganges auf einer Kühltemperatur gehalten, so dass auf das Stück eine Abschreckwirkung unter einem Formdruck ausgeübt wird.

30 **[0014]** Aus der DE 101 20 063 C2 ist es bekannt, metallische Profilbauteile für Kraftfahrzeuge aus einem in Bandform bereitgestelltem Ausgangsmaterial einer Walzprofilierereinheit zuzuführen und zu einem Walzprofil umzuformen, wobei nach dem Austritt aus der Walzprofilierereinheit partielle Bereiche des Walzprofils induktiv auf eine zum Härten erforderliche Temperatur erwärmt und anschließend in einer Abkühleinheit abgeschreckt werden. Im Anschluss hieran sollen die Walzprofile zu den Profilbauteilen abgelängt werden.

35 **[0015]** Aus der US 6,564,604 B2 ist ein Verfahren zum Herstellen eines Teils mit sehr hohen mechanischen Eigenschaften bekannt, wobei das Teil durch das Stanzen eines Streifens aus einem gewalzten Stahlblech hergestellt werden soll und insbesondere ein warmgewalztes und beschichtetes Bauteil mit einer Metall- oder Metalllegierung beschichtet ist, welches die Oberfläche des Stahls schützen soll, wobei das Stahlblech geschnitten wird, um ein Stahlblechvorformling zu erhalten, der Stahlblechvorformling kalt oder warm umgeformt wird und entweder nach dem Warmumformen gekühlt und gehärtet wird oder nach dem Kaltumformen erhitzt und anschließend abgekühlt wird. Eine intermetallische Legierung soll auf die Oberfläche vor oder nach dem

40 **[0016]** Umformen aufgebracht werden und einen Schutz gegen Korrosion und Stahllentkohlung bieten, wobei diese intermetallische Mischung zudem eine Schmierfunktion haben kann. Anschließend wird das überstehende Material von dem Formling abgenommen. Die Beschichtung soll hierbei allgemein auf der Basis von Zink oder Zink-Aluminium beruhen. Hierbei kann ein Stahl verwendet werden der beidseitig elektrolytisch verzinkt ist, wobei eine Austenitisierung bei 950°C erfolgen soll. Diese elektrolytisch verzinkte Schicht wird bei der Austenitisierung komplett in eine Eisen-Zink-Legierung umgesetzt. Es wird ausgeführt, dass beim Umformen und während des Haltens zum Kühlen die Beschichtung den Wärmeabfluss durch das Werkzeug nicht behindert und den Wärmeabfluss sogar verbessert. Zudem schlägt diese Druckschrift vor als Alternative zu einem elektrolytisch verzinkten Band eine Beschichtung aus 45 % bis 50 % Zink, Rest Aluminium zu verwenden. Bei dem genannten Verfahren in seinen beiden Ausführungsformen ist von Nachteil, dass ein kathodischer Korrosionsschutz praktisch nicht mehr vorhanden ist. Zudem ist eine derartige Schicht so spröde, dass beim Umformen Risse auftreten. Eine Beschichtung mit einer Mischung aus 45 bis 50 % Zink und 55 bis 45 % Aluminium entfaltet ebenfalls keinen nennenswerten kathodischen Korrosionsschutz. Zwar wird in dieser Druckschrift behauptet,

dass die Verwendung von Zink oder Zink-Legierungen als Beschichtung sogar für die Kanten einen galvanischen Schutz ergeben würde, dies kann jedoch in der Praxis nicht erreicht werden. In der Praxis kann durch die beschriebenen Beschichtungen nicht einmal ein ausreichender galvanischer Schutz in der Fläche erreicht werden.

[0017] Aus der EP 1 013 785 A1 ist ein Herstellungsverfahren eines Bauteils aus einem gewalzten Stahlband und insbesondere einem warmgewalzten Band bekannt. Ziel soll es sein, gewalzte Stahlbleche von 0,2 bis 2,0 mm Dicke anbieten zu können, die unter anderem nach der Warmwalzung beschichtet werden und die einer Verformung entweder kalt oder warm, gefolgt von einer thermischen Behandlung unterworfen werden, wobei der Anstieg der Temperatur ohne Stahlentkohlung und ohne Oxidation der Oberfläche der vorgenannten Bleche vor, während und nach der Warmverformung oder der thermischen Behandlung gesichert werden soll. Hierzu soll das Blech mit einem Metall oder einer Metalllegierung, die den Schutz der Oberfläche des Bleches sichert, versehen werden, anschließend das Blech einer Temperaturerhöhung für die Umformung unterworfen werden, anschließend eine Umformung des Bleches durchgeführt werden und das Teil abschließend abgekühlt werden. Insbesondere soll das beschichtete Blech in heißem Zustand gepresst werden und das durch das Tiefziehen entstandene Teil abgekühlt werden um gehärtet zu werden und zwar mit einer Geschwindigkeit die höher ist als die kritische Härtungsgeschwindigkeit. Es wird ferner eine Stahllegierung angegeben, welche geeignet sein soll, wobei dieses Stahlblech bei 950°C austenitisiert werden soll, bevor es im Werkzeug verformt und gehärtet wird. Die aufgebrauchte Beschichtung soll insbesondere aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bestehen, wobei hierdurch nicht nur ein Oxidations- und Entkohlungsschutz, sondern auch eine Schmierwirkung resultieren soll. Bei diesem Verfahren kann es zwar im Gegensatz zu den anderen bekannten Verfahren vermieden werden, dass das Blechteil nach dem Aufheizen auf die Austenitisierungstemperatur verzundernd, ein Kaltumformen wie dies in dieser Schrift dargestellt ist, ist jedoch mit feuraluminierten Blechen grundsätzlich nicht möglich, da die feuraluminierte Schicht eine zu geringe Duktilität für eine größere Verformung aufweist. Insbesondere Tiefziehprozesse komplexerer Formen sind mit derartigen Blechen im kalten Zustand nicht realisierbar. Mit einer derartigen Beschichtung sind Warmumformungen, dass heißt das Umformen und Härten in einem einzigen Werkzeug möglich, das Bauteil weist danach jedoch keinen kathodischen Schutz auf. Zu dem muss auch ein solches Bauteil nach dem Härten mechanisch oder mittels Laser bearbeitet werden, so dass der bereits beschriebene Nachteil eintritt, dass nachfolgende Bearbeitungsschritte durch die Härte des Materials sehr aufwendig sind. Darüber hinaus ist von Nachteil, dass alle Bereiche des Formteils, welche mittels Laser oder mechanisch geschnitten werden über keinerlei Korrosionsschutz mehr verfügen.

