(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 786 936 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.07.2011 Patentblatt 2011/28

(21) Anmeldenummer: **05770058.5**

(22) Anmeldetag: **09.08.2005**

(51) Int Cl.:
C21D 1/673 *(2006.01)* ***C21D 8/00*** *(2006.01)*
B21D 22/26 *(2006.01)* ***B21D 22/02*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/008641

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/015849 (16.02.2006 Gazette 2006/07)

(54) **VERFAHREN ZUM PRESSHÄRTEN VON BAUTEILEN AUS STAHLBLECH**

METHOD FOR PRESS QUENCHING COMPONENTS CONSISTING OF SHEET STEEL

PROCEDE POUR PRODUIRE DES COMPOSANTS TREMPES EN FEUILLES D'ACIER

(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 NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **09.08.2004 DE 102004038626**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.05.2007 Patentblatt 2007/21

(73) Patentinhaber: **voestalpine Automotive GmbH**
4020 Linz (AT)

(72) Erfinder: **VEHOF, Robert**
NL-3823 GA Amersfoort (NL)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 300 475 **DE-A1- 4 331 176**
DE-B3- 10 254 695

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 12, 5. Dezember 2003 (2003-12-05) & JP 2003 328031 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 19. November 2003 (2003-11-19)**

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).

EP 1 786 936 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von gehärteten Bauteilen aus Stahlblech, und eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens,

[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 Fahrzeugkom onenten 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 Stahlfeinblech 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 Entzundern durch Sandstrahlen und vergleichbaren Verfahren von Nachteil, dass hierdurch das Bauteil häufig verzogen wird. Nach den 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 Blechplatine 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 Vergütungsvorgang in einem Werkzeug rationellen Arbeitsweise generell Vorteile haben. Aufgrund der Einspannung des Blechprofils im Werkzeug und aufgrund von Wärmespannungen soll es jedoch zu nicht exakt vorhehrbestimmbaren Verzug am Bauteil kommen. Dieser kann sich nachteilig auf nachgeschaltete Fertigungsoperationen auswirken, weshalb die Referenzpunkte am Blechprofil geschaffen werden.

[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 Flussstahlbereich 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.

[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.

[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.

[0014] Aus der DE 101 20 063 C2 ist es bekannt, metallische Profilbauteile für Kraftfahrzeuge aus einem in Bandform bereitgestelltem Ausgangsmaterial einer Walzprofiliereinheit zuzuführen und zu einem Walzprofil umzuformen, wobei nach dem Austritt aus der Walzprofiliereinheit 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.

[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 Umformen aufgebracht werden und einen Schutz gegen Korrosion und Stahlentkohlung 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.

[0016] 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 aufgebrachte 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 verzundert, ein Kaltumformen wie dies in dieser Schrift dargestellt ist, ist jedoch mit feueraluminierten Blechen grundsätzlich nicht möglich, da die feueraluminierte 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.

[0017] 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 entzundert. 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 entzundert werden müssen. Beiden Prozessen muss eine anschließende Korrosionsstückbeschichtung nachfolgen.

[0018] Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei allen vorgenannten Verfahren sämtlichst von Nachteil ist, dass für das Erreichen eines optimalen Kühleffekts und zur Vermeidung von Verzug ein 100%iges Anliegen der Formteile an den Werkzeugen (ein sogenanntes 100%iges Touchierbild) angestrebt wird.

[0019] Ein solches Touchierbild erfordert ein langes, sehr arbeitsintensives Einarbeiten des Werkzeuges, bei dem mit Hilfe von aufgetragener Farbe festgestellt wird, welche Bereiche des Bauteils noch nicht vollflächig am Werkzeug anliegen. Entsprechend muss die Oberfläche andauernd korrigiert werden. Trotzdem ist allen bekannten Presshärteverfahren gemeinsam, dass es häufig und ohne dass es voraussagbar wäre, trotz sorgfältigster Einarbeitung zu Verzug und Schnittkantenversatz kommt, so dass Bauteile nach dem Ausformen insbesondere tordiert sind und die Schnittkanten versetzt sind. Wegen der großen Härte können derartige Teile nicht mehr nachbearbeitet und beispielsweise gerichtet werden. Die Nachbearbeitung bei den bekannten Verfahren beschränkt sich auf den Endbeschnitt mittels Laser.

[0020] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Herstellen von gehärteten Bauteilen aus Stahlblech zu schaffen, welches die Einarbeitungszeit der Werkzeuge stark verkürzt, den Werkzeugverschleiß senkt und zuverlässig Bauteile mit hoher Maß- und Passgenauigkeit und ohne Verzug liefert, wobei eine Nachbearbeitung der Werkstücke entfallen kann.

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

[0022] Es ist eine weitere Aufgabe eine Vorrichtung zum Herstellen von gehärteten Bauteilen aus Stahlblech zu schaffen, welche eine verringerte Einarbeitungszeit besitzt, weniger verschleißanfällig ist, schneller Instand-

zusetzen ist und zuverlässig Bauteile mit einer hohen Maß- und Passgenauigkeit und ohne Verzug liefert.

[0023] Die Aufgabe wird mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 21 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0024] Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass ein Hauptproblem beim Presshärten darin besteht, dass beim Einarbeiten der Werkzeuge mit vorgeformten und insbesondere tiefgezogenen Stahlblechen das Werkzeug auf diese Bleche eingearbeitet wird und mit diesen Blechen ein fast vollständiger flächiger Kontakt hergestellt wird. Bei den vorgeformten und insbesondere tiefgezogenen Stahlblechen mit den die Härtewerkzeuge eingearbeitet werden, handelt es sich jedoch auch um Stahlbleche, die mit neuen und ebenfalls in der Einarbeitung befindlichen Formwerkzeugen hergestellt werden. Durch Werkzeugverschleiß, sowohl des Tiefziehwerkzeuges als auch des Härtewerkzeuges einerseits und Dickentoleranzen der gelieferten Stahlbleche andererseits oder durch Unterschiede in der Dicke des Werkstoffs durch das kalte Umformen, dem sogenannte Materialauszug wird jedoch ein wirklich vollflächiges Anliegen der Formhälften am Werkstück praktisch nie erreicht. Dies bedeutet aber auch, dass das Werkstück an manchen Stellen mit sehr großer Kraft gepresst wird und an anderen Stellen fast gar nicht. Zwischen diesen beiden Extremen kann das Blech an unterschiedlichsten Stellen auch mit Kräften geklemmt werden, die zwischen der Maximalkraft und einer fast nicht vorhandenen Kraft liegen. Diese Stellen, an denen mit Maximalkraft, mit minimaler Kraft oder mit dazwischenliegenden Kräften geklemmt wird, sind nicht vorhersehbar. Sie befinden sich aber häufig auch im Flanschbereich.

[0025] Erfindungsgemäß konnte herausgefunden werden, dass das dazu führt, dass die unvermeidliche Schrumpfung des Bauteils in den Bereichen, in denen es stark geklemmt wird, verhindert wird und in den Bereichen in denen die Klemmung schwächer ist, mehr oder weniger eine Schrumpfung ohne Voraussage der Stärke stattfindet. Hierdurch werden unterschiedliche Material- bzw. Formteileigenschaften, insbesondere unterschiedliche Spannungszustände bzw. Schrumpfungen generiert. Diese führen zum Verzug und insbesondere zur Tordierung der Bauteile. Es konnte zudem herausgefunden werden, dass die Phasenumwandlung von Austenit zu Martensit in nicht unerheblicher Weise dazu führt, dass diese Schrumpfung nicht linear mit der Temperatur stattfindet, was eine entsprechende Berücksichtigung weiter verkompliziert.

[0026] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, die vorgeformten und insbesondere tiefgezogenen Bauteile auf die zum Härten notwendige Temperatur zu erhitzen und anschließend in eine Werkzeug zu überführen. Erfindungsgemäß wird von dem Weg des möglichst vollflächigen Klemmens bzw. Pressens abgegangen und gezielt teilflächig gepresst. Hierdurch kann in Bereichen in denen geklemmt wird mit einem sehr hohen Druck zuverlässig geklemmt und gehalten werden. Dies vorzugsweise jedoch mit einer lokal so hohen Pressung, dass ggf. Material, Unebenheiten oder lokale Übermaße verdrängt und quasi geschmiedet werden. Hierdurch arbeitet sich der Werkstoff leicht in die Oberfläche der Form ein, so dass die Reibung zwischen Form und Werkstück steigt. Das Material wird somit im gepressten Bereich auf eine einheitliche maximale Dicke eingestellt. Der insgesamt benötigte Pressdruck der Presse kann jedoch niedriger sein als bei vollflächigen Verfahren, so dass deutlich kostengünstigere Pressen verwendet werden können. Das Bauteil wird hierbei zumindest im Bereich der Schnittkanten klemmend gehalten. Schnittkanten im Sinne der Erfindung sind sowohl äußere Kanten als auch Löcher bzw. deren Kanten.

