

(19)



(11)

**EP 1 939 308 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**02.07.2008 Patentblatt 2008/27**

(51) Int Cl.:  
**C21D 1/18** (2006.01) **C21D 1/673** (2006.01)  
**C22C 38/02** (2006.01) **C22C 38/04** (2006.01)  
**C22C 38/14** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07119115.9**

(22) Anmeldetag: **23.10.2007**

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

- **Dr.-Ing. Bian, Jian**  
**47057 Duisburg (DE)**
- **Dr.-Ing. Lenze, Franz-Josef**  
**57368 Lennestadt (DE)**
- **Sikora, Sascha**  
**44534 Lünen (DE)**

(30) Priorität: **14.11.2006 DE 102006053819**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Bleichstrasse 14**  
**40211 Düsseldorf (DE)**

(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Steel AG**  
**47166 Duisburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Berndsen, Horst**  
**47169 Duisburg (DE)**

(54) **Verfahren zum Herstellen eines Bauteils durch Wärmepresshärten und hochfestes Bauteil mit verbesserter Bruchdehnung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren, das es erlaubt, komplex geformte Bauteile aus Stahl herzustellen, die eine optimierte Kombination aus ausreichend hoher Festigkeit, überlegener Bruchdehnung sowie ausreichender Zähigkeit besitzen. Dies wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Herstellen eines Bauteils durch Wärmepresshärten eines Blechteils bewerkstelligt, das aus einem Stahl erzeugt ist, der neben Eisen und unvermeidbaren Verunreinigungen (in Gew.-%) C: 0,10 - 0,45 %, Si: 0,05 - 0,50 %, Mn: 0,8 - 1,7 %, Cr: 0,05 - 0,6 %, P: max. 0,015 %, S: max. 0,003 %, sowie optional eines oder mehrere der folgenden Legierungselemente Al: 0,01 -

0,05 %, N: 0,002 - 0,005 %, Ti: 0,01 - 0,1 %, B: 0,0008 - 0,008 %, enthält, wobei das Blechteil für das Wärmepresshärten auf eine zwischen der  $A_{c1}$  - und der  $A_{c3}$ -Temperatur des Stahls liegende Temperatur erwärmt wird und das so erwärmte Blechteil, erforderlichenfalls nach einer zwischengeschalteten Abkühlung, wärmepressgehärtet wird, so dass das nach dem Wärmepressen erhaltene Bauteil ein Gefüge besitzt, in dem Anteile an Ferrit und Martensit vorhanden sind. Ebenso betrifft die Erfindung ein in entsprechender Weise beschaffenes Bauteil, das eine optimierte Eigenschaftskombination aufweist.

**EP 1 939 308 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines hochfesten Bauteils mit verbesserter Bruchdehnung durch Warmpresshärten und ein hochfestes Bauteil mit verbesserter Bruchdehnung und Zähigkeit.

**[0002]** Beim Warmpresshärten von Blechzuschnitten, die von kalt- oder warmgewalztem Stahlband abgeteilt sind, werden die Blechzuschnitte auf eine Verformungstemperatur erwärmt und im erwärmten Zustand in das Werkzeug einer Umformpresse gelegt. Im Zuge der anschließend durchgeführten Umformung erfährt der Blechzuschnitt bzw. das aus ihm geformte Bauteil durch den Kontakt mit dem kühlen Werkzeug eine schnelle Abkühlung, durch die sich im Bauteil Härtegefüge ergibt. Unterstützt werden kann die schnelle Abkühlung dabei dadurch, dass das Werkzeug selbst aktiv gekühlt wird.

**[0003]** Wie im Artikel "Potenziale für den Karosserieleichtbau", erschienen in der Messezeitung der ThyssenKrupp Automotiv AG zur 61. Internationalen Automobilausstellung in Frankfurt, 15.-25. September 2005, berichtet, wird das Warmpresshärten in der Praxis insbesondere für die Herstellung von hochfesten Karosseriebauteilen aus borlegierten Stählen angewendet. Ein typisches Beispiel für einen solchen Stahl ist der unter der Bezeichnung 22MnB5 bekannte Stahl, der im Stahlschlüssel 2004 unter der Werkstoffnummer 1.5528 zu finden ist.

**[0004]** Ein mit dem Stahl 22MnB5 vergleichbarer Stahl ist aus der JP 2006104526 A bekannt. Dieser bekannte Stahl enthält neben Fe und unvermeidbaren Verunreinigungen (in Gew.-%) 0,05 - 0,55 % C, max. 2 % Si, 0,1 - 3 % Mn, max. 0,1 % P und max. 0,03 % S. Zur Härtesteigerung können dem Stahl zusätzlich Gehalte von 0,0002 - 0,005 % B und 0,001 - 0,1 % Ti zugegeben werden. Der jeweilige Ti-Gehalt dient dabei zum Abbinden des in dem Stahl vorhandenen Stickstoffs. Auf diese Weise kann das im Stahl vorhandene Bor seine festigkeitssteigernde Wirkung möglichst vollständig entfalten.