[0018] Aus der DE 102 54 695 B3 ist es bekannt, zur Herstellung eines metallischen Formbauteils, insbesondere eines Karosseriebauteils aus einem Halbzeug, aus einem ungehärteten warmformbaren Stahlblech, das Halbzeug zunächst durch ein Kaltumformverfahren, insbesondere durch Tiefziehen zu einem Bauteilrohling umzuformen. Anschließend soll der Bauteilrohling randseitig auf eine dem herzustellenden Bauteil näherungsweise entsprechende Berandungskontur beschnitten werden. Schließlich wird der beschnittene Bauteilrohling erwärmt und in einem Warmumformwerkzeug pressgehärtet. Das dabei erzeugte Bauteil weist bereits nach dem Warmumformen die gewünschte Berandungskontur auf, so dass eine abschließende Beschneidung des Bauteilrandes entfällt. Auf diese Weise sollen die Zykluszeiten bei der Herstellung gehärteter Bauteile aus Stahlblech erheblich gesenkt werden. Der verwendete Stahl soll ein lufthärtender Stahl sein, der ggf. unter einer Schutzgasatmosphäre aufgeheizt wird, um eine Verzunderung während des Aufheizens zu vermeiden. Anderenfalls wird eine Zunderschicht vor das Formbauteil nach dem Warmumformen des Formbauteils entzündet. In dieser Druckschrift wird erwähnt, dass im Rahmen des Kaltumformprozesses der Bauteilrohling endkonturennah ausgeformt wird, wobei unter "endkonturnah" verstanden werden soll, dass diejenigen Teile der Geometrie des fertigen Bauteils, welche mit einem makroskopischen Materialfluss einhergehen, nach Abschluss des Kaltumformprozesses vollständig in den Bauteilrohling eingeformt sind. Nach Abschluss des Kaltumformprozesses sollen somit zur Herstellung der dreidimensionalen Form des Bauteils nur noch geringe Formanpassungen notwendig sein, welche einen minimalen lokalen Materialfluss erfordern. Bei diesem Verfahren ist von Nachteil, dass nach wie vor ein Endformschritt der gesamten Kontur im warmen Zustand erfolgt, wobei zur Vermeidung von Verzunderung entweder der bekannte Weg gegangen werden muss, das unter Schutzgas geglüht werden muss oder die Teile entzündet werden müssen. Beiden Prozessen muss eine anschließende Korrosionsstückbeschichtung nachfolgen.

[0019] Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei allen vorgenannten Verfahren sämtlichst von Nachteil ist, dass die hergestellten Teile nach dem Umformen und Härten weiter bearbeitet werden müssen was teuer und aufwendig ist. Zudem besitzen die Bauteile entweder keinen oder nur einen ungenügenden Korrosionsschutz.

[0020] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Herstellen von gehärteten Bauteilen aus Stahlblech zu schaffen, welches einfach und schnell durchführbar ist und welches es ermöglicht, gehärtete Bauteile aus Stahlblech insbesondere Stahlfeinblech mit einem kathodischen Korrosionsschutz dimensionsgenau und ohne Nachbearbeitung wie Entzundern und Sandstrahlen herzustellen.

[0021] Die Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0022] Erfindungsgemäß wird das Umformen der Bauteile sowie das Beschneiden und Lochen der Bauteile im Wesentlichen im ungehärteten Zustand durchgeführt. Die relativ gute Verformbarkeit des verwendeten speziellen Materials

im ungehärteten Zustand lässt die Realisierung komplexer Bauteilgeometrien zu und ersetzt teures nachträgliches Beschneiden im gehärteten Zustand durch wesentlich preisgünstigere mechanische Schneidoperationen vor dem Härteprozess.

[0023] Die unvermeidlichen Dimensionsänderungen durch das Erhitzen des Bauteils werden bei dem Umformen des kalten Blechs bereits berücksichtigt, so dass das Bauteil circa 0,5 bis 2 % kleiner hergestellt wird, als es die Endabmessungen sind. Zumindest wird die erwartete Wärmedehnung bei der Umformung berücksichtigt.

[0024] Bei dem kaltem Bearbeiten des Bauteils, das heißt dem Umformen, Schneiden und Lochen ist es ausreichend, die Bereiche mit hoher Komplexität und Umformtiefe und gegebenenfalls die eng tolerierten Bereiche des Bauteils wie insbesondere die Schnittkanten, die Formkanten, die Formflächen und gegebenenfalls das Lochbild, wie insbesondere die Referenzlöcher mit den gewünschten Endtoleranzen, insbesondere den Beschnitt- und Lagetoleranzen, des fertigen, gehärteten Bauteils zu fertigen, wobei hierbei die Wärmedehnung des Bauteils durch das Aufheizen berücksichtigt bzw. kompensiert wird.

[0025] Dies bedeutet, dass das Bauteil nach dem kalten Umformen ca. 0,5 % bis 2 % kleiner ist als die Soll-Endabmessungen des fertigen, gehärteten Bauteils. Kleiner bedeutet hierbei, dass das Bauteil nach dem kalten Umformen in allen drei Raumachsen also dreidimensional fertigeformt ist. Die Wärmedehnung wird somit für alle drei Raumachsen gleichermaßen berücksichtigt. Im Stand der Technik kann die Wärmedehnung durch beispielsweise das nicht vollständige Schließen der Form nicht für alle Raumachsen berücksichtigt werden, da hier nur in Z-Richtung, durch eine unvollständige Ausformung, eine Dehnung berücksichtigt werden könnte. Erfindungsgemäß wird vorzugsweise die dreidimensionale Geometrie bzw. Kontur des Werkzeugs in allen drei Raumachsen kleiner gefertigt.

[0026] Bislang ist die Fachwelt davon ausgegangen, dass verzinkte Stahlbleche für derartige Prozesse, bei denen vor oder nach dem Umformen ein Aufheizschritt stattfindet, nicht geeignet sind. Dies liegt zum einen daran, dass Zinkschichten oberhalb der bislang üblicherweise angewendeten Ofentemperatur von etwa 900 bis 950°C stark oxidieren oder unter Schutzgas (sauerstofffreie Atmosphäre) flüchtig sind.