[0027] Zusätzlich kann das Bauteil auch über dessen Länge bzw. dessen Fläche gezielt geklemmt werden. Hierzu können sich Klemmbereiche linienartig oder gitternetzartig über die gesamte Fläche oder Teilflächen des Werkstücks erstrecken. Hierdurch kann das Bauteil in den gepressten Bereichen mit einem an ein möglichst gutes Crash-Verhalten angepassten Härtebereichen oder Härteverläufen ausgebildet werden. Beispielsweise kann entlang der Hauptspannungslinien bzw. Kraftflusslinien gepresst werden und dort dadurch eine höhere Härte erzeugt werden. Ferner kann durch diese Pressung oder Klemmung eine Tordierung durch Verzug verhindert werden, insbesondere beim Ausformen des Werkstücks. Die nicht gepressten Bereiche die aufgrund einer ggf. geringeren Abkühlrate eine geringere Festigkeit besitzen, können eine Verformungsreserve des Bauteils bilden, so dass ein belastetes gehärtetes Bauteil nicht wie sonst bei homogen gehärteten bzw. pressgehärteten Bauteilen üblich - bricht sondern sich noch gering verformt. Hierdurch wird verhindert, dass sich das Bauteil im Verunfallungsfall trennt.

[0028] In den Bereichen in den das Bauteil nicht gepresst wird liegt es entweder einseitig an einer Formenhälfte an und ist von der anderen Formenhälfte mit einem Luftspalt beabstandet oder ist von beiden Formenhälften mit einem Luftspalt beabstandet.

[0029] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, in den Bereich in denen eine Pressung nicht stattfindet, dass Bauteil zumindest im Bereich der positiven Radien von Bereichen des Werkzeuges bzw. der Formenhälften zu stützen. In Bereichen von Sattelpunkten die einen engen Radius besitzen beispielsweise 0,5 bis 30 mm, wird das Werkstück vorteilhafterweise gepresst bzw. geklemmt. Sattelpunkte sind hierbei so definiert, dass im Bereich eines Sattelpunktes oder Sattelbereiches das Werkstück bezüglich zweier Raumachsen einen positiven Radius besitzt.

[0030] Dies bedeutet auch, dass das Werkstück im Bereich eines positiven Radius nur an einer Formhälfte anliegt, jedoch nicht an der gegenüberliegenden Formhälfte. Überraschender Weise konnte herausgefunden werden, dass mit einem derartiger Luftspalt, bei erfindungsgemäßer richtiger Einstellung die Kühlung und damit die Härtung positiv beeinflusst und insbesondere gesteuert

werden kann. Erfindungsgemäß kann der Luftspalt aber auch so eingestellt werden, dass in vorausgewählten Bereichen das Bauteil weniger gehärtet wird als in anderen Bereichen. Dies kann z.B. dann sinnvoll sein, wenn in einem solchen Bauteil in bestimmten Zonen eine geringere Härtung und damit noch eine Verformbarkeit möglich sein soll. Ferner kann in den Fügebereichen ein sogenannter Härtesack durch eine geringere Härte des Ausgangsmaterials vermieden werden. Erfindungsgemäß werden der oder die Luftspalte mit einer Breite von mindestens 0,02 mm und vorzugsweise 0,1 bis 2,5 mm oder größer ausgebildet.

[0031] Erfindungsgemäß wird das Umformen der Bauteile sowie das Beschneiden und Lochen der Bauteile im Wesentlichen bzw. vollständig im ungehärteten Zustand durchgeführt. Die relativ gute Verformbarkeit des verwendeten Blechmaterials 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.

[0032] In den Bereichen, in denen das Werkstück geklemmt wird, kann jedoch auch innerhalb des geklemmten Bereichs eine Schnittoperation, beispielsweise die Erzeugung eines Lochs oder Ausschnitts, also innerhalb des Blechs, oder das Abschneiden eines Teils oder der gesamten Außenkontur im warmen Zustand erfolgen. Für das Schneiden innerhalb des Blechs besitzen die Formhälften in den Klemmbereichen entsprechende Aussparungen, die das Schneidwerkzeug aufnehmen. Für das Schneiden der Kontur wird benachbart zum Klemmbereich, außerhalb des Klemmbereichs ein Schneidwerkzeug vorgesehen. Der Warmschnitt erfolgt vorzugsweise bei Bauteiltemperaturen zwischen 380°C und 800°C. Hierdurch werden die Bereiche, die frei schrumpfen sollen, in keiner Weise beeinflusst oder beeinträchtigt.

[0033] Die unvermeidlichen Dimensionsänderungen durch das Erhitzen des Bauteils werden bei dem Umformen des kalten Blechs bereits berücksichtigt, so dass das Bauteil circa 0,6 bis 1,0% kleiner und insbesondere 0,8% kleiner hergestellt wird, als es die Endabmessungen sind. Zumindest wird die erwartete Wärmedehnung bei der Umformung berücksichtigt. Das Bauteil ist jedoch bis auf die Verkleinerung vollständig endkonturgenau geformt und beschnitten.

[0034] Bei dem kalten Bearbeiten des Bauteils, das heißt dem Umformen, Schneiden und Lochen kann es nach einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ausreichend sein, nur 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.

[0035] Dies bedeutet, dass das Bauteil in der ersten Ausführungsform nach dem kalten Umformen ca. 0,8% 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 fertiggeformt 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.

[0036] Zur Durchführung des Verfahrens wird das ungehärtete, verzinkte spezielle Feinblech zunächst in Platinen geschnitten.

[0037] 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 so hohe Wärme in das Blech einbringen, dass eine Härtung eintritt.

[0038] 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.

[0039] Nach dem Umformen und insbesondere dem Tiefziehen erfolgt der Endbeschnitt in den genannten herkömmlichen Werkzeugen.

[0040] Erfindungsgemäß wird das Formteil, welches im kalten Zustand geformt wurde um etwa 0,8 kleiner hergestellt als die nominale Geometrie des Endbauteils, so dass die Wärmedehnung beim Aufheizen hierdurch kompensiert wird.

[0041] 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, geringfügigst, während des Formhärteprozesses, auf den noch eingegangen wird, korrigiert werden. Die Toleranzkor-

rektur 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.

[0042] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird beim Formen in kaltem Zustand, d. h. beispielsweise beim Tiefziehen am kalt vorgeformten Bauteil benachbart und im Bereich der Schnittkante, wie an sich bekannt ein Flansch ausgebildet. Nach der Ausbildung des Flansches wird der Außenbeschnitt im Bereich des Flansches durchgeführt. Dies hat den Vorteil, dass bei diesem Schnitt parallel zur Öffnungs- und Schließrichtung der Pressform geschnitten wird. Selbst bei Bauteilen, bei denen ein Flansch eigentlich nicht gewünscht ist, kann es trotzdem vorteilhaft sein, in kaltem Zustand diesen Flansch zum Zwecke des soeben beschriebenen Schnittes zu erzeugen. Der Flansch wird dann später im Verlauf des Formhärteprozesses beseitigt, wie dies weiter unten beschrieben wird.

[0043] Nachdem das Bauteil vollständig geformt wurde wird das verformte und beschnitte Teil auf eine Glühtemperatur 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. Das Bauteil dehnt sich hierbei um 1% aus, so dass es nach dem Glühen und kurz vor dem Einlegen ein Übermaß von 0,2% besitzt.

[0044] Nach dem Glühprozess wird das Bauteil dem erfindungsgemäßen Formhärteschritt unterzogen.

[0045] Nachfolgend wird das Aufheizen und Formhärten beispielhaft näher erläutert.

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] Im Ofen werden die Teile auf eine Temperatur erwärmt, die über der Austenitisierungstemperatur der verwendeten Legierung liegt.

[0049] Nach dem Erwärmen der Teile auf Maximaltemperatur muss, um eine vollständige Härtung zu erhalten, ab einer bestimmten Mindesttemperatur (>700°C) mit einer minimalen Abkühlgeschwindigkeit von >20K/s abgekühlt werden. Diese Abkühlgeschwindigkeit wird beim anschließenden Formhärten erreicht.

[0050] 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 bzw. Handlings 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 Teileheber 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. Nach Abschluss der Austenit/Martensit-Umwandlung, d.h. unter 250°C kann das Bauteil bereits herausgenommen werden. Hierdurch kann im Gegensatz zum Stand der Technik Zeit gespart werden. Selbstverständlich kann das Teil auch bis zur weiteren Abkühlung im Werkzeug gehalten werden. Während des Härtens können die Luftspalte mit Gas und insbesondere Inertgasen gespült werden. Gegebenfalls können die Gase einen Kühleffekt bewirken.

[0051] Das Werkzeug wird hierbei an den Stellen an denen es am Werkstück anliegt 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.

[0052] Beim Einlegen des Formteils ist darauf zu achten, dass das beschnittene und gelochte Teil korrekt passend in das Formhärtewerkzeug eingelegt wird. 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.