**[0005]** Gemäß der JP 2006104526 A werden aus dem derart zusammengesetzten Stahl zunächst Bleche gefertigt, die dann auf eine oberhalb der  $A_{c3}$ -Temperatur, typischerweise im Bereich von 850 - 950°C, liegende Temperatur vorgewärmt werden. Bei der anschließend im Presswerkzeug erfolgenden, von diesem Temperaturbereich ausgehenden schnellen Abkühlung bildet sich im aus dem jeweiligen Blechzuschnitt pressgeformten Bauteil das die angestrebten hohen Festigkeiten gewährleistende martensitische Gefüge. Günstig wirkt sich dabei aus, dass sich die auf das genannte Temperaturniveau erwärmten Blechteile bei relativ geringen Umformkräften zu komplex geformten Bauteilen umformen lassen. Dies gilt insbesondere auch für solche Blechteile, die aus hochfestem Stahl gefertigt und mit einer Korrosionsschutzbeschichtung versehen sind.

**[0006]** Die auf die voranstehend erläuterte Weise aus borlegierten Stählen erzeugten Bauteile erreichen Festigkeiten von über 1500 MPa. Allerdings hat das dazu

benötigte vollständig martensitische Gefüge der Bauteile zur Folge, dass die Bauteile eine für viele Anwendungen unzureichende Restbruchdehnung von 5 - 6 % besitzen.

**[0007]** Die relativ geringe Restbruchdehnung geht mit einer geringen Zähigkeit einher. Diese führt bei Anwendungen, bei denen es auf ein gutes Verformungsverhalten im Falle eines Crashes ankommt, dazu, dass Bauteile, die aus den bekannten borlegierten Stählen in der bekannten Weise hergestellt sind, diese Anforderung häufig nicht mehr erfüllen können. Dies gilt insbesondere dann, wenn es sich bei den herzustellenden Bauteilen um Teile für eine Automobilkarosserie handelt.

**[0008]** Der Erfindung lag daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zu schaffen, das es erlaubt, komplex geformte Bauteile aus Stahl herzustellen, die einerseits eine ausreichend hohe Festigkeit und gute Bruchdehnung sowie andererseits eine ausreichende Zähigkeit besitzen, um den in der Praxis an sie gestellten Anforderungen zu genügen. Darüber hinaus sollte ein Bauteil angegeben werden, dessen Eigenschaftsspektrum einerseits unter Normalbedingungen eine hohe Formstabilität und andererseits bei einem Unfall ein hohes Energieaufnahmevermögen gewährleistet.

**[0009]** In Bezug auf das Verfahren ist die voranstehend angegebene Aufgabe durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst worden. Vorteilhafte Ausgestaltungen dieses Verfahrens sind in den auf Anspruch 1 rückbezogenen Ansprüchen angegeben.

**[0010]** In Bezug auf das Bauteil ist die voranstehend angegebene Aufgabe durch den Gegenstand von Anspruch 8 gelöst worden. Vorteilhafte Ausgestaltungen dieses Bauteils sind in den auf Anspruch 8 rückbezogenen Ansprüchen angegeben.

**[0011]** Die Erfindung basiert auf der Grundüberlegung, eine vollständige Martensithärtung des Bauteiles beim Presshärten zu vermeiden. Stattdessen wird gemäß der Erfindung in dem jeweils herzustellenden, erfindungsgemäß beschaffenen Bauteil ein Mischgefüge erzeugt, das einerseits eine überraschend hohe Festigkeit und andererseits hohe Dehnungswerte und eine für den jeweiligen Anwendungszweck ausreichende Zähigkeit des erfindungsgemäßen Bauteils gewährleistet.

**[0012]** Um dies zu erreichen, werden erfindungsgemäß Blechteile warmpressgehärtet, die aus einem hinsichtlich seiner Zusammensetzung an sich bekannten Stahl erzeugt sind. Dessen Legierungsgehalte (C: 0,10 - 0,45 %, Si: 0,05 - 0,50 %, Mn: 0,8 - 1,7 %, Cr: 0,05 - 0,6 %, P: max. 0,015 %, S: max. 0,003 %, sowie optional eines oder mehrere der folgenden Legierungselemente Al: 0,01 - 0,05 %, N: 0,002 - 0,005 %, Ti: 0,01 - 0,1 %, B: 0,0008 - 0,008 %, Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen, Angaben in Gew.-%) sind so aufeinander abgestimmt, dass er von Haus aus ein hohes Festigkeitspotenzial besitzt.