[0027] Der erfindungsgemäße Korrosionsschutz für Stahlbleche, die zunächst einer Wärmebehandlung unterzogen und anschließend umgeformt und dabei gehärtet werden, ist ein kathodischer Korrosionsschutz, der im Wesentlichen auf Zink basiert. Erfindungsgemäß sind dem die Beschichtung ausbildenden Zink 0,1% bis 15% eines sauerstoffaffinen Elements wie Magnesium, Silizium, Titanium, Calcium und Aluminium zugefügt. Es konnte herausgefunden werden, dass derart geringe Mengen eines sauerstoffaffinen Elements wie Magnesium, Silizium, Titanium, Calcium und Aluminium bei dieser speziellen Anwendung einen überraschenden Effekt herbeiführen.

[0028] Als sauerstoffaffine Elemente kommen erfindungsgemäß zumindest Mg, Al, Ti, Si, Ca in Frage. Wenn nachfolgend Aluminium genannt wird, steht dies stellvertretend auch für die genannten anderen Elemente.

[0029] Es hat sich überraschend herausgestellt, dass sich trotz der geringen Menge eines sauerstoffaffinen Elements wie insbesondere Aluminium, beim Aufheizen offensichtlich eine im Wesentlichen aus Al_2O_3 bzw. einem Oxid des sauerstoffaffinen Elements (MgO , CaO , TiO , SiO_2) bestehende, sehr wirksame und nachheilende oberflächliche Schutzschicht bildet. Diese sehr dünne OxidSchicht schützt die darunter liegende Zn-haltige Korrosionsschutzschicht selbst bei sehr hohen Temperaturen vor Oxidation. D.h., dass sich während der speziellen Weiterverarbeitung des verzinkten Bleches im Presshärteverfahren, eine angenähert zweischichtige Korrosionsschutzschicht ausbildet, die aus einer kathodisch hochwirksamen Schicht, mit hohem Anteil Zink besteht und von einer Oxidationsschutzschicht aus einem Oxid (Al_2O_3 , MgO , CaO , TiO , SiO_2) gegenüber Oxidation und Abdampfen geschützt ist. Es ergibt sich somit eine kathodische Korrosionsschutzschicht mit einer überragenden chemischen Beständigkeit. Dies bedeutet, dass die Wärmebehandlung in einer oxidierten Atmosphäre zu erfolgen hat. Unter Schutzgas (sauerstofffreie Atmosphäre) kann eine Oxidation zwar vermieden werden, das Zink würde jedoch aufgrund des hohen Dampfdrucks abdampfen.

[0030] Es hat sich zudem herausgestellt, dass die erfindungsgemäße Korrosionsschutzschicht für das Presshärteverfahren auch eine so große mechanische Stabilität aufweist, dass ein auf das Austenitisieren der Bleche folgender Umformschritt diese Schicht nicht zerstört. Selbst wenn Mikrorisse auftreten, ist die kathodische Schutzwirkung jedoch zumindest deutlich stärker als die Schutzwirkung der bekannten Korrosionsschutzschichten für das Presshärteverfahren.

[0031] Um ein Blech mit dem erfindungsgemäßen Korrosionsschutz zu versehen, kann in einem ersten Schritt eine Zinklegierung mit einem Gehalt an Aluminium in Gewichtsprozent von größer als 0,1 jedoch geringer als 15%, insbesondere geringer als 10%, weiter bevorzugt geringer als 5% auf ein Stahlblech, insbesondere ein legiertes Stahlblech aufgebracht werden, worauf in einem zweiten Schritt Teile aus dem beschichteten Blech herausgearbeitet und insbesondere herausgeschnitten oder herausgestanzt werden und bei Zutritt von Luftsauerstoff auf eine Temperatur oberhalb der Austenitisierungstemperatur der Blechlegierung erwärmt und danach mit erhöhter Geschwindigkeit abgekühlt werden. Eine Umformung des aus dem Blech herausgeschnittenen Teils (der Platine) kann vor oder nach dem Erwärmen des Bleches auf die Austenitisierungstemperatur erfolgen.

[0032] Es wird angenommen, dass im ersten Schritt des Verfahrens, und zwar bei der Beschichtung des Bleches an der Blechoberfläche bzw. im proximalen Bereich der Schicht, eine dünne Sperrphase aus insbesondere $Fe_2Al_{5-x}Zn_x$ gebildet wird, die die Fe-Zn-Diffusion bei einem Flüssigmetallbeschichtungsverfahren, welches insbesondere bei einer Temperatur bis 690°C erfolgt, behindert. Somit wird im ersten Verfahrensschritt das Blech mit einer Zink-Metallbeschich-

EP 1 651 789 B1

tung mit einer Zugabe von Aluminium erstellt, welche nur zur Blechoberfläche hin, als im proximalen Bereich der Auflage eine äußerst dünne Sperrphase, welche gegen ein rasches Wachsen einer Eisen-Zink-Verbindungsphase wirksam ist, aufweist. Zudem ist denkbar, dass allein die Anwesenheit von Aluminium die Eisen-Zink-Diffusionsneigung im Bereich der Grenzschicht senkt.

5 **[0033]** Erfolgt nun im zweiten Schritt ein Anwärmen des mit einer Zink-Aluminium-Metallschicht versehenen Bleches auf die Austenitisierungstemperatur des Blechwerkstoffes unter Luftsauerstoffzutritt, so wird vorerst die Metallschicht am Blech verflüssigt. An der distalen Oberfläche reagiert das sauerstoffafinere Aluminium aus dem Zink mit Luftsauerstoff unter Bildung von festem Oxid bzw. Tonerde, wodurch in dieser Richtung ein Abfall der Aluminiummetallkonzentration entsteht, welche eine stetige Diffusion von Aluminium zur Abreicherung hin, also zum distalen Bereich hin bewirkt. Diese
10 Tonerdeanreicherung, an dem der Luft ausgesetzte Schichtbereich wirkt nun als Oxidationsschutz für das Schichtmetall und als Abdampfungssperre für das Zink.

[0034] Zudem wird beim Anwärmen das Aluminium aus der proximalen Sperrphase durch stetige Diffusion zum distalen Bereich hin abgezogen und steht dort zur Bildung der oberflächlichen Al_2O_3 -Schicht zur Verfügung. Somit wird die Ausbildung einer Blechbeschichtung erreicht, welche eine kathodisch hochwirksame Schicht mit hohem Zinkanteil hinterlässt.
15

[0035] Gut geeignet ist beispielweise eine Zinklegierung mit einem Gehalt an Aluminium in Gewichtsprozent von größer als 0,2 jedoch kleiner als 4, vorzugsweise von Größe 0,26 jedoch kleiner 2,5 Gew.-%.