[0053] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens kann insbesondere im Bereich der Schnittkanten noch eine Warmumformung stattfinden. Wie bereits beschrieben, kann es beim Kaltfertigformen des Bauteiles von Vorteil sein, im Bereich der Beschnittkante einen Flansch vorzusehen, der eigentlich beim fertigen Bauteil nicht vorhanden sein soll. Durch die Anformung eines solches Flansches im Tiefziehverfahren kann der Beschnitt senkrecht zur Öffnungs- und Schließrichtung der Form durchgeführt werden, was einen besonders exakten, genauen und einfachen Schnitt ermöglicht. Im Formhärteprozess wird dieser gebildete Flansch bei dem heißen Bauteil, welches in die Form eingelegt wurde, beim Schließen der Form entsprechend wieder zurückgeformt bzw. an die Form angelegt ohne den Werkstoff zu dehnen. Hierzu ist in dem Bereich, in dem der Flansch vorhanden ist, entsprechend ein Schieber vorhanden, wobei die Form für den Formhärteprozess zunächst soweit geschlossen wird, dass das Bauteil beispielsweise in einem bestimmten Bereich vom Formoberteil bereits gehalten wird und dann die Schieber eingefahren werden, die den Flansch an die Form, auf der das Bauteil aufliegt, andrücken. Da im Bereich der Schnittkanten das Bauteil sowieso geklemmt wird, übernehmen die Schieber diese Klemmung in diesem Bereich, wobei durch die Klemmung und/oder die nachfolgenden erzwungene Schrumpfung überraschender Weise dies so gut gelingt, dass am fertigen Bauteil die zuvor vorhandene Biegekante des Flansches kaum mehr sichtbar und nachweisbar ist.

[0054] Es ist grundsätzlich auch möglich, bestimmte Teile eines Bauteils mit diesem Verfahren mit Schiebern im warmen Zustand anzuformen oder auszubiegen, wobei eine teilweise Warmumformung dem Prinzip der erzwungenen Schrumpfung nicht widerspricht.

[0055] 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 oder Eintauchen in Flüssigkeiten beschleunigt werden.

[0056] Durch die erfindungsgemäße Formhärtung ohne nennenswerte Umformschritte und bei einem Formschluss von Werkzeug und Werkstück nur im Bereich der Schnittkanten bei gleichzeitigem Unterstützen der positiven Radien des Formteils ist es gewährleistet, dass das Werkstück verzugsfrei gekühlt wird. Bei üblichen Umformprozessen erfolgt eine nachvollziehbare definierte Abkühlung erst dann, wenn der Umformprozess soweit gediehen ist, dass das Material an beiden Formhälften anliegt oder wenn das Material sofort allseitig formschlüssig an den Formhälften anliegt, dies führt zu Inhomogenitäten in der Festigkeit. Im vorliegenden Fall liegt das Formteil nur mit den Schnittkantenbereichen an den beiden Formhälften und mit den positiven Radien nur an eine Formhälfte an. Hierdurch wird die Schrumpfung im Bereich der Schnittkanten ausgeschaltet, während im Bereich des übrigen Bauteils eine Schrumpfung stattfindet, die dazu genutzt wird, dass das Bauteil sich an die Form anlegt und ggf. leicht nachgebogen wird. Hierdurch gelingt es sogar Formfehler vom Tiefziehen nachträglich zu korrigieren.

[0057] Der Beschnitt, der fertig tiefgezogenen Teile erfolgt üblicher Weise sequentiell. Bei der Erfindung können am Bauteil überstehende Laschen für das Auflegen des Bauteils auf die Teileheber vorgesehen sein. Diese Teile werden zumindest in dem Bereich, in dem sie an das eigentliche Bauteil angebunden sind, mitgehärtet. Durch eine speziellen erfindungsgemäßen Bewegungsablauf, insbesondere des Teilehebers nach dem Härten und vor dem Öffnen der Form, werden diese Laschen in einfacher Weise abgebrochen. Hierdurch kann eine hohe Handhabungssicherheit gewährleistet werden, andererseits müssen die Laschen nicht - wie im Stand der Technik üblich - nachträglich abgeschlagen werden.

[0058] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung beispielhaft erläutert, es zeigen dabei:

Figur 1:	ein Diagramm welches die Dilatometerkurve einer Probe eines härtbaren Stahlblechs zeigt;
Figur 2:	die Kurve nach Figur 1 mit Pfeilen zeigend das Aufheizen und Abkühlen;
Figur 3:	einen Ausschnitt der Kurve nach Figur 2;
Figur 4:	die Fließkurven eines härtbaren Stahlblechs bei unterschiedlichen Temperaturen;
Figur 5:	stark schematisiert einen erfindungsgemäßen Werkzeugsatz mit einem zu härtenden Stahlblech;
Figur 6:	stark schematisiert Werkzeugschieber für einen Werkzeugsatz nach Figur 5;
Figur 7:	eine Einrichtung zum Abbrechen von Handlingsla- schen an einem bearbeiteten Blech;
Figur 8:	eine weitere Ausführungsform einer Einrichtung nach Figur 7;
Figur 9:	ein Verfahrensablauf des erfindungsgemäßen Ver- fahrens;
Figuren 10-14:	der erfindungsgemäße Verfahrensablauf anhand ei- nes Automobilteils;
Figur 15:	stark schematisiert der erfindungsgemäße Verfah- rensablauf bezüglich

der Größenänderungen und der zu behandelnden Bauteile;

Figur 16: einen Verfahrensstammbaum des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Figur 17: stark schematisiert ein Bauteil, welches im kal- tumgeformten Zustand einen Schneidflansch be- sitzt und dessen Umformrichtung;

Figur 18: ein Formwerkzeug mit zwei Schiebern zur Warmum- formung eines Bauteiles entsprechend Figur 17.

[0059] Erfindungsgemäß wird ein zu härtendes Bauteil im kalten Zustand umgeformt und geschnitten. Im kalten Zustand, d. h. vor dem Härten besitzt das Bauteil eine an üblichen Stahlblech immanente Härte. In diesem Zustand lässt sich das Blech verhältnismäßig gut schneiden und auch umformen und insbesondere tiefziehen (Figur 10). Das Bauteil wird in alle drei Raumachsen etwa 0,8 % kleiner geformt als es die Endgeometrie sein soll. Um das Bauteil anschließend zu Härten wird das Bauteil auf die Austenitisierungstemperatur und insbesondere beispielsweise über 900°C erwärmt. Die Erwärmung des Bauteils erfolgt dabei so, dass die Längenänderung des Materials die durch die Gefügeänderung die durch das Austenitisieren stattfindet abgeschlossen ist (Figur 1). In Figur 1 erkennt man, dass bei Probebauteilen bei etwa 750°C die zunächst lineare Wärmedehnung mit steigender Temperatur bis etwa 820°C rückläufig verläuft bevor sie dann weiter ansteigt. Diese Unregelmäßigkeit in der linearen Dehnung sollte vor dem Einlegen des Werkstücks in das Werkzeug abgeschlossen sein.

[0060] Im Werkzeug wird das Bauteil (Figur 5, 6) zumindest im Bereich der Schnittkanten (Ränder), geklemmt. Das Bauteil versucht nun aufgrund der Abkühlung zu schrumpfen, wird dabei aber im Wesentlichen durch die Klemmung und die Form des Werkzeuges behindert. Dabei entstehen beträchtliche Zugspannungen und es kommt zu plastischen Verformungen im Bauteil. Die positiven Radien (Figur 10) "unterstützen" das Bauteil, wodurch sich das Bauteil in den entsprechenden Bereichen an die Formwerkzeuge anlegt. Durch die Schrumpfung nimmt das Bauteil diese Form dann an, wobei hier auch Ungenauigkeiten beim Formgeben des kalten, weichen Bauteils korrigiert werden. Das Bauteil wird zumindest solange in der Form belassen, bis die AustenitMartensit-Umwandlung (Figuren 2, 3) abgeschlossen ist. Dies ist insbesondere bei etwa 250°C der Fall. Anschließend findet eine lineare Schrumpfung statt. Wird das Bauteil bei etwa 250°C aus der Form entnommen kann es frei noch etwa um 0,2 % schrumpfen. Wird das Bauteil in der Form belassen, springt das Bauteil beim Ausformen um etwa 0,2 % zurück, welches jedoch in der anfänglichen Formgebung berücksichtigt wurde.

[0061] In der Praxis (Figuren 11 bis 14) verläuft die Fertigung derart, dass zunächst sogenannte Formplatinen aus einem Blech geschnitten werden. Die Formplatinen werden anschließend geformt und insbesondere tiefgezogen (Figur 12) und anschließend der Abfall weggeschnitten. Üblicherweise findet das Schneiden sequentiell statt, so dass nicht auf ein Mal der gesamte Abfall weggeschnitten wird, sondern in zwei bis drei Stufen, da sich ansonsten der Verschnitt nicht gut aus der Form entfernen lässt. Zudem werden (Figur 14) Laschen am Teil belassen um das Teil auf sogenannten Teileheben ablegen zu können und mit diesen Laschen auch aus der Form entfernen zu können. Erfindungsgemäß findet bei einfachen Bauteilen nur ein Schneidschritt, wobei bei diesem einem Schneidschnitt die Laschen stehen gelassen werden die später zum Einlegen in die Form benötigt werden (Figur 13, 16) anschließend wird das Teil mit den Laschen in die Form eingelegt (Figuren 7, 8), wobei in den Bereichen in den die Laschen in der Form eingelegt sind, Kerbungen erzeugen und anschließend die Laschen mit dem gesamten Werkstück gehärtet werden. Beim Ausformen des Bauteils werden die Laschen im Bereich der Kerbe durch Druckelemente abgebrochen, so dass nach dem Ausformen ein vollständig fertiggestelltes Bauteil vorliegt.

[0062] Nachfolgend wird ein Formwerkzeug für das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert.