**[0013]** Anders als im Stand der Technik wird das aus diesem Stahl bestehende Blechteil gemäß der Erfindung jedoch nur auf eine Temperatur erwärmt, bei der die Austenitisierung noch nicht abgeschlossen ist. Vielmehr

wird erfindungsgemäß für das Presshärten eine Erwärmungstemperatur gewählt, die zwischen den für den jeweiligen Stahl ermittelten  $A_{c1}$ - und  $A_{c3}$ -Temperaturen liegt ( $A_{c1}$ -Temperatur: Temperatur, bei der die Umwandlung in Austenit einsetzt;  $A_{c3}$ -Temperatur: Temperatur, bei der die Umwandlung in Austenit abgeschlossen ist). Bei diesen Erwärmungstemperaturen weist das jeweils verarbeitete Blech ein aus Austenit und Ferrit bestehendes Mischgefüge auf.

**[0014]** Gemäß der Erfindung findet somit lediglich eine "Teilaustenitisierung" des Blechteils statt, bei der das vor der Erwärmung vorhandene Ferrit-Gefüge des jeweils verarbeiteten Blechs zu einem für die Eigenschaften des erhaltenen Bauteils entscheidenden Anteil erhalten bleibt.

**[0015]** Im Zuge der erfindungsgemäß vorgenommenen Teilaustenitisierung des jeweiligen Blechteils werden somit nur die Gefügebestandteile der kohlenstoffreichen Phasen wie Perlit, Bainit, Martensit und Zementit in Austenit umgewandelt. Abhängig von der jeweils gewählten Temperaturhöhe der Teilaustenitisierung wandelt sich zusätzlich auch ein Teil des in dem Blechteil ursprünglich vorhandenen Ferrits in Austenit um.

**[0016]** Die Erwärmung der Blechteile wird erfindungsgemäß jedoch stets so gesteuert, dass nach der Erwärmung im Blechteil Ferrit und Austenit nebeneinander vorliegen. Die jeweilige Größe der Anteile an Ferrit und Austenit kann dabei über die Erwärmungstemperatur gesteuert werden.

**[0017]** Bei der anschließenden Presshärtung des in erfindungsgemäßer Weise erwärmten Blechs wandelt sich der austenitische Gefügeanteil in Martensit um. Dieser Martensitanteil sorgt im fertigen Bauteil für die hohe Festigkeit. Hingegen ist der nach dem Erwärmen im Blech vorhandene Ferritanteil auch nach dem Presshärten im Bauteil noch erhalten und sorgt für die gewünscht hohe Bruchdehnung und verbesserte Zähigkeit.

**[0018]** Da der Kohlenstoffgehalt im Austenit bei der erfindungsgemäßen Teilaustenitisierung jeweils deutlich höher ist als der Gesamtkohlenstoffgehalt des Stahles (beispielsweise ist bei einem Gefüge mit jeweils 50% Austenit und 50% Ferrit der C-Gehalt des Austenits etwa doppelt so hoch, wie der C-Gehalt des Stahls insgesamt), bleibt der Austenit bis zum Presshärten im Wesentlichen stabil. Dies ermöglicht eine sichere Prozessführung während der Presshärtung.

**[0019]** Bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise wird folglich im jeweils erhaltenen Bauteil gezielt eine Mikrostruktur eingestellt, die der von Dualphasenstählen gleicht. Über die Größe der Anteile von Martensit und Ferrit kann dabei direkt eingestellt werden, ob beim erfindungsgemäß erzeugten Bauteil die Festigkeit, die Bruchdehnung und/oder die Zähigkeit im Vordergrund steht.

**[0020]** Bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise wird die Bildung der Anteile an Martensit unmittelbar durch die Wahl einer geeigneten Erwärmungstemperatur beeinflusst. Nahe der  $A_{c3}$ -Temperatur liegende Erwärmungstemperaturen führen im fertigen Bauteil zu größeren Martensitanteilen und damit höherer Festigkeit, während durch niedrigere, nahe der  $A_{c1}$ -Temperatur liegende Erwärmungstemperaturen besonders gute Dehnungswerte erzielt werden können.

**[0021]** Die Dehnungskennwerte eines erfindungsgemäß erzeugten Bauteils sind stets größer als die korrespondierenden Werte, die für ein in bekannter Weise hergestelltes Bauteil mit vollmartensitiertem Gefüge ermittelt werden können. So lassen sich in erfindungsgemäßer Weise problemlos und gezielt hochfeste Bauteile erzeugen, deren Bruchdehnung um bis zum Doppelten größer ist als die Bruchdehnung eines in bekannter Weise hergestellten Bauteils.