[0036] Wenn in günstiger Weise im ersten Schritt die Aufbringung der Zinklegierungsschicht auf die Blechoberfläche im Durchlauf durch ein Flüssigmetallbad bei einer Temperatur von höher als 425°C, jedoch niedriger als 690°C, insbesondere bei 440°C bis 495°C erfolgt, mit anschließender Abkühlung des beschichteten Blechs, kann nicht nur die proximale Sperrphase wirkungsvoll gebildet werden, bzw. eine sehr gute Diffusionsbehinderung im Bereich der Sperrschicht beobachtet werden, sondern es erfolgt damit auch eine Verbesserung der Warmvorformungseigenschaften des Blechmaterials.
20

[0037] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist bei einem Verfahren gegeben, bei welchem ein warm- oder kaltgewalztes Stahlband mit einer Dicke von beispielsweise größer als 0,15 mm und mit einem Konzentrationsbereich mindestens einer der Legierungselemente in den Grenzen in Gew.-%
25

	Kohlenstoff	bis 0,4,	vorzugsweise 0,15 bis 0,3
	Silizium	bis 1,9,	vorzugsweise 0,11 bis 1,5
30	Mangan	bis 3,0,	vorzugsweise 0,8 bis 2,5
	Chrom	bis 1,5,	vorzugsweise 0,1 bis 0,9
	Molybdän	bis 0,9,	vorzugsweise 0,1 bis 0,5
	Nickel	bis 0,9,	
35	Titan	bis 0,2	vorzugsweise 0,02 bis 0,1
	Vanadin	bis 0,2	
	Wolfram	bis 0,2,	
	Aluminium	bis 0,2,	vorzugsweise 0,02 bis 0,07
	Bor	bis 0,01,	vorzugsweise 0,0005 bis 0,005
40	Schwefel	Max. 0,01,	vorzugsweise Max. 0,008
	Phosphor	Max. 0,025,	vorzugsweise Max. 0,01
	Rest Eisen und Verunreinigungen		

eingesetzt wird.
45

[0038] Es konnte festgestellt werden, dass die Oberflächenstruktur des erfindungsgemäßen kathodischen Korrosionsschutzes besonders günstig für eine hohe Haftfähigkeit von Farben und Lacken ist.

[0039] Die Haftung der Beschichtung am Stahlblechgegenstand kann weiter verbessert werden, wenn die Oberflächenschicht eine zinkreiche, intermetallische Zink-Eisen-Aluminium-Phase und eine eisenreich Eisen-Zink-Aluminium-Phase besitzt, wobei die eisenreiche Phase ein Verhältnis Zink zu Eisen von höchstens 0,95 ($Zn/Fe \leq 0,95$), vorzugsweise von 0,20 bis 0,80 ($Zn/Fe = 0,20$ bis 0,80) und die zinkreiche Phase ein Verhältnis Zink zu Eisen von mindestens 2,0 ($Zn/Fe \geq 2,0$) vorzugsweise von 2,3 bis 19,0 ($Zn/Fe = 2,3$ bis 19,0) aufweist.
50

[0040] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine solche Zinkschicht beim kalten Umformen offenbar nicht wesentlich beeinträchtigt. Vielmehr wird bei der Erfindung in vorteilhafter Weise beim Beschneiden und Lochen der kalten Platine Zinkmaterial durch das Werkzeug aus der Zinkschicht in die Schnittkante getragen und an der Schnittkante entlang verschmiert.
55

[0041] Eine Beschichtung mit Zink hat zudem den Vorteil, dass das Bauteil nach dem Erhitzen und beim Überführen in ein Formhärtewerkzeug weniger Wärme verliert, so dass das Bauteil nicht so hoch aufgeheizt werden muss. Hierdurch

treten geringere thermische Dehnungen auf, so dass eine toleranzgenaue Fertigung vereinfacht wird, da die Gesamtdehnungen geringer sind.

[0042] Zudem hat das Bauteil bei der geringeren Temperatur eine höhere Stabilität was eine besseres Handling und ein schnelleres Einlegen in die Form ermöglicht.

[0043] Die Erfindung wird beispielhaft anhand einer Zeichnung erläutert. Die einzige Figur zeigt den Verfahrensablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0044] Zur Durchführung des Verfahrens wird das ungehärtete, verzinkte spezielle Feinblech zunächst in Platinen geschnitten.

[0045] Die verarbeiteten Platinen können, Rechteck-, Trapez- oder Formplatinen sein. Für das Schneiden der Platinen können alle bekannten Schneidprozesse angewandt werden. Vorzugsweise werden Scheidprozesse angewandt, die während des Schneidprozesses keine Wärme in das Blech einbringen.

[0046] Aus den geschnittenen Platinen werden anschließend mittels Kalt-Umformwerkzeugen Formteile hergestellt. Diese Herstellung von Formteilen umfasst alle Verfahren und/oder Prozesse, die in der Lage sind, diese Formteile herzustellen. Beispielsweise sind folgende Verfahren und/oder Prozesse geeignet:

Folgeverbundwerkzeuge,
 Einzelwerkzeuge in Verkettung,
 Stufenfolgewerkzeuge,
 Hydraulische Pressestraße,
 Mechanische Pressestraße,
 Explosionsumformen, elektromagnetisches Umformen, Rohr-Hydroformen, Platinen-Hydroformen
 und alle Kaltumformprozesse.

[0047] Nach dem Umformen und insbesondere dem Tiefziehen erfolgt der Endbeschnitt in den genannten herkömmlichen Werkzeugen.

[0048] Erfindungsgemäß wird das Formteil, welches im kalten Zustand geformt wurde um 0,5 bis 2 % kleiner hergestellt als die nominale Geometrie des Endbauteils, so dass die Wärmedehnung beim Aufheizen hierdurch kompensiert wird.