[0063] Das Formhörte werkzeug 1 (Figur 7, 8) besitzt beispielsweise eine Formwerkzeugoberhälfte 2 und eine Formwerkzeugunterhälfte 3. Das zu härtende Bauteil 4 ist im Beispiel vereinfacht im Querschnitt topf- bzw. hutförmig ausgebildet mit einer Bodenfläche 5, zwei Zargen 6, 7 und zwei Längsflanschbereichen 8, 9. Die Bodenfläche 5 geht mit zwei Rundungen 10, 11 in die Zargen 6, 7 über. Die Zargen 6, 7 gehen mit Rundungen 12, 13 in die Flansche 8, 9 über. Im Bereich der Rundungen 10, 11 bildet die Formoberhälfte 2 bezüglich des Formteils 4 positive Radien, im Bereich der Rundungen 12, 13 bildet die Formunterhälfte 3 positive Radien bezüglich des Werkstücks 4. Im Bereich der positiven Radien liegt das Werkstück 4 an den jeweiligen Formwerkzeughälften an. Diesen positiven Radien gegenüberliegend sind Luftspalten 14 vorhanden, welche bis in die Bodenfläche 5 bzw. in Zargen 6, 7 reichen. Im Bereich der Zargenmitte können sich die Luftspalten 14 überschneiden, so dass das Bauteil in Teilbereichen der Zarge, ggf. auch fast über die gesamte Zarge ohne Anlage an den Werkzeughälften befinden. Im Bereich der Schnittkanten 15 sind die Formwerkzeugoberhälfte oder die Formwerkzeugunterhälfte benachbart zu den Luftspalten 14 mit Vorsprüngen oder Aufmassen 16 so ausgebildet, dass die entsprechenden Bereich des Werkstücks 4 dort geklemmt werden.

[0064] Die Luftspalten 14 besitzen eine Breite die mindestens 0,02 mm und vorzugsweise 0,1 bis 2,5 mm oder größer beträgt.

[0065] Bei sehr einfachen Formen kann es im Extremfall ausreichen, eine Unterstützung der positiven Radien lediglich und ausschließlich im Bereich der Rundungen

10, 11, 12, 13 in Form von kreissegmentartigen Vorsprüngen vorzusehen und den Rest des Werkstücks nicht zu stützen sondern lediglich im Bereich der Schnittkanten 15 zu klemmen.

[0066] Um im Bereich der Zargen oder im Bereich von Wendepunkten oder Sattelpunkten mit engen Radien (ca. 0,5 - 30 mm) (Figur 6) eine zuverlässige Klemmung zu erzeugen ohne dass das Einlegen des Werkstücks in Form behindert wird, oder das Werkstück in bestimmten Bereichen zu früh an der Form anliegt, können ein oder mehrere Schieberwerkzeuge 17, 18 in einer der Formwerkzeughälften oder gegenüberliegend in beiden Formwerkzeughälften 2, 3 vorhanden sein, welche vorzugsweise beim Schließen der Form auf die gegenüberliegende Formwerkzeughälfte bzw. aufeinanderzugefahren werden und beispielsweise Löcher im Bereich der Zarge klemmen. Hierdurch wird gewährleistet, dass auch im Bereich der Zarge angeordnete Löcher zuverlässig während des Formhärtens und Schrumpfens gehalten werden.

[0067] Um das Werkstück auch über die Fläche bzw. Länge zu klemmen insbesondere mit linienartigen, rautenartigen bzw. gitternetzartigen Mustern, ist in der Form ein entsprechendes Muster in Form der entsprechenden Linien, Rauten oder Gitter als entsprechend linien-, rauten- oder gitterförmiges Aufmass vorhanden. Diese Linien bzw. diese Klemmstege werden dabei so aufeinander abgestimmt, dass eine zuverlässige Klemmung erfolgen kann. Hierbei kann es vorteilhaft sein, derartige Klemmstege nur auf einer Seite des Werkstücks, das heißt an einer Formhälfte vorzusehen und an der anderen Formhälfte ein vollflächiges Anliegen zu gewährleisten. Durch den hohen Pressdruck durch die Klemmleisten ist dies einfacher zu bewerkstelligen als bei einem angestrebten 100-% Touchierbild an beiden Formhälften. Es können sich jedoch auch bezüglich des Werkstücks gegenüberliegende Klemmstege verwendet werden. Die Klemmstege können entweder fest in Form angeordnet sein oder in Form von Einlegeelementen vorhanden sein. Erfindungsgemäß werden derartige Klemmstege insbesondere dort vorgesehen, wo das Werkstück sicher gehalten werden muss um insbesondere bei sehr großflächigen oder sehr langen Bauteilen eine Tordierung durch Wärmespannungen bzw. Abkühlspannungen und Verzug vermieden werden sollen. Die Klemmstege haben vorzugsweise eine Breite von 5 bis 20 mm

[0068] Vorteilhafterweise wird im Bereich von Sattelpunkten eine beidseitige vollflächige Klemmung dieser relativ kleinen Bereiche durchgeführt. Als Sattelpunkte werden Punkte bzw. Bereiche definiert, in denen zwei positive Radien von zwei Werkzeugraumachsen zusammenfallen, wobei die beiden positiven Radien jeweils einen relativ engen Radius von 0,5 bis 30 mm besitzen.

[0069] Im einfachsten Fall jedoch wird das Bauteil ausschließlich im Bereich der Schnittkanten gepresst und nur im Bereich der positiven Radien von der jeweiligen Formwerkzeughälfte gestützt und liegt an den übrigen Bereichen nicht an den Formwerkzeughälften an. Dort ist das Bauteil zumindest mit einem kleinen Luftspalt von den Formwerkzeughälften beabstandet, wobei die Breite des Luftspaltes je nach gewünschtem Kühleffekt eingestellt werden kann. Hierbei gilt, dass sehr kleine Luftspalte zum Beispiel von 0,02 bis 0,05 mm auf die Kühlung kaum einen Einfluss haben, während sehr große Luftspalte von beispielsweise 1,00 bis 2,5 mm und größer einen merklichen Einfluss auf die Kühlleistung und damit auf die Härte des Materials haben.

[0070] Um die bereits beschriebenen Laschen abzubrechen kann im Bereich der Längskante 15 an der Stelle an der eine Lasche 20 vorsteht ein Kerbwerkzeug 21 vorhanden sein (Figur 7, 8), wobei dieses Kerbwerkzeug 21 beispielsweise ein Vorsprung im Bereich der Form ist. Dem Kerbwerkzeug gegenüberliegend ist ein gefederter Niederhalter 22 vorhanden, wobei der gefederte Niederhalter 22 eine nach außen abwinkelnd verlaufende Auflagefläche 23 besitzt. Dem Niederhalter 22 ist (Figur 7) gegenüberliegend der Teileheber 24 angeordnet, wobei der Teileheber 24 ein Auflagevorsprung 25 besitzt auf dem die Lasche 20 aufliegt. Nach erfolgtem Härten kann mit dem Vorsprung 25 die Lasche 20 angehoben werden, so dass sie mit Unterstützung des Kerbwerkzeugs 21 im Bereich des Kerbwerkzeug 21 an der Längskante abgewinkelt angehoben wird, wobei der Niederhalter 22 in dem Moment an dem die Lasche 20 an der schrägen Fläche 23 anliegt entgegen der Kraft der Feder angehoben werden kann. Im Bereich des Kerbwerkzeugs 21 bricht die Lasche aufgrund der großen Härte und Sprödigkeit ab.

[0071] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform (Figur 8) ist der Teileheber 24 auf gleichen Seite des Werkstücks angeordnet wie der Niederhalter 22, wobei der Teileheber 24 ebenfalls federnd gelagert ist. Dem Teileheber 24 und dem Niederhalter 22 gegenüberliegend ist das Kerbwerkzeug 21 angeordnet. Dem Teileheber 24 bezüglich des Werkstücks gegenüberliegend ist an der gegenüberliegenden Formhälfte 2 ein auf den Teileheber 24 zu und von ihm wegbewegbares Abbrechwerkzeug 26 vorhanden, welches mit einem seitlichen Vorsprung 27 auf die Lasche aufsetzbar ist und die Lasche bezüglich des Kerbwerkzeugs 21 verbiegt und abbricht, wobei das Werkzeug 26 auf dem Teileheber 24 aufsetzt und der Teileheber mit seinem Vorsprung 25 und das Werkzeug mit seinem Vorsprung 27 die Lasche 20 zwischen sich begrenzen und bei einer weiteren Bewegung des Werkzeugs 26 der Teileheber gegen die Federkraft einer Feder 28 bewegt wird bis die Lasche 20 im Bereich des Kerbwerkzeugs 21 abbricht.

[0072] Der Prozess kann dabei so gesteuert werden, dass das Abbrechen bei der hierfür am günstigsten Temperatur erfolgt.

[0073] Durch diese Maßnahme lässt sich der gesamte apparative Aufwand stark verringern. So kann insbesondere ein Schneidschritt entfallen.

[0074] In den Bereichen, in denen das Werkstück geklemmt wird, kann jedoch auch innerhalb des geklemmten Bereichs eine Schnittoperation, beispielsweise die

Erzeugung eines Lochs oder Ausschnitts oder das Abschneiden eines Teils der Außenschnittkante im warmen Zustand erfolgen. Hierfür besitzen die Formhälften in den Klemmbereichen entsprechende Aussparungen. Der Warmausschnitt erfolgt vorzugsweise bei Bauteiltemperaturen zwischen 380°C und 800°C.