**[0022]** Mit der Erfindung steht somit eine Möglichkeit zur Verfügung, für deren praktische Anwendung Maschinen benötigt werden, die im Vergleich zu den bisher bekannten Varianten der Warmumformung weniger aufwändig sind und somit geringere Beschaffungs- und Unterhaltskosten auslösen. Die Einsparungen werden dabei nicht nur durch die deutlich verringerten Anforderungen an die für die Erwärmung des Blechteils benötigte Wärmequelle, sondern auch durch die geringeren Anforderungen erreicht, die an das Umformwerkzeug gestellt werden. Durch die erfindungsgemäß niedrigeren Temperaturen wird der Kühlaufwand im Werkzeug minimiert. Darüber hinaus können Bauteile, die gemäß der Erfindung erzeugt werden, je nach Festigkeitsklasse mit konventionellen Schneidwerkzeugen beschnitten werden. Der teure Laserbeschnitt der erhaltenen Bauteile kann entfallen.

**[0023]** Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht dabei darin, dass sich bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise Bauteile erzeugen lassen, die eine optimale Kombination aus Festigkeit und Dehnbarkeit besitzen. Im Vergleich zu den bekannten Maßnahmen zur Einstellung eines bestimmten Festigkeits- und Dehnbarkeitsniveaus, wie beispielsweise dem nachträglichen Anlassen von konventionell pressgehärteten Bauteilen, bietet die Erfindung ein weiteres Einsparpotenzial. So erreichen erfindungsgemäß warmpressgehärtete Bauteile ein Festigkeitsniveau, das dem von konventionell pressgehärteten und anschließend bei Temperaturen von 300 - 400 °C angelassenen Bauteilen mit vollständig martensitischem Gefüge entspricht. Gleichzeitig liegen die Dehnungswerte erfindungsgemäß erzeugter Bauteile jedoch deutlich höher als die der konventionell pressgehärteten und angelassenen Bauteile. Daher steht mit dem erfindungsgemäß erzeugten Produkt bei minimiertem Produktionsaufwand ein Bauteil zur Verfügung, das dem Stand der Technik überlegene Eigenschaftskombination aus hohen Festigkeiten und sehr guten Dehnungseigenschaften besitzt.

**[0024]** Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich zur Verarbeitung von Blechteilen, die aus warm- oder kaltgewalzten Stahlbändern gewonnen sind. Erforderlichenfalls können die betreffenden Stahlbänder vor dem erfindungsgemäß durchgeführten Warmpresshärten ei-

ner Oberflächenveredelung unterzogen werden. Im Zuge dieser Oberflächenveredelung können sie beispielsweise feueraluminisiert (z. B. Beschichtung mit einer AlSi-(AS) oder AlZn-Schicht (AZ)), feuerverzinkt (z. B. Beschichtung mit einer einfachen Zink- (Z), einer Zinkeisen- (ZF) oder einer Zinkaluminiumschicht (ZA)) oder mit einer organisch-anorganisch Beschichtung (z. B. einer Lackbeschichtung, die einerseits einen Korrosionsschutz und andererseits eine Verbesserung der tribologischen Eigenschaften der Platine beim Presshärten bewirkt) versehen werden. Die Verwendung von oberflächenveredelten Blechteilen hat gerade bei der Durchführung des Warmpresshärtens den Vorteil, dass die auf das Grundsubstrat aufgetragene Beschichtung eine übermäßige Zunderbildung auf dem Blechteil verhindert, durch die das Ergebnis der Pressformgebung verschlechtert würde.

**[0025]** Solange im Warmpresswerkzeug eine ausreichend schnelle Abkühlung gewährleistet ist, ist der durch die Erfindung erzielte Erfolg unabhängig davon, wie das Warmpresshärten selbst durchgeführt wird. Dementsprechend kann im Rahmen der Erfindung das Warmformpresshärten direkt oder indirekt durchgeführt werden. Beim direkten Warmformpresshärten wird als Blechteil eine Platine verwendet, die in erfindungsgemäßer Weise erwärmt wird und aus der dann direkt, d. h. ohne weitere Verformungsschritte das jeweilige Bauteil geformt wird. Bei der indirekten Warmpresshärtung dagegen wird in mindestens einem Schritt aus einer Blechplatine ein beliebig geformtes Blechteil vorgeformt. Dieses vorgeformte Blechteil wird dann in erfindungsgemäßer Weise erwärmt und erhält beim anschließenden Warmpressformschritt seine endgültige Form.

**[0026]** An die erfindungsgemäß im Bereich der  $Ac_1$ - bis  $Ac_3$ -Temperaturen durchgeführte Erwärmung des jeweils warmpresszuhärtenden Blechteils kann sich bis zum Eintritt in das Warmpresshärtwerkzeug eine Abkühlung anschließen, damit mit Einsetzen des Umformvorgangs im Blechteil eine im Hinblick auf das jeweilige Arbeitsergebnis jeweils optimale Temperatur vorhanden ist. Diese Abkühlung kann beispielsweise im Zuge des Werkstücktransfers von der Erwärmungseinrichtung zum Presswerkzeug an Luft oder unter einem Schutzgas stattfinden, durch welches eine Verzunderung der Oberfläche des Blechteils verhindert werden soll.