[0049] Die durch die genannten Prozesse hergestellten Formteile sollen kalt umgeformt sein, wobei deren Dimensionen innerhalb des vom Kunden für das Fertigteil geforderten Toleranzfeldes liegen. Wenn bei der vorgenannten Kaltumformung größere Toleranzen auftreten, so können diese teilweise nachträglich, geringfügig, während des Formhärteprozesses, auf den noch eingegangen wird, korrigiert werden. Die Toleranzkorrektur im Formhärteprozess wird jedoch vorzugsweise nur für Formabweichungen durchgeführt. Derartige Formabweichungen können somit nach Art eines Warmkalibrierens korrigiert werden. Der Korrekturprozess soll jedoch möglichst nur auf einen Biegevorgang beschränkt werden, wobei Schneidkanten, die von der Werkstoffmenge abhängig sind (in Relation zur Formkante) nachträglich nicht beeinflusst werden sollen und können, d.h., dass, wenn die Geometrie der Schneidkanten in den Teilen nicht korrekt ist, im Formhärtewerkzeug keine Korrektur durchgeführt werden kann. Zusammenfassend kann man somit feststellen, dass der Toleranzbereich bzgl. der Schneidkanten dem Toleranzbereich während des Kaltumformens und des Formhärteprozesses entspricht.

[0050] Vorzugsweise sollen innerhalb eines Formteils keine markanten Falten vorhanden sein, da dann die Gleichmäßigkeit des Druckbildes und ein gleichmäßiger Formhärteprozess nicht zu gewährleisten sind.

[0051] Nachdem das Bauteil vollständig geformt wurde wird das verformte und beschnittene Teil auf eine Glüh Temperatur von über 780°C insbesondere 800°C bis 950°C erhitzt und einige Sekunden bis zu einigen Minuten auf dieser Temperatur gehalten, zumindest jedoch solange bis eine gewünschte Austenitisierung stattgefunden hat.

[0052] Nach dem Glühprozess wird das Bauteil dem erfindungsgemäßen Formhärteschritt unterzogen. Für den erfindungsgemäßen Formhärteschritt wird das Bauteil in ein Werkzeug innerhalb einer Presse eingelegt, wobei dieses Formhärtewerkzeug der Soll-Endgeometrie des fertigen Bauteils, das heißt der Größe des kalt hergestellten Bauteils inklusive der Wärmedehnung vorzugsweise entspricht.

[0053] Hierzu besitzt das Formhärtewerkzeug eine Geometrie bzw. Kontur die im Wesentlichen der Geometrie bzw. Kontur des Kalt-Umformwerkzeuges entspricht, jedoch 0,5 bis 2 % größer ist (bezüglich aller drei Raumachsen). Angestrebt wird beim Formhärten ein vollflächiger Formschluss zwischen dem Formhärtewerkzeug und dem zu härtenden Werkstück bzw. Bauteil unmittelbar nach dem Schließen des Werkzeuges.

[0054] Das Formteil wird mit einer Temperatur von ca. 740°C bis 910°C, vorzugsweise 780°C bis 840°C in das Formhärtewerkzeug gelegt, wobei die vorhergegangene Kaltumformung wie bereits ausgeführt die Wärmedehnung des Teiles bei diesem Einlege Temperatur-Bereich berücksichtigt.

[0055] Durch die erfindungsgemäße Verzinkung des Bauteils kann eine Einlegetemperatur von 780°C bis 840°C auch noch dann erreicht werden, wenn die Glüh Temperatur des kalt umgeformten Bauteils zwischen 800°C und 850°C liegt, da die spezielle, erfindungsgemäße Zinkschicht - gegenüber nicht beschichteten Blechen - eine schnelle Auskühlung vermindert. Dies hat zum Vorteil, dass die Teile weniger hoch erhitzt werden müssen und insbesondere eine Erhitzung

auf über 900°C vermieden werden kann. Dies hat wiederum eine Wechselwirkung mit der Zinkbeschichtung zur Folge, da die Zinkbeschichtung bei etwas niedrigeren Temperaturen weniger in Mitleidenschaft gezogen wird.

[0056] Nachfolgend wird das Aufheizen und Formhärten beispielhaft näher erläutert.

[0057] Für die Durchführung des Formhärteprozesses wird insbesondere ein Teil zunächst von einem Roboter von einem Transportband abgenommen und in eine Markierstation eingelegt, damit jedes Teil nachvollziehbar vor dem Formhärten markiert werden kann. Anschließend legt der Roboter das Teil auf einen Zwischenträger, wobei der Zwischenträger über ein Transportband in einem Ofen läuft und das Teil erwärmt wird.

[0058] Für das Aufheizen wird beispielsweise ein Durchlaufofen mit Konvektionserwärmung verwendet. Jedoch sind auch jegliche andere Wärmeaggregate bzw. Öfen verwendbar, insbesondere auch Öfen, in denen die Formteile elektromagnetisch oder mit Mikrowellen aufgeheizt werden. Das Formteil durchläuft auf dem Träger den Ofen, wobei der Träger vorgesehen ist, damit die Korrosionsschutzbeschichtung beim Erwärmen nicht auf Rollen des Durchlaufofens übertragen oder von diesem abgerieben wird.

[0059] Im Ofen werden die Teile auf eine Temperatur erwärmt, die über der Austenitisierungstemperatur der verwendeten Legierung liegt. Da die Zinkschicht, wie bereits ausgeführt, nicht besonders stabil ist, wird die maximale Temperatur der Teile so niedrig wie möglich gehalten, wobei dies, wie bereits ausgeführt, insbesondere dadurch ermöglicht wird, dass das Teil durch die Zinkschicht anschließend langsamer auskühlt.

[0060] Nach dem Erwärmen der Teile auf Maximaltemperatur muss, um eine vollständige Härtung und einen ausreichenden Korrosionsschutz zu erhalten, ab einer bestimmten Mindesttemperatur (>700°C) mit einer minimalen Abkühlgeschwindigkeit von >20K/s abgekühlt werden. Diese Abkühlgeschwindigkeit wird beim anschließenden Formhärten erreicht.