[0075] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens (Fig. 17, 18) wird beim Formen im kalten Zustand, d. h. beispielsweise beim Tiefziehen am kalt vorgeformten Bauteil 29 benachbart und im Bereich der Schnittkante 30 in an sich bekannter Weise ein Flansch 31 ausgebildet. Nach der Ausbildung des Flansches 31 wird der Außenbeschnitt im Bereich des Flansches 31 durchgeführt. Dies hat den Vorteil, dass bei diesem Schnitt parallel zur Öffnungs- und Schließrichtung der Pressform geschnitten wird. Selbst bei Bauteilen, bei denen ein Flansch eigentlich nicht gewünscht ist, kann es trotzdem vorteilhaft sein, in kaltem Zustand diesen Flansch zum Zwecke des soeben beschriebenen Schnittes zu erzeugen. Der Flansch wird dann später im Verlauf des Formhärteprozesses beseitigt, wie dies weiter unten beschrieben wird.

[0076] Bei dieser Ausführungsform des Verfahrens kann insbesondere im Bereich der Schnittkanten 30 oder der Außenkontur noch eine Warmumformung stattfinden. Wie bereits beschrieben, kann es beim Kaltfertigformen des Bauteiles 29 von Vorteil sein, im Bereich der Beschnittkante 30 einen Flansch 31 nur zum Schneiden vorzusehen, der eigentlich beim fertigen Bauteil 29 nicht vorhanden sein soll. Durch die Anformung eines solches Flansches 31 im Tiefziehverfahren kann der Beschnitt senkrecht zur Öffnungs- und Schließrichtung der Form durchgeführt werden, was einen besonders exakten, genauen und einfachen Schnitt ermöglicht. Im Formhärteprozess wird dieser gebildete Flansch bei dem heißen Bauteil 29, welches in die Form 1 eingelegt wurde, beim Schließen der Form 1 entsprechend wieder zurückgeformt bzw. an die Form 1 angelegt (Pfeile 32). Hierzu ist in dem Bereich, in dem der Flansch 31 vorhanden ist, entsprechend je ein Schieber 33 vorhanden, wobei die Form 1 für den Formhärteprozess zunächst soweit geschlossen wird, dass das Bauteil 29 beispielsweise in einem bestimmten Bereich 34 vom Formoberteil 2 bereits gehalten wird und dann die Schieber 33 eingefahren werden (Pfeile 35), die den Flansch 31 mit entsprechendvorstehenden Bereichen oder Aufmassen 36 an die Form 1 bzw. Formunterteil 3, auf der das Bauteil 29 aufliegt, andrücken. Da im Bereich der Schnittkanten 30 das Bauteil 29 sowieso geklemmt wird, übernehmen die Schieber 33 bzw. die Bereiche 36 diese Klemmung in diesem Bereich, wobei durch die Klemmung und die nachfolgende erzwungene Schrumpfung überraschender Weise dies so gut gelingt, dass am fertigen Bauteil die zuvor vorhandene Biegekante des Flansches 31 kaum mehr sichtbar und nachweisbar ist.

[0077] In an sich gleicher Weise kann im Bereich der Schnittkanten oder der Außenkontur im warmen Zustand auch ein Flansch oder eine Ausbiegung erzeugt werden. Hierzu wirkt ein Schieber entsprechend auf einen vorstehenden Bereich des Blechs ein, biegt diesen im gewünschten Maß um und klemmt den Flansch, die Schnittkante des Flansches oder des umgebogenen Bereichs anschließend, während ggf. der übrige Bereich, dem Prinzip der erzwungenen Schrumpfung gehorchend, nicht geklemmt wird.

[0078] Hierdurch kann beispielsweise außerhalb des eigentlich von der Komplexität der Formgebung kritischen Bereichen des Bauteils, beispielsweise dem Kopf einer Fahrzeug-B-Säule, noch eine Warmumformung vor der erzwungenen Schrumpfung erfolgen um z. B. einen Kopf-Flansch zu bilden.

[0079] Das gesamte Verfahren (Figuren 16, 17) kann wie folgt ablaufen 1. Platinen schneiden, 2. die Kaltumformung beispielsweise durch tiefziehen, anschließend ein mechanischer Schneidschritt, anschließend das Erwärmen, das Formhärten, anschließend ggf. eine Reinigung wie z. B. eine Ultraschallreinigung und anschließend das Lager. Da das Formhärten die Taktzeiten vorgibt und nur ein Schneidschritt vorhanden ist kann auch die Verwendung der bestehenden oft recht aufwendigen Pressen und Schneidstraßen mit vier bis fünf großen Pressen verzichtet werden und eine langsamere Presse verwendet werden die beispielsweise zur ebener Erde aufgestellt ist. Derartige Pressen haben nicht die hohen Taktraten bzw. Taktzeiten wie große Pressestrassen diese werden jedoch im vorstehenden Verfahren nicht benötigt. Die erzielbaren Pressdrücke sind ähnlich. Die Investitionen sind jedoch deutlich niedriger. Zudem kann eine Anlage zum Durchführen des Verfahrens (Figur 16) modulartig ausgebildet sein. Das heißt entsprechend einer gewünschte Fertigung kann die Anlage umgestellt oder konfiguriert werden. Da Pressestraßen in der Regel mit sechs Pressen in Linie ausgerüstet sind, aber beim Formhärteprozesse eine geringere Anzahl Pressen benötigt werden, ist eine modulartige Ausbildung nur bedingt möglich, zudem können die nicht benötigten Pressen nicht abgebaut werden.

[0080] Bei der Erfindung ist von Vorteil, dass sich die Vorgänge bei einem erfindungsgemäßen Formhärten erheblich leichter simulieren lassen, da große Netto-Dehnungen über die Blechstärke infolge von Umformungen nicht stattfinden. Die auftretenden Dehnungen aufgrund gezwungener Schrumpfung sind klein.

[0081] Darüber hinaus ist von Vorteil, dass es mit der Erfindung gelingt, ohne lange Einarbeitungszeiten und ohne die aufwendige Fertigung von Prototypen auch aus relativ ungenau tiefgezogenen oder im Umformen leicht verzogenen Bauteilen durch das Formhärten maßgenaue Bauteile ohne Verzug und ohne Tordierung mit definierter Härte zu erhalten. Ferner ist von Vorteil, dass für das erfindungsgemäße Verfahren relativ preisgünstige Pressenstraßen verwendet werden können. Hierdurch ist das Verfahren gegenüber bekannten Presshärteverfahren deutlich kostengünstiger.

[0082] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform werden die klemmenden Elemente der Formwerkzeughälf-

ten aus federnd gelagerten Klemmeinsätzen oder Klemmleisten gebildet, welche beim Aufbringen des Klemmdrucks in die Formwerkzeuge gedrückt werden, so dass sich die Luftspalte von einer Ausgangsbreite reduzieren und ggf. verschwinden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von gehärteten Bauteilen aus Stahlblech, umfassend zumindest die folgenden Verfahrenschritte:

   a) Formen von Formteilen aus einem Stahlblech; wobei
   b) vor, beim oder nach dem Formen des Formteils ein notwendiger Endbeschnitt des Formteils und gegebenenfalls erforderliche Ausstanzungen bzw. die Erzeugung eines Lochbildes vorgenommen wird, wobei
   c) das Formteil anschließend zumindest teilbereichsweise auf eine Temperatur erhitzt wird, welche eine Austenitisierung des Stahlwerkstoffes ermöglicht, und
   d) das Bauteil anschließend in ein Formhärtewerkzeug überführt wird und im Formhärtewerkzeug eine Formhärtung durchgeführt wird, bei der durch das zumindest teilbereichsweise Anlegen und Pressen des Bauteils durch die Formhärtewerkzeuge das Bauteil gekühlt und **dadurch** gehärtet wird, **dadurch gekennzeichnet**,
   e) das das Bauteil vom Formhärtewerkzeug im Bereich der positiven Radien gestützt wird und teilbereichsweise zumindest im Bereich der Beschnittkanten verzugsfrei klemmend festgehalten wird, wobei in den Bereichen in denen das Bauteil nicht geklemmt wird das Bauteil zumindest zu einer Formwerkzeughälfte mit einem Spalt beabstandet ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil zu dem in Sattelbereichen d.h. Bereichen, in denen zwei Raumachsen positive Radien bilden geklemmt wird wenn die Sattelbereiche relativ enge Radien bilden, insbesondere von 0,5 bis 30 mm.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil zu dem über seine Fläche und/oder über seine Länge in bestimmten Bereichen geklemmt wird um eine höhere Abkühlrate und/oder den Abbau von Spannungen zu erzielen und/oder Verzug zu vermeiden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil zusätzlich zu den Beschnittkanten über Teile der Fläche oder über die gesamte Fläche mit einem punktartig verteilten Muster und, oder flächigen Muster wie einem Rauten oder Gitternetzmuster mit entsprechenden Vorsprüngen der Formenhälften geklemmt verzugsfrei festgehalten wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur über die Fläche verteilten Klemmung mit einem Muster ein entsprechendes linien- und/oder punkteartig verteiltes Muster als Übermaß und/oder als Einlegeklemmlinien bzw. Einlegeklemmleisten in den Formenhälften verwendet werden.