**[0027]** Ein erfindungsgemäßes Bauteil zeichnet sich dadurch aus, dass es aus einem Stahl besteht, der neben Eisen und unvermeidbaren Verunreinigungen (in Gew.-%) C: 0,10 - 0,45 %, Si: 0,05 - 0,50 %, Mn: 0,8 - 1,7 %, Cr: 0,05 - 0,6 %, P: max. 0,015 %, S: max. 0,003 %, sowie optional eines oder mehrere der folgenden Legierungselemente Al: 0,01 - 0,05 %, N: 0,002 - 0,005 %, Ti: 0,01 - 0,1 %, B: 0,0008 - 0,008 %, enthält, wobei das Bauteil ein Mischgefüge mit Anteilen an Ferrit und Martensit aufweist und bei einer Bruchdehnung A80 von 6 - 14 % eine Zugfestigkeit von 800 - 1500 MPa besitzt.

**[0028]** Bevorzugt sind die Anteile an Martensit und Ferrit im Gefüge des erfindungsgemäßen Bauteils so

aufeinander abgestimmt, dass es eine Zugfestigkeit von 800 - 1100 MPa besitzt. Ein derart beschaffenes Bauteil erfüllt die meisten der sich in der Praxis hinsichtlich seiner Festigkeit gestellten Anforderungen und weist gleichzeitig eine optimierte Zähigkeit auf.

**[0029]** Ein durch Einstellung der entsprechenden Anteile an Martensit und Ferrit in seinem Gefüge optimal eingestelltes erfindungsgemäßes Bauteil zeichnet sich dabei dadurch aus, dass seine Bruchdehnung A80 im Bereich von 10 - 14 % beträgt.

**[0030]** Aufgrund ihres besonderen Eigenschaftsprofils eignen sich erfindungsgemäß beschaffene Bauteile insbesondere zur Verwendung als Teile von Fahrzeugkarosserien. So lassen sich erfindungsgemäße Bauteile problemlos so formen, dass sie als crashrelevante Bauelemente in einer Automobilkarosserie eingesetzt werden können, die einerseits eine ausreichende Steifigkeit der jeweiligen Karosserie gewährleisten, gleichzeitig jedoch in der Lage sein sollen, die bei einem Unfall plötzlich auftretende kinetische Energie sicher in Verformungsenergie umzuwandeln. Dementsprechend lassen sich in der erfindungsgemäßen Weise bevorzugt Stoßfängerverstärkungen, A-, B-, C- und D-Säulen sowie für diese Säulen bestimmte Verstärkungen, Schweller, Dachrahmen, Längsträger, Tunnelverstärkungen, Seitenaufprallfänger und Montageplatten für Automobilkarosserien herstellen.

**[0031]** Erfindungsgemäße Bauteile werden selbstverständlich besonders bevorzugt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt. Dieses erlaubt nicht nur die einfache Anpassung des Eigenschaftsprofils des jeweiligen Bauteils an seinen Verwendungszweck, sondern ermöglicht dadurch, dass die Blechteile vor ihrer Warmpresshärtung erfindungsgemäß nur auf eine auf verglichen mit dem Stand der Technik niedrige Erwärmungstemperatur, eine besonders kostengünstige Herstellung von hochfesten Bauteilen mit einer Zähigkeit, die der von konventionell erzeugten, rein martensitischen Bauteilen deutlich überlegen ist. Dabei zeigt sich, dass die erfindungsgemäß erzeugten Bauteile aufgrund der Zusammensetzung des erfindungsgemäß verwendeten Stahls und des besonderen Verarbeitungsweges auch ein hohes Bake-Hardening-Potenzial besitzen, welches eine zusätzliche Steigerung der Festigkeit erfindungsgemäßer Bauteile ermöglicht.

**[0032]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert.

**[0033]** In dem beigefügten Diagramm ist schematisch das dem erfindungsgemäßen Verfahren zu Grunde liegende Prinzip dargestellt. Auf der linken Seite des Diagramms ist dabei ein Ausschnitt des für einen Manganbor-Stahl erstellte Eisen-Kohlenstoff-Diagramm gezeigt, während auf der rechten Seite des Diagramms der Temperaturverlauf über die jeweiligen Arbeitsschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zu sehen ist. Demgemäß wird das jeweilige Blechteil zunächst innerhalb einer Zeit  $t_1$  auf eine zwischen der  $Ac_1$ - und der  $Ac_3$ -Temperatur des einen Kohlenstoffgehalt X aufweisenden Stahls, aus

dem es erzeugt ist, liegende Erwärmungstemperatur TE erwärmt. Anschließend wird es über eine für die angestrebte Teilaustenitisierung ausreichende Zeit t2 auf der Erwärmungstemperatur TE gehalten. Darauf folgt innerhalb einer Zeit t3 die Übergabe an das Warmpresshärtingwerkzeug, innerhalb der das Blechteil an Luft auf eine immer noch oberhalb der Ac<sub>1</sub>-Temperatur liegenden Verformungstemperatur TV abkühlt. Mit dieser Temperatur wird das Blechteil in das Warmpresshärtingwerkzeug gelegt, in dem es dann innerhalb einer kurzen Zeit t4 schnell auf eine weniger als 100 °C betragende Temperatur unter Umwandlung des während der Teilaustenitisierung gebildeten Austenits in Martensit abgekühlt wird.