[0061] Hierfür nimmt ein Roboter das Teil, abhängig auch von der Dicke bei 780°C bis 950°C, insbesondere 860°C bis 900°C aus dem Ofen und legt es in das Formhärtewerkzeug ein. Während des Manipulierens verliert das Formteil ungefähr 10°C bis 80°C insbesondere 40°C, wobei der Roboter zum Einlegen vorzugsweise so ausgeführt ist, dass er mit hoher Geschwindigkeit das Teil maßgenau in das Formhärtewerkzeug einlegt. Das Formteil wird vom Roboter auf einem Teileheber abgelegt und anschließend die Presse rasch heruntergefahren, wobei der Teilheber verdrängt und das Teil fixiert wird. Hierdurch wird sichergestellt, dass das Bauteil sauber positioniert und geführt wird, bis das Werkzeug geschlossen ist. Zu dem Zeitpunkt zu dem die Presse und somit das Formhärtewerkzeug geschlossen sind, hat das Teil noch eine Temperatur von mindestens 780°C. Die Oberfläche des Werkzeuges hat eine Temperatur von weniger als 50°C, wodurch das Teil rasch auf 80°C bis 200°C abgekühlt wird. Je länger das Teil im Werkzeug festgehalten wird, desto besser ist die Maßgenauigkeit.

[0062] Das Werkzeug wird hierbei durch Thermoschock belastet, wobei es das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht, insbesondere wenn beim Formhärteschritt keine Umformschritte durchgeführt werden, das Werkzeug bzgl. seines Grundwerkstoffs auf eine hohe Thermoschockbeständigkeit auszulegen. Bei herkömmlichen Verfahren müssen die Werkzeuge zudem noch eine hohe Abrasionsbeständigkeit aufweisen, die jedoch im vorliegenden Fall keine wesentliche Rolle spielt und insofern das Werkzeug verbilligt.

[0063] Beim Einlegen des Formteils ist darauf zu achten, dass das komplett beschnittene und gelochte Teil korrekt passend in das Formhärtewerkzeug eingelegt wird, wobei kein überschüssiges Material und kein Materialüberstand vorhanden sein soll. Winkel können durch einfaches Biegen korrigiert werden, es kann jedoch kein überschüssiger Werkstoff eliminiert werden. Deshalb müssen am kaltumgeformten Teil die Schnittkanten in Relation zu den Formkanten maßgenau geschnitten sein. Die Beschneidkanten sollen beim Formhärten fixiert werden, um Versetzungen der Schnittkanten zu vermeiden.

[0064] Anschließend nimmt ein Roboter die Teile aus der Presse und legt diese auf einem Gestell ab, wo sie weiter abkühlen. Die Abkühlung kann, wenn dies gewünscht ist, durch zusätzliches Anblasen von Luft beschleunigt werden.

[0065] Durch die erfindungsgemäße Formhärtung ohne nennenswerte Umformschritte und bei einem im Wesentlichen vollflächigen Formschluss von Werkzeug und Werkzeugstück ist es gewährleistet, dass alle Bereiche des Werkstücks definiert und von allen Seiten gleichzeitig uniform gekühlt werden. Bei üblichen Umformprozessen erfolgt eine nachvollziehbare definierte Abkühlung erst dann, wenn der Umformprozess soweit gediehen ist, dass das Material an beiden Formhälften anliegt. Im vorliegenden Fall liegt das Material jedoch vorzugsweise sofort allseitig formschlüssig an den Formhälften an.

[0066] Zudem ist von Vorteil, dass auf der Blechoberfläche vorhandene Korrosionsschutzschichten und insbesondere Schichten, die durch das Feuerverzinken aufgebracht wurden, nicht verletzt werden.

[0067] Ferner ist von Vorteil, dass im Gegensatz zu bisherigen Verarbeitungsprozessen ein teures Endbeschneiden nach dem Härten nicht mehr notwendig ist. Hierdurch ergibt sich ein erheblicher Kostenvorteil. Da das Verformen beziehungsweise Umformen im Wesentlichen im kaltem Zustand vor dem Härten geschieht, wird die Komplexität des Bauteils im Wesentlichen nur durch die Verformungseigenschaften des kaltem ungehärteten Materials bestimmt. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich dadurch erheblich komplexere gehärtete Bauteile in höherer Qualität herstellen, als bisher.

[0068] Ein zusätzlicher Vorteil ist die geringe Beanspruchung des Formhärtewerkzeugs aufgrund der vollständig vor-

handenen Endgeometrie im kalten Zustand. Hierdurch kann eine wesentlich höhere Werkzeugstandzeit und Maßhaltigkeit erreicht werden, was wiederum eine Kostenreduktion bedeutet.

[0069] Dadurch, dass die Teile nicht so hoch gegläht werden müssen kann Energie gespart werden.

[0070] Aufgrund der definierten Abkühlung des Werkstücks in allen Teilen ohne einen die Kühlung negativ beeinflussenden zusätzlichen Umformprozess kann die Anzahl der Bauteile die nicht innerhalb der Vorgaben liegen deutlich gesenkt werden, so dass wiederum die Herstellkosten gesenkt werden können.

[0071] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird das Formhärten so durchgeführt, dass ein Anliegen des Werkstücks an den Formhälften bzw. ein Formschluss zwischen Werkstück und Werkzeug lediglich an den eng tolerierten Bereichen wie den Schnitt- und Formkanten, den Formflächen und gegebenenfalls in den Bereichen des Lochbildes erfolgt.

[0072] Hierbei wird der Formschluss in diesem Bereichen derart herbeigeführt, dass diese Bereiche so sicher gehalten und geklemmt werden, dass weniger eng tolerierte Bereiche eine Warmumformung im Werkzeug Verfahren können, ohne dass die bereits maß- und lagegenau eng tolerierten Bereiche negativ beeinflusst und insbesondere Verzogen werden.

[0073] Selbstverständlich wird auch bei dieser vorteilhaften Ausführungsform die Wärmedehnung, die das Bauteil beim Einlegen in das Formwerkzeug noch inne hat, in bereits beschriebener Weise berücksichtigt.