6. Verfahren nach,einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form so eingestellt und bearbeitet wird, dass das Bauteil außerhalb der geklemmten Bereiche frei schrumpfen kann, wodurch sich das Bauteil zumindest im Bereich der positiven Radien eng an die Form anlegt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil nur im Bereich der positiven Radien gestützt und in den Bereichen der Beschnittkanten verzugsfrei geklemmt wird und in den übrigen Bereichen die Formwerkzeughälften mit Spalten beabstandet vom Werkstück sind.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil in allen drei Raumachsen um etwa 0,95 % - 0,4 % insbesondere 0,8 % kleiner ausgeformt wird, als es die Endgeometrie sein soll.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil nachdem es im kalten Zustand ausgeformt wurde auf die Austenitisierungstemperatur insbesondere beispielsweise über 900°C erwärmt wird und solange auf dieser Temperatur gehalten wird bis eine gewünschte Austenitisierung erfolgt ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erwärmung des Bauteils so erfolgt, dass die Längenänderung des Materials die durch die Gefügeänderung die durch das Austenitisieren stattfindet abgeschlossen ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die durch die Austenitisierung erzeugte nicht lineare Wärmedehnung abgeschlossen ist bevor das Werkzeugstück in das Formhärtewerkzeug eingelegt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil

nach dem Klemmen im Formwerkzeug schrumpft, wobei die positiven Radien unterstützt werden, wodurch sich das Bauteil in den entsprechenden Bereichen an die Formwerkzeuge anlegt, wobei das Bauteil durch die Schrumpfung die Form der positiven Radien annimmt, wobei Ungenauigkeiten bei der Formgebung im kalten Zustand korrigiert werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil bzw. Werkstück zumindest solange in der Form belassen wird, bis die Austenit-Martensit-Umwandlung abgeschlossen ist.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil so aufgewärmt wird, dass es im erwärmten Zustand und insbesondere im geschlossenen Formhärtewerkzeug um etwa 0,1 % bis 0,4 %, insbesondere 0,2 % größer ist als es die Sollgeometrie ist.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zunächst sogenannte Formplatinen aus einem Blech geschnitten werden und die Formplatinen und anschließend geformt und insbesondere tiefgezogen werden und anschließend der Abfall weggeschnitten wird, wobei der Abfall vorzugsweise in einer Schneidoperation geschnitten wird und am Bauteil Laschen belassen werden um das Teil auf Teilehebern der Formwerkzeughälften ablegen zu können, wobei die Laschen in der Form mitgehärtet werden, wobei im Bereich des Anbindungsbereichs der Lasche an das Werkstück Kerbungen erzeugt werden und vor dem Ausformen des Werkstücks die Laschen durch verbiegen abgebrochen werden.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftspalte (14) auf eine Breite von mindestens 0,02 mm und vorzugsweise von 0,1 bis 2,5 mm oder größer eingestellt wird.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Härtens die Luftspalte mit Gas gespült werden.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück beim Ausformen aus dem Formhärtewerkzeug in die Endgeometrie uniform springt.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Bereichen, in denen das Werkstück geklemmt gehalten wird, innerhalb des geklemmten Bereichs eine Schnittoperation, insbesondere die Erzeugung eines Lochs oder Ausschnitts innerhalb des Blechs oder das Abschneiden eines Teiles oder der gesamten Außenkontur im warmen Zustand des Blechs, durchgeführt wird.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Formhärten eine Warmumformung dahingehend stattfindet, dass bei der vorangegangenen Kaltumformung erzeugte Flansche (31) oder gewünschte neue Flansche oder Abbiegungen durch im Werkzeug angeordnete Schieber (33) umgebogen oder erzeugt oder an die das Werkstück aufnehmende Formwerkzeughälfte (3) angebogen oder angepresst wurden und dort die Schnittkanten klemmend gehalten werden.

21. Formhärtewerkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Formhärtewerkzeug (1) zumindest eine Formhärtewerkzeugoberhälfte (2) und eine Formhärtewerkzeugunterhälfte (3) besitzt, wobei die Formhärtewerkzeughälften im Bereich von Rundungen (10, 11, 12, 13) des Werkstücks positive Radien bilden, **dadurch gekennzeichnet, dass** den positiven · Radien gegenüberliegend Luftspalten (14) vorhanden sind und in Bereichen in denen das Werkstück geklemmt wird, insbesondere der Schnittkanten (15) die Formhärtewerkzeughälften (2, 3) benachbart zu den Luftspalten (14) mit Vorsprüngen oder Aufmassen (16) so ausgebildet sind, dass die entsprechenden Bereiche eines Werkstücks (4) dort verzugsfrei geklemmt werden.

22. Formhärtewerkzeug nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formhärtewerkzeug zur Unterstützung der positiven Radien lediglich und ausschließlich im Bereich der Rundungen kreissegmentartige Vorsprünge besitzt und in den übrigen Bereichen des Werkstücks Luftspalte (14) vorhanden sind.

23. Formhärtewerkzeug nach Anspruch 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** um im Bereich der Zargen oder in Bereichen in denen eine Klemmrichtung nicht der Arbeitsrichtung der Presse entspricht eine zuverlässige Klemmung zu erzeugen ohne dass das Einlegen des Werkstücks in die Form behindert wird oder das Werkstück in bestimmten bereichen zu früh an der Form anliegt ein oder mehrere Schieberwerkzeuge (17, 18) in einer der Formhärtewerkzeughälften (2, 3) oder gegenüberliegend in beiden Formhärtewerkzeughälften (2, 3) vorhanden sind, welche vorzugsweise beim Schließen der Form auf die gegenüberliegende Formhärtewerkzeughälfte (2, 3) oder aufeinander zugefahren werden und beispielsweise Löcher im Bereich der Zarge klemmen.

24. Formhärtewerkzeug nach einem der Ansprüche.21 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Abbrechen von an dem Werkstück vorhandenen Laschen im Bereich der Längskante (15) an Stellen an der eine Lasche (20) vorsteht ein Kerbwerkzeug (21) vorhanden ist, welches im Anbindungsbereich der Lasche an eine Beschnittkante des Werkstücks eine Kerbe einprägt.

25. Formhärtewerkzeug nach einem der Ansprüche 21 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Kerbwerkzeug(21) gegenüberliegend.ein gefederter Niederhalter (22) vorhanden ist, wobei dem Niederhalter (22) gegenüberliegend ein Teileheber (24) angeordnet ist, wobei der Teileheber (24) ein Auflagevorsprung (25) besitzt auf dem die Lasche (20) aufliegt.

26. Formhärtewerkzeug nach einem der Ansprüche 21 bis 25 , **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teileheber (24) und der Niederhalter (22) in dem Kerbwerkzeug (21) gegenüberliegend angeordnet ist, wobei dem Teileheber (24) bezüglich des Werkstücks (4) gegenüberliegend an der gegenüberliegenden Formhälfte (2, 3) ein auf den Teileheber (24) zu und von ihm wegbewegbares Abrechwerkzeug (26) vorhanden ist, welches mit einem seitlichen Vorsprung (27) auf die Lasche aufsetzbar ausgebildet ist.

27. Formhärtewerkzeug nach einem der Ansprüche 21 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Luftspalte (14) eine Breite von > 0,02 mm besitzen.

28. Formhärtewerkzeug nach einem der Ansprüche 21 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Luftspalten (14) eine Breite von 0,1 bis 2,5 mm oder größer besitzen.

29. Formhärtewerkzeug nach einem der Ansprüche 21 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Bereichen, in denen das Werkstück verzugsfrei geklemmt wird, Schneidvorrichtungen und/oder Stanzvorrichtungen vorhanden sind, wobei in den klemmenden Bereichen für die Schneid- und/oder Stanzvorrichtung sowie für das Durchsetzen des Schneid- oder Stanzwerkzeugen entsprechende Freisparungen vorhanden sind.

30. Formhärtewerkzeug nach einem der Ansprüche 21 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Warmschneiden der Kontur oder eines Teils der Kontur benachbart zum und außerhalb des Klemmbereichs ein Schneidwerkzeug vorgesehen ist.

31. Formhärtewerkzeug nach einem der Ansprüche 21 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Formhärtewerkzeug (1, 2, 3) Schieber (33) angeordnet sind, welche im Bereich von am eingelegten Werkstück vorhandenen Flanschen (31) oder zur Erzeugung neuer Flansche oder Abbiegungen so ausgebildet sind, dass sie die Flansche (31) oder Abbiegungen auf eine gegenüberliegende Formhärtewerkzeughälfte (3) pressend ausgebildet sind und dabei umbiegen, wobei die Schnittkante (30) und/oder der Flansch (31) des Werkstücks (29) nach dem Biegen vom Schieber (33) und der jeweiligen Formhärtewerkzeughälfte (2, 3) klemmend gehalten werden.

Claims

1. Method for manufacturing hardened components out of sheet steel, including at least the following process steps:

a) forming of a formed part out of a steel sheet; wherein
b) before, during, or after the forming of the formed part, a necessary end trimming of the formed part and possibly required punching operations or a production of a hole pattern are carried out; wherein
c) at least some regions of the formed part are subsequently heated to a temperature that permits an austenitization of the steel material; and
d) the component is then transferred to a form hardening die, and a form hardening is carried out in the form hardening die, in which the component is cooled and thus hardened by at least some regions of the component being contacted and pressed by the form hardening die, **characterised in that**
e) the component is supported by the form hardening die in the area of the positive radii and at least in some regions in the area of cut edges, is clamped without distortion, wherein, in the regions in which the component is not clamped, the component is spaced from at least one forming die half by a gap.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the component is also clamped in saddle regions, i.e. regions in which two spatial axes form positive radii, when the saddle regions form relatively narrow radii, in particular of 0.5 to 30 mm.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the component is also clamped over its area and/or its length in certain regions in order to achieve a higher cooling rate and/or the reduction of stresses and/or to avoid distortion.

4. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that**, in addition to the

trimmed edges, the component is held clamped in a distortion-free fashion over parts of its area or over its entire area, with a pattern of distributed points and/or an area pattern, such as a rhomboid pattern or grid-like pattern, with corresponding protrusions of the die halves.

5. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that**, in order to achieve the clamping with a pattern distributed over the area, a pattern corresponding thereto distributed in linear and/or point-like fashion in the form of an oversized portion and/or insert clamping lines or insert clamping strips is used in the forming halves.

6. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the die is adjusted and machined so that the component is able to shrink freely outside of the clamped regions, as a result of which the component comes to rest snugly against the form, at least in the area of the positive radii.

7. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the component is supported only in the area of the positive radii and is clamped in a distortion-free fashion in the regions of the trimmed edges, and in the remaining regions, the forming die halves are apart from the workpiece by gaps.

8. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the component is formed to be smaller by approximately 0.95 % - 0.4 %, in particular 0.8 %, in all three spatial axes than the final geometry is supposed to be.

9. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that**, after having been removed from the die in the cold state, the component is heated to the austenitizing temperature, in particular to, for example, over 900°C, and kept at this temperature until a desired austenitization has occurred.

10. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the heating of the component is carried out so that the length change of the material that is brought on by the structural change taking place due to the austenitization, is completed.

11. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the non-linear thermal expansion caused by the austenitization is completed before the workpiece is inserted into the form hardening die.

12. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that**, after being clamped in the forming die, the component shrinks with the positive radii being supported, whereby the component comes to rest against the forming dies in the corresponding regions, wherein, due to the shrinking, the component assumes the shape of the positive radii and inaccuracies in the forming are corrected in the cold state.

13. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the component or workpiece is left in the die at least until the austenite-martensite conversion is complete.

14. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the component is heated so that in the heated state, and in particular in the closed form hardening die, it is approximately 0.1 % to 0.4 %, in particular 0.2 % larger than the desired geometry.

15. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that**, first, so-called forming blanks are cut from a sheet and the forming blanks are then formed and in particular deep-drawn, and then the excess is cut away, wherein the excess is preferably cut away in a cutting operation, and tabs are left on the component to permit the part to be placed onto part lifters of the forming die halves, wherein the tabs are hardened as well in the die, wherein notches are produced in the area of the region in which the tabs are connected to the workpiece and, before the component is removed from the die, the tabs are broken off by being bent off.

16. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the air gaps (14) are set to a width of at least 0.02 mm and preferably of from 0.1 to 2.5 mm or larger.

17. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** during the hardening, the air gaps are flushed with gas.

18. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** when removed from the form hardening die, the workpiece uniformly assumes the final geometry.

19. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** in the regions in which the component is clamped, a cutting operation is carried out within the clamped region, in particular the production of a hole or cut-out within the sheet or the cutting-off of a part of the outer contour or the entire outer contour in the hot state of the sheet.

20. Method according to any one of the preceding

claims, **characterised in that** during the form hardening, a hot forming occurs to the effect that flanges (31) produced during the preceding cold forming, or desired new flanges or bent portions produced by sliders (33) disposed in the die are bent, produced, or bent toward or pressed against the forming die halve (3) in which the workpiece is received, and the cut edges are held there in a clamped fashion.

21. Form hardening die for carrying out the method according to any one of the preceding claims, wherein the form hardening die (1) comprises at least one form hardening die top half (2) and one form hardening die bottom half (3), the form hardening die halves forming positive radii in the area of curves (10, 11, 12, 13) of the workpiece, **characterised in that**, opposite from the positive radii, air gaps (14) are provided, and in the regions in which the workpiece is clamped, in particular the cutting edges (15), the form hardening die halves (2, 3) adjacent to the air gaps (14) are configured with projections or oversized portions (16) so that the corresponding regions of a workpiece (4) are clamped there in a distortion-free fashion.

22. The form hardening die according to claim 21, **characterised in that** the form hardening die has circular segment-like projections only for supporting the positive radii only and exclusively in the region of the curves, and air gaps (14) are provided in the remaining regions of the workpiece.

23. Form hardening die according to claim 21 or 22, **characterised in that**, in order to achieve, in the region of the side walls or in regions in which a clamping direction does not coincide with the working direction of the press, a reliable clamping, without the insertion of the workpiece into the die being impeded or the workpiece prematurely coming into contact with certain areas of the die, one or more sliding tools (17, 18) are provided in one of the form hardening die halves (2, 3) or opposite from each other in both of the form hardening die halves (2, 3), which sliding tools, during the closing of the form, are preferably moved toward the opposite form hardening die half (2, 3) or toward each other and clamp, for example, holes in the region of a side wall.

24. Form hardening die according to any one of the claims 21 to 23, **characterised in that**, in order to break off tabs provided on the workpiece in the area of the longitudinal edge (15), at locations in which a tab (20) protrudes, a notching tool (21) is provided which stamps a notch into the region in which the tab is connected to a trimmed edge of the workpiece.

25. Form hardening die according to any one of claims 21 to 24, **characterised in that** a spring-loaded hold-down device (22) is provided opposite from the notching tool (21), a part lifter (24) being provided opposite from the hold-down device (22), the part lifter (24) having a support projection (25) on which the tab (20) rests.

26. Form hardening die according to any one of claims 21 to 25, **characterised in that** the part lifter (24) and the hold-down device (22) are disposed opposite from each other in the notching tool (21), wherein a breaking tool (26) that can move towards and away from the part lifter (24) and is formed so that it can be placed with a lateral protrusion (27) on the tab is provided, opposite from the part lifter (24) in relation to the workpiece (4), on the opposite forming die half (2, 3).

27. Form hardening die according to any one of claims 21 to 26, **characterised in that** the air gap or air gaps (14) has/have a width of > 0.02 mm.

28. Form hardening die according to any one of claims 21 to 27, **characterised in that** the air gap or air gaps (14) has/have a width of 0.1 to 2.5 mm or more.

29. Form hardening die according to any one of claims 21 to 27, **characterised in that** in the regions in which the workpiece is clamped in a distortion-free fashion, cutting devices and/or stamping devices are provided, with corresponding open recesses being provided in the clamping regions for the cutting and/or stamping device as well as for the passage of the cutting and/or stamping die.

30. Form hardening die according to any one of claims 21 to 29, **characterised in that**, adjacent to and outside the clamping region, a cutting tool is provided for the hot cutting of the contour or a part of the contour.

31. Form hardening die according to any one of claims 21 to 30, **characterised in that** sliders (33) are provided on the form hardening die (1, 2, 3), which are configured, in the area of flanges (31) provided on the inserted workpiece, or in order to produce new flanges or bent portions, in such a way that they are configured so as to press the flanges (31) or bent portions against an opposite forming die half (3), bending them in the process, wherein the cut edge (30) and/or the flange (31) of the workpiece (29) are held in a clamping fashion by the slider (33) and the respective form hardening die half (2, 3) after the bending.

Revendications

1. Procédé pour produire des composants trempés en

tôle d'acier, comprenant au moins les étapes de procédé suivantes :

a) mise en forme de pièces conformées à partir d'une tôle d'acier ; de manière que
b) avant, pendant ou après la mise en forme de la pièce conformée on procède à un rognage final nécessaire de la pièce conformée et le cas échéant à des poinçonnages requis ou encore à la réalisation d'un motif de trous, dans lequel
c) la pièce conformée est ensuite échauffée au moins dans des zones partielles à une température qui permet une austénitisation du matériau en acier, et
d) le composant est ensuite transféré dans un outil de formage-trempe et on exécute un formage-trempe dans l'outil de formage-trempe, de sorte que du fait de la mise en contact et du pressage au moins dans des zones partielles du composant, le composant est refroidi par les outils de formage-trempe et ainsi durci,
caractérisé en ce que
e) le composant est soutenu par l'outil de formage-trempe dans la région des rayons positifs et est fermement maintenu par serrage et sans déformation dans des zones partielles au moins dans la région des arêtes de rognage, et dans les régions dans lesquelles le composant n'est pas serré, le composant est au moins écarté avec une fente par rapport à une moitié de l'outil de formage.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le composant est en outre serré dans des zones en "selle", c'est-à-dire des zones dans lesquelles deux axes dans l'espace forment des rayons positifs, quand les zones en selles forment des rayons relativement étroits, en particulier de 0,5 à 30 mm.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le composant est en outre serré sur sa surface et/ou sur sa longueur dans certaines régions, afin d'atteindre une vitesse de refroidissement plus élevée et/ou la suppression de contraintes, et/ou pour éviter une déformation.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le composant est fermement maintenu sans déformation en étant serré, en supplément aux arêtes de rognage, sur des parties de la surface ou sur la totalité de la surface avec un motif réparti de manière ponctuelle et/ou un motif surfacique, comme un motif en losanges ou un motif grillagé avec des saillies correspondantes des moitiés de l'outil de formage.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, en vue du serrage réparti sur la surface avec un motif, on utilise un motif correspondant de type linéaire et/ou de type ponctuel à titre de surcote et/ou à titre de lignes ou de barrettes de serrage et de mise en place dans les moitiés de l'outil de formage.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'outil de formage est réglé et oeuvré de telle manière que le composant est libre de se rétracter à l'extérieur des régions de serrage, grâce à quoi le composant s'applique de manière intime contre l'outil de moulage au moins dans la région des rayons positifs.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le composant est soutenu uniquement dans la région des rayons positifs et est serré sans déformation dans les régions des arêtes de rognage, et dans les autres régions les moitiés de l'outil de formage sont écartées avec des intervalles depuis la pièce à oeuvrer.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le composant est conformé, suivant les trois axes dans l'espace, plus petit d'environ 0,95 % à 0,4 %, en particulier 0,8 % qu'il doit l'être dans la géométrie finale.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, après avoir été conformé à l'état froid, le composant est réchauffé à la température d'austénitisation, en particulier par exemple au-dessus de 900° C, et est maintenu aussi longtemps à cette température jusqu'à ce qu'une austénitisation souhaitée ait eu lieu.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'échauffement du composant a lieu de telle manière que la variation de longueur du matériau, qui a lieu en raison de la modification de texture en raison de l'austénitisation, est achevée.