**[0034]** Ein typischer, unter Einbeziehung der Erfindung ablaufender Prozess der Herstellung von Bauteilen, die insbesondere für den Bau von Automobilen geeignet sind, lässt sich wie folgt beschreiben:

- Stahlerzeugung mit Konverter;
- Vergießen des Stahls durch konventionellen Strangguss oder in einer Gießwalzanlage zu einem Vormaterial, wie Bramme oder Dünnbramme, wobei der Einsatz einer Gießwalzanlage bevorzugt ist;
- Warmwalzen bei einer 850-900°C betragenden Warmwalzendtemperatur;
- Haspeln des erhaltenen Warmbands bei einer 560 - 600 °C betragenden Haspeltemperatur;
- erforderlichenfalls Beizen des Warmbands.

**[0035]** Weist das Warmband bereits eine für die spätere Verwendung des aus ihm herzustellenden Bauteils ausreichende Dicke und Beschaffenheit auf, so kann das Warmband an dieser Stelle durch Feueraluminierung (AS, AZ), Feuerverzinkung (Z, ZF, ZA) und/oder organisch-anorganische Beschichtung mit einem vor Korrosion schützenden Überzug bzw. Oxidation versehen werden.

**[0036]** Andernfalls erfolgt zunächst ein Kaltwalzen, das bevorzugt ohne Zwischenglühen durchgeführt wird, wobei der Kaltwalzgrad über 40 % liegen sollte. Das erhaltene Kaltband kann dann ebenfalls in der für das Warmband bereits beschriebenen Weise mit einem vor Korrosion bzw. Oxidation schützenden Überzug versehen werden.

**[0037]** Von dem Warmband bzw. Kaltband werden anschließend Blechplatinen abgeteilt. Die Blechplatinen werden dann auf eine zwischen der Ac<sub>1</sub>- und Ac<sub>3</sub>-Temperatur liegende Erwärmungstemperatur erwärmt.

**[0038]** Nach einer im Zuge des Transfers der Blechplatine von dem jeweiligen Erwärmungssofen in das Pressformeinrichtung eintretenden Luftabkühlung um einen geringen Temperaturbetrag werden die Blechplatinen in das Warmpresshärtingwerkzeug gelegt, in dem sie zu dem Bauteil geformt und gleichzeitig so schnell abgekühlt werden, dass der nach der Erwärmung in ihrem

Gefüge vorhandene Austenit bis auf geringe Restaustenitgehalte vollständig in Martensit umwandelt.

**[0039]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist an einem Blechteil erprobt worden, das als eben geformte Platine von einem in der voranstehend beschriebenen Weise aus dem bekannten 22MnB5-Stahl produzierten Kaltband abgeteilt worden ist. Der 22MnB5-Stahl enthält typischerweise (in Gew.-%) 0,240 % C, 1,3 % Mn, 0,25 % Si, max. 0,02 % P, max. 0,005 % S, 0,035 % Al, 0,035 % Ti, 0,155 % Cr, 0,003 % B sowie jeweils max. 0,1 % an Mo, Cu und Ni, Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen.

**[0040]** Das entsprechend zusammengesetzte Blechteil ist in einem Ofen auf eine Erwärmungstemperatur von 780 °C erwärmt worden, bei der in dem Blechteil ein Mischgefüge aus Austenit/Ferrit vorlag. Anschließend ist das Blechteil mittels einer Fördereinrichtung in ein aktiv gekühltes Pressformwerkzeug eingelegt worden. Während des Transfers von dem Ofen zu dem Pressformwerkzeug trat nur ein geringfügiger Wärmeverlust ein, der zu einer Temperaturabnahme von weniger als 5 °C führte.

**[0041]** In dem Pressformwerkzeug ist das Blechteil zu einem Bauteil verformt worden, das für eine Automobilkarosserie bestimmt war. Aufgrund des bei der Pressverformung eintretenden intensiven Kontaktes des Blechteils mit dem Pressformwerkzeug ging mit der Pressverformung eine Abkühlung einher, deren Abkühlgeschwindigkeit mit einer Abschreckung des Blechteils in einem Ölbad vergleichbar war.