[0074] Bei dieser vorteilhaften Ausführungsform ist es jedoch zudem möglich, die nicht eng tolerierten Bereiche, entweder durch Nichtanliegen einer oder beiden Formwerkzeughälften langsamer abzukühlen und dort durch das langsamere Abkühlen andere Härtegrade zu erreichen, oder in diesen Bereichen eine gewünschte Warmumformung zu erzielen, ohne dass die eng tolerierten Bereiche beeinflusst werden. Dies kann beispielsweise durch zusätzliche Stempel in den Formwerkzeughälften erfolgen. Wesentlich ist, wie bereits ausgeführt jedoch auch bei dieser bevorzugten Ausführungsform, dass die eng tolerierten Bereiche beim Formhärten bzgl. einer Umformung unbeeinflusst bleiben.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von gehärteten Bauteilen aus Stahlblech, umfassend die Verfahrensschritte:

Kaltumformen von Formteilen aus einem mit einem kathodischen Korrosionsschutz versehenen Stahlblech; gefolgt von einer Wärmebehandlung zum Zwecke der Austenitisierung, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) vor, beim oder nach dem Kaltumformen des Formteils ein Endbeschnitt des Formteils und erforderliche Ausstanzungen oder die Erzeugung eines Lochbildes vorgenommen werden, wobei

b) die Kaltumformung und der Beschnitt sowie die Ausstanzungen und die Anordnung eines Lochbildes auf dem Bauteil derart vorgenommen werden, dass das Formteil 0,5 % bis 2 % kleiner ist als das endgehärtete Bauteil, wobei

c) das zur Wärmebehandlung kalt umgeformte Formteil anschließend zumindest teilbereichsweise unter Zutritt von Luftsauerstoff auf eine Temperatur erhitzt wird, welche eine Austenitisierung des Stahlwerkstoffes ermöglicht, und

d) das erhitzte Bauteil anschließend in ein Formhärtewerkzeug überführt wird und im Formhärtewerkzeug eine Formhärtung durchgeführt wird, bei der durch Anlegen und Pressen (Halten) des Bauteils durch die Formhärtewerkzeuge das Bauteil gekühlt und **dadurch** gehärtet wird, und

e) die kathodische Korrosionsschutzbeschichtung aus einer Mischung aus im Wesentlichen Zink besteht und die Mischung zudem ein oder mehrere sauerstoffaffine Elemente in eine Gesamtmenge von 0,1 Gew.-% bis 15 Gew.-% bezogen auf die gesamte Mischung enthält, wobei als sauerstoffaffine Elemente in der Mischung Magnesium und/oder Silizium und/oder Titanium und/oder Calcium und/oder Aluminium verwendet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kathodische Korrosionsschutzbeschichtung eine Beschichtung ist, die im Schmelztauchverfahren aufgebracht wird, wobei die Beschichtung bei der Erhitzung des Stahlblechs auf die zum Härten notwendige Temperatur auf der Beschichtung eine oberflächliche Haut aus einem Oxid des oder der sauerstoffaffinen Elemente gebildet wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** 0,2 Gew.-% bis 5 Gew.-% der sauerstoffaffinen Elemente verwendet werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** 0,26 Gew.-% bis 2,5 Gew.-% der sauerstoffaffinen Elemente verwendet werden.

EP 1 651 789 B1

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als sauerstoffaffines Element im Wesentlichen Aluminium verwendet wird.
- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung mit der Mischung aus Zink und den sauerstoffaffinen Elementen im Durchlauf durch ein Flüssigmetallbad bei einer Temperatur 425°C bis 690°C mit anschließender Abkühlung des beschichteten Bleches erfolgt.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung mit der Mischung aus Zink und den sauerstoffaffinen Elementen im Durchlauf durch ein Flüssigmetallbad bei einer Temperatur von 440°C bis 495°C mit anschließender Abkühlung des beschichteten Bleches erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltezeit über der Austenitisierungstemperatur bis 10 Minuten beträgt.
- 15 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltetemperatur bei der Aufheizphase maximal 780 bis 950°C beträgt.
- 20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil im Wesentlichen gleichzeitig vollflächig und mit gleicher Kraft von den Formwerkzeughälften gepresst und gehärtet wird.

Claims

- 25 1. Method for producing hardened components from steel sheet, comprising the method steps:
- cold forming of formed parts from a steel sheet provided with a corrosion protection; followed by a heat treatment for the purpose of austenitization, **characterised in that**
- 30 a) a final trimming of the formed part and necessary punching processes or the production of a hole pattern are being carried out prior to, during or subsequent to the cold forming of the formed part, wherein
- b) the cold forming and the trimming as well as the punching processes and the arrangement of the hole pattern on the component are carried out such that the formed part is 0.5 % to 2% smaller than the finished hardened component, wherein
- 35 c) the formed part cold-formed for heat treatment is then heated at least in partial areas under the admission of atmospheric oxygen to a temperature which permits an austenitization of the steel material, and
- d) the heated component is then transferred to a form hardening tool, and a form hardening is carried out in the form hardening tool, wherein the component is cooled by contacting and pressing (holding) of the component by the form hardening tools and is hardened thereby, and
- 40 e) the cathodic corrosion-protective coating consists of a mixture of, substantially, zinc, and the mixture additionally contains one or more oxygen-affine elements in a total amount of 0.1 % by wt to 15 % by wt relative to the total mixture, wherein magnesium and/or silicon and/or titanium and/or calcium and/or aluminium are used as oxygen-affine elements in the mixture.
- 45 2. Method according to claim 1, **characterised in that** the cathodic corrosion-protective coating is a coating which is applied by means of the hot-dip process, wherein a surface skin of an oxide of the oxygen-affine element(s) is formed on the coating during the heating of the steel sheet to the temperature required for hardening.
- 50 3. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** 0.2 % by wt to 5 % by wt of the oxygen-affine elements are used.
- 55 4. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** 0.26 % by wt to 2.5 % by wt of the oxygen-affine elements are used.
5. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that**, substantially, aluminium is used as the oxygen-affine element.
6. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** coating is carried out with the mixture of zinc and the oxygen-affine elements in the course of passing through a liquid metal bath at a temperature of

425°C to 690°C, with subsequent cooling of the coated sheet.

- 5 7. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** coating is carried out with the mixture of zinc and the oxygen-affine elements in the course of passing through a liquid metal bath at a temperature of 440°C to 495°C, with subsequent cooling of the coated sheet.
- 10 8. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the holding time above the austenitizing temperature is up to 10 minutes.
9. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the holding temperature in the heating phase is maximally 780 to 950°C.
- 15 10. Method according to any one of the claims 1 to 10, **characterised in that** the formed part is pressed and hardened by the forming tool halves substantially simultaneously over the entire surface and with the same force.