**[0042]** Das nach dem Warmpresshärten in erfindungsgemäßer Weise erhaltene Automobilkarosserie-Bauteil wies ein Mischgefüge auf, das zu 63 % aus Ferrit, zu 30 % aus Martensit und 7 % aus Restaustenit bestand. Die für das Bauteil ermittelte Endfestigkeit lag bei 900 MPa, während seine Bruchdehnung A80 bei 13 % lag.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Bauteils durch Warmpresshärten eines Blechteils, das aus einem Stahl erzeugt ist, der neben Eisen und unvermeidbaren Verunreinigungen (in Gew.-%):

C:	0,10 - 0,45 %
Si:	0,05 - 0,50 %
Mn:	0,8 - 1,7 %
Cr:	0,05 - 0,6 %
P:	max. 0,015 %
S:	max. 0,003 %

sowie optional eines oder mehrere der folgenden Legierungselemente

Al:	0,01 - 0,05 %
-----	---------------

(fortgesetzt)

N: 0,002 - 0,005 %  
 Ti: 0,01 - 0,1 %  
 B: 0,0008 - 0,008 %

5

enthält,

**dadurch gekennzeichnet, dass** das Blechteil für das Warmpresshärten auf eine zwischen der  $A_{c1}$ - und der  $A_{c3}$ -Temperatur des Stahls liegende Temperatur erwärmt wird und **dass** das so erwärmte Blechteil, erforderlichenfalls nach einer zwischengeschalteten Abkühlung, warmpressgehärtet wird, so dass das nach dem Warmpressen erhaltene Bauteil ein Gefüge besitzt, in dem Anteile an Ferrit und Martensit vorhanden sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Blechteil von einem Warmband abgeteilt ist.

10

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Blechteil aus einem Kaltband abgeteilt ist.

15

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nach der Erwärmung und vor dem Warmpresshärten eintretende Abkühlung an Luft erfolgt.

20

25

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Blechteil vor dem Warmpresshärten einer Oberflächenveredelung unterzogen wird.

30

35

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Blechteil als eben geformte Platine in einem Schritt zu dem Bauteil warmpressgeformt wird.

40

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Blechteil in mindestens einem Schritt vorgeformt wird, und **dass** das vorgeformte Blechteil zu dem Bauteil warmpressgeformt wird.

45

8. Bauteil, das aus einem Stahl besteht, der neben Eisen und unvermeidbaren Verunreinigungen (in Gew.-%):

50

C: 0,10 - 0,45 %  
 Si: 0,05 - 0,50 %  
 Mn: 0,8 - 1,7 %  
 Cr: 0,05 - 0,6 %  
 P: max. 0,015 %  
 S: max. 0,003 %

55

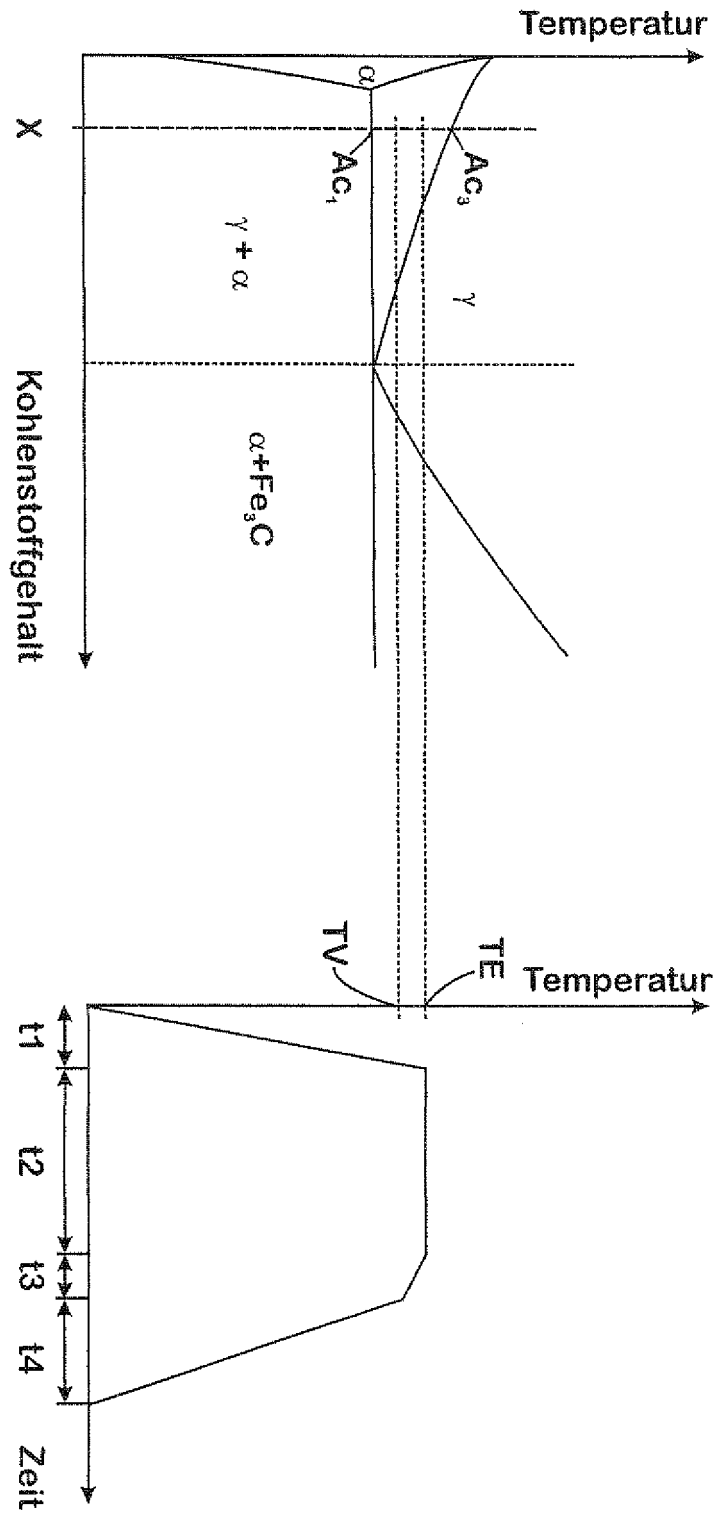
sowie optional eines oder mehrere der folgenden Legierungselemente