Revendications

- 20 1. Procédé pour fabriquer des pièces durcies en tôle d'acier, comprenant les étapes de procédé suivantes :
- mise en forme à froid de pièces conformées à partir d'une tôle d'acier pourvue d'une protection anticorrosion cathodique, suivie d'un traitement à chaud dans le but d'obtenir une austénitisation,
- caractérisé en ce que**
- 25 a) avant, pendant ou après la mise en forme à froid de la pièce conformée, on exécute une découpe finale de la pièce conformée et les poinçonnages nécessaires ou on produit un motif de trous, dans lequel
- b) la mise en forme à froid et la découpe ainsi que les poinçonnages et la réalisation d'un motif de trous sont exécutés sur la pièce de telle manière que la pièce conformée est plus petite de 0,5 % à 2 % que la
- 30 c) la pièce conformée mise en forme à froid en vue du traitement thermique est ensuite chauffée au moins dans des régions partielles avec admission d'oxygène de l'air à une température qui permet une austénitisation du matériau en acier, et
- d) la pièce chauffée est ensuite transférée dans un outil de durcissement en forme et on exécute un durcissement en forme dans l'outil de durcissement en forme, dans lequel la pièce est refroidie par contact
- 35 et pressage (maintien) de la pièce par les outils de durcissement en forme et est ainsi durcie, et
- e) le revêtement de protection anticorrosion cathodique est constitué d'un mélange comprenant essentiellement du zinc, et le mélange contient en outre un ou plusieurs éléments présentant une affinité vis-à-vis de l'oxygène dans une quantité totale de 0,1 % à 15 % en poids, par référence à la totalité du mélange, dans lequel on utilise dans le mélange à titre d'éléments présentant une affinité vis-à-vis de l'oxygène du
- 40 magnésium et/ou du silicium et/ou du titane et/ou du calcium et/ou de l'aluminium.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le revêtement de protection anticorrosion cathodique est un revêtement qui est appliqué par un procédé d'immersion dans un bain en fusion, dans lequel, lors du chauffage de la tôle d'acier à la température nécessaire pour le durcissement, il se forme sur le revêtement une peau superficielle
- 45 d'un oxyde de l'élément ou des éléments présentant une affinité vis-à-vis de l'oxygène.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on utilise de 0,2 % à 5 % en poids des éléments présentant une affinité vis-à-vis de l'oxygène.
- 50 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on utilise de 0,26 % à 2,5 % en poids des éléments présentant une affinité vis-à-vis de l'oxygène.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on utilise essentiellement de l'aluminium à titre d'élément présentant une affinité vis-à-vis de l'oxygène.
- 55 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le revêtement avec le mélange de zinc et des éléments présentant une affinité vis-à-vis de l'oxygène a lieu par traversée d'un bain de métal liquide à une température de 425°C à 690°C avec refroidissement successif de la tôle revêtue.

EP 1 651 789 B1

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le revêtement avec le mélange de zinc et des éléments présentant une affinité vis-à-vis de l'oxygène a lieu par traversée d'un bain de métal liquide à une température de 440°C à 495°C avec refroidissement successif de la tôle revêtue.

5 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le temps de maintien au-dessus de la température d'austénitisation s'élève jusqu'à 10 minutes.

10 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la température de maintien lors de la phase de chauffage s'élève au maximum à 780 à 950°C.

15 10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la pièce conformée est pressée et durcie sensiblement simultanément sur toute sa surface et avec la même force par les moitiés de l'outillage de mise en forme.

20

25

30

35

40

45

50

55

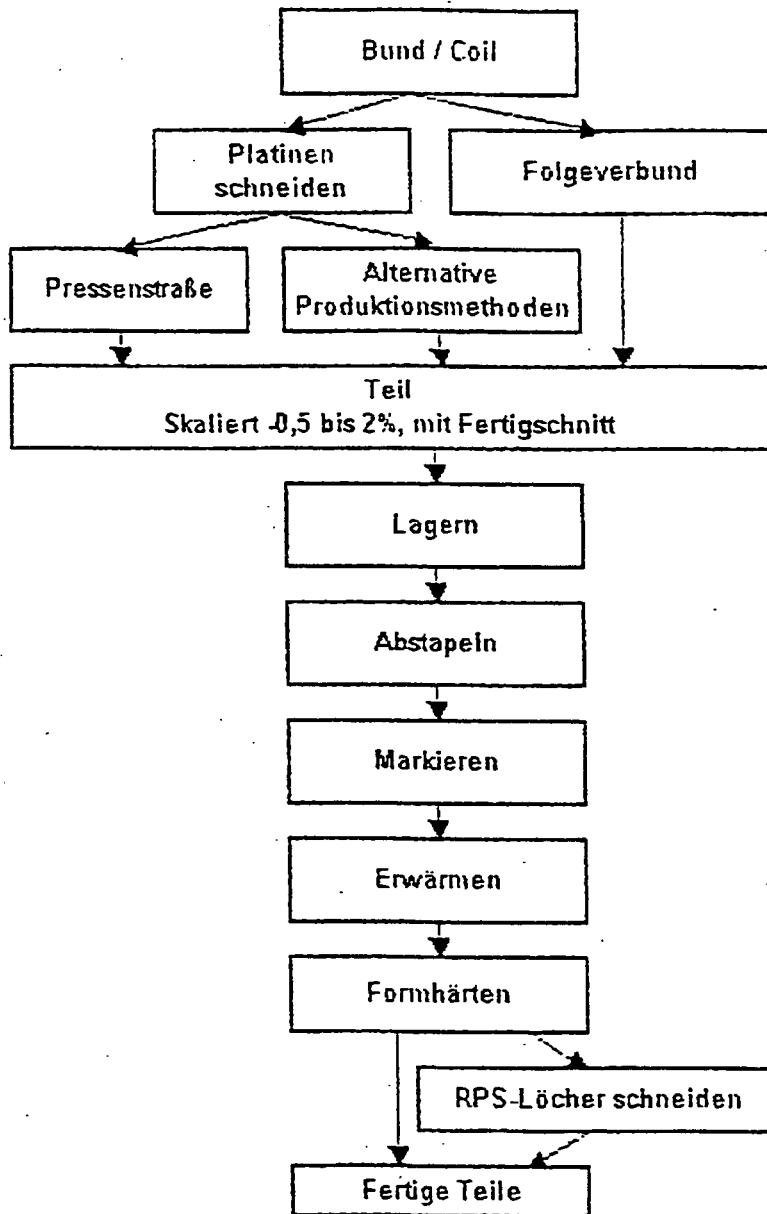


Fig. 1

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

- GB 1490535 A [0009]
- EP 1253208 A1 [0010]
- DE 19723655 A1 [0011]
- DE 10049660 A1 [0012]
- DE 2003306 [0013]
- DE 10120063 C2 [0014]
- US 6564604 B2 [0015]
- EP 1013785 A1 [0017]
- DE 10254695 B3 [0018]