Al: 0,01 - 0,05 %  
 N: 0,002 - 0,005 %  
 Ti: 0,01 - 0,1 %  
 B: 0,0008 - 0,008 %

enthält, wobei das Bauteil ein Mischgefüge mit Anteilen an Ferrit und Martensit aufweist und bei einer Bruchdehnung  $A_{80}$  von 6 - 14 % eine Zugfestigkeit von 800 - 1500 MPa besitzt.

9. Bauteil nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Zugfestigkeit von 800 - 1100 MPa besitzt.

10. Bauteil nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine Bruchdehnung  $A_{80}$  10 - 14 % beträgt.





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 971 044 A (LORRAINE LAMINAGE [FR]) 12. Januar 2000 (2000-01-12) * Absätze [0005], [0009], [0012], [0013], [0022] - [0024], [0028] *	1-3,5,6, 8-10	INV. C21D1/18 C21D1/673 C22C38/02 C22C38/04 C22C38/14
Y	-----	7	
X	STEINHOFF K ET AL: "Verbessertes Festigkeits-/Dehnungs-Verhältnis durch modifizierte Wärmebehandlung hochfester Vergütungsstähle vom Typ 22MnB5" NEUERE ENTWICKLUNGEN IN DER BLECHUMFORMUNG: VORTRAGSTEXTE ZUR VERANSTALTUNG INTERNATIONALE KONFERENZ, X, XX, 9. Mai 2006 (2006-05-09), Seiten 185-206, XP009093702 * Seite 199 - Seite 200; Abbildung 11 *	1-3,5,6, 8-10	
Y	DE 102 24 319 A1 (BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH [DE]) 18. Dezember 2003 (2003-12-18) * Ansprüche 1,2 *	7	
E	WO 2007/122230 A (THYSSENKRUPP STEEL AG [DE]; LENZE FRANZ-JOSEF [DE]; SIKORA SASCHA [DE]) 1. November 2007 (2007-11-01) * Seite 14 - Seite 17 *	1,5,6, 8-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C21D C22C
P,A	EP 1 767 659 A (ARCELOR FRANCE [FR]) 28. März 2007 (2007-03-28) * Absätze [0047] - [0051]; Ansprüche 1,2 *	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>16. April 2008</b>	Prüfer <b>Lilimpakis, Emmanuel</b>
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 : nichtschriftliche 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	

1  
EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)



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

EP 07 11 9115

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.

16-04-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0971044	A	12-01-2000	AT 240419 T	15-05-2003
			BR 9902712 A	08-03-2000
			CA 2276911 A1	09-01-2000
			DE 69907816 D1	18-06-2003
			DE 69907816 T2	11-03-2004
			DK 971044 T3	11-08-2003
			ES 2196740 T3	16-12-2003
			FR 2780984 A1	14-01-2000
			JP 3931251 B2	13-06-2007
			JP 2000038640 A	08-02-2000
			PT 971044 T	29-08-2003
			US 6296805 B1	02-10-2001
-----				
DE 10224319	A1	18-12-2003	KEINE	
-----				
WO 2007122230	A	01-11-2007	DE 102006019395 A1	25-10-2007
-----				
EP 1767659	A	28-03-2007	WO 2007034063 A1	29-03-2007
-----				

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**

- JP 2006104526 A [0004] [0005]

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- Potenziale für den Karosserieleichtbau. *Messezeitung der ThyssenKrupp Automotiv AG zur 61. Internationalen Automobilausstellung in Frankfurt, 15. September 2005 [0003]*