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'allongement thermique non linéaire engendré par l'austénitisation est achevé avant que la pièce à oeuvrer soit mise en place dans l'outil de formage-trempe.

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, après le serrage dans l'outil de formage, le composant se rétracte, et les rayons positifs sont favorisés, grâce à quoi le composant s'applique contre les outils de formage dans les zones correspondantes, et en raison de son retrait, le composant adopte la forme des rayons positifs, et des inexactitudes dues à la mise en forme

à l'état froid sont corrigées.

13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le composant, ou la pièce à oeuvrer, est laissé au moins aussi longtemps dans l'outil de formage jusqu'à ce que la conversion austénite/martensite est achevée.

14. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le composant est échauffé de telle façon qu'à l'état réchauffé et en particulier dans l'outil de formage-trempe fermé, il est plus grand d'environ 0,1 % à 0,4 %, en particulier 0,2 % que la géométrie de consigne.

15. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on découpe tout d'abord ce que l'on appelle des platines en forme à partir d'une tôle, et les platines en forme sont ensuite mises en forme et en particulier embouties et le rebut est enfin enlevé par découpe, ledit rebut étant de préférence découpé dans une opération de coupe et on laisse des pattes sur le composant afin de pouvoir déposer la pièce sur des éléments de levage des moitiés de l'outil de mise en forme, lesdites pattes étant conjointement trempées dans l'outil de mise en forme et, dans la région de la zone de liaison des pattes avec la pièce à oeuvrer on produit des entailles, et avant le démoulage de la pièce à oeuvrer les pattes sont rompues par pliage.

16. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les intervalles d'air (14) sont réglés à une largeur d'au moins 0,02 mm et de préférence de 0,1 à 2,5 mm ou plus.

17. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pendant la trempe les intervalles d'air sont rincés avec un gaz.

18. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pièce à oeuvrer se détend lors du démoulage hors de l'outil de formage-trempe de façon uniforme vers la géométrie finale.

19. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans les régions dans lesquelles la pièce à oeuvrer est maintenue par serrage, on exécute à l'intérieur de la région serrée une opération de coupe, en particulier la réalisation d'un trou ou d'une découpe à l'intérieur de la tôle, ou la découpe d'une partie ou encore de la totalité du contour extérieur, à l'état chaud de la tôle.

20. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lors du formage-trempe, il se produit une déformation à chaud en ce que des brides (31) engendrées lors de la déformation à froid précédente ou encore des nouvelles brides ou des courbures désirées sont cintrées ou engendrées par des coulisseaux (33) agencés dans l'outil, ou sont réalisées par pliage ou par pressage sur les moitiés (3) de l'outil de mise en forme qui reçoivent la pièce à oeuvrer, et les arêtes de coupe sont maintenues à cet endroit par serrage.

21. Outil de formage-trempe pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'outil de formage-trempe (1) possède au moins une moitié d'outil supérieure (2) et une moitié d'outil inférieure (3), de sorte que les moitiés d'outils forment, dans la région de parties arrondies (10, 11, 12, 13) de l'outil, des rayons positifs, **caractérisé en ce que** des intervalles d'air (14) sont prévus à l'opposé des rayons positifs, et dans des régions dans lesquelles la pièce à oeuvrer est serrée, en particulier la région des arêtes de coupe (15), les moitiés d'outils (2, 3) sont réalisées au voisinage des intervalles d'air (14) avec des saillies ou avec des masses rapportées (16) de telle manière que les zones correspondantes d'une pièce à oeuvrer (4) y sont serrées sans déformation.

22. Outil de formage-trempe selon la revendication 21, **caractérisé en ce que**, pour favoriser les rayons positifs, l'outil de formage-trempe possède des saillies semblables à des segments de cercle uniquement et exclusivement dans la région des parties arrondies, et **en ce qu'**il est prévu des intervalles d'air (14) dans les zones restantes de la pièce à oeuvrer.

23. Outil de formage-trempe selon la revendication 21 ou 22, **caractérisé en ce que**, pour produire un serrage fiable dans la région des châssis ou dans des régions dans lesquelles une direction de serrage ne correspond pas à la direction de travail de la presse, sans entraver la mise en place de la pièce à oeuvrer dans l'outil de mise en forme ou encore sans que l'outil vienne s'appliquer dans certaines régions trop tôt contre l'outil de mise en forme, il est prévu un ou plusieurs outils à coulisseaux (17, 18) dans l'une des moitiés d'outils (2, 3) ou encore de manière opposée dans les deux moitiés d'outils (2, 3), lesdits outils à coulisseaux venant de préférence serrer, lors de la fermeture de l'outillage de mise en forme, sur les moitiés d'outils opposées (2, 3) ou étant approchés les uns les autres, en venant par exemple serrer des trous dans la région des châssis.

24. Outil de formage-trempe selon l'une des revendications 21 à 23, **caractérisé en ce que** pour rompre des pattes prévues sur la pièce à oeuvrer dans la région de l'arête longitudinale (15), il est prévu aux emplacements auxquels une patte (20) dépasse un outil de formation d'entaille (21) qui réalisent une en-

taille dans la zone de jonction de la patte par enfoncement au niveau d'une arête de découpe de la pièce à oeuvrer.

25. Outil de formage-trempe selon l'une des revendications 21 à 24, **caractérisé en ce qu'**il est prévu un élément de maintien vers le bas (22) soutenu par un ressort, à l'opposé de l'outil de formation d'entaille (21), et un organe de soulèvement de pièce (24) est agencé à l'opposé de l'élément de maintien vers le bas (22), et l'organe de soulèvement de pièce (24) possède une saillie d'appui (25) sur laquelle s'appuie la patte (20).

26. Outil de formage-trempe selon l'une des revendications 21 à 25, **caractérisé en ce que** l'organe de soulèvement de pièce (24) et l'élément de maintien vers le bas (22) sont agencés de manière opposée dans l'outil de formation d'entaille (21), et un outil de rupture (26) est prévu, à l'opposé de l'organe de soulèvement de pièce (24) par rapport à la pièce à oeuvrer (4), sur les moitiés d'outils (2, 3) opposées, cet outil de rupture étant déplaçable en rapprochement et en éloignement de l'organe de soulèvement de pièce (24), et étant réalisé de façon à pouvoir être posé avec une saillie latérale (27) sur la patte.

27. Outil de formage-trempe selon l'une des revendications 21 à 26, **caractérisé en ce que** l'intervalle d'air ou les intervalles d'air (14) possède(nt) une largeur > 0,02 mm.

28. Outil de formage-trempe selon l'une des revendications 21 à 27, **caractérisé en ce que** l'intervalle d'air ou les intervalles d'air (14) possède(nt) une largeur de 0,1 à 2,5 mm ou plus.

29. Outil de formage-trempe selon l'une des revendications 21 à 27, **caractérisé en ce que** dans les régions dans lesquelles la pièce à oeuvrer est serrée sans déformation, des dispositifs de coupe et/ou des dispositifs de poinçonnage sont prévus, et dans les régions de serrage il est prévu des dégagements correspondants pour le dispositif de coupe et/ou de poinçonnage ainsi que pour la traversée de l'outil de coupe ou de poinçonnage.

30. Outil de formage-trempe selon l'une des revendications 21 à 29, **caractérisé en ce que** pour la découpe à chaud du contour ou d'une partie du contour, il est prévu un outil de coupe au voisinage et à l'extérieur de la zone de serrage.

31. Outil de formage-trempe selon l'une des revendications 21 à 30, **caractérisé en ce que** des coulisseaux (33) sont agencés sur l'outil de formage-trempe (1, 2, 3), lesquels sont réalisés, dans la région de brides (31) présentes sur la pièce à oeuvrer mise en place ou de nouvelles brides ou courbures à engendrer, qu'ils pressent les brides (31) ou les courbures sur une moitié d'outil opposée (3) et cintrent ici les brides, et l'arête de coupe (30) et/ou la bride (31) de la pièce à oeuvrer (29) est maintenue après le cintrage par serrage par le coulisseau (33) et par la moitié d'outil respective (2, 3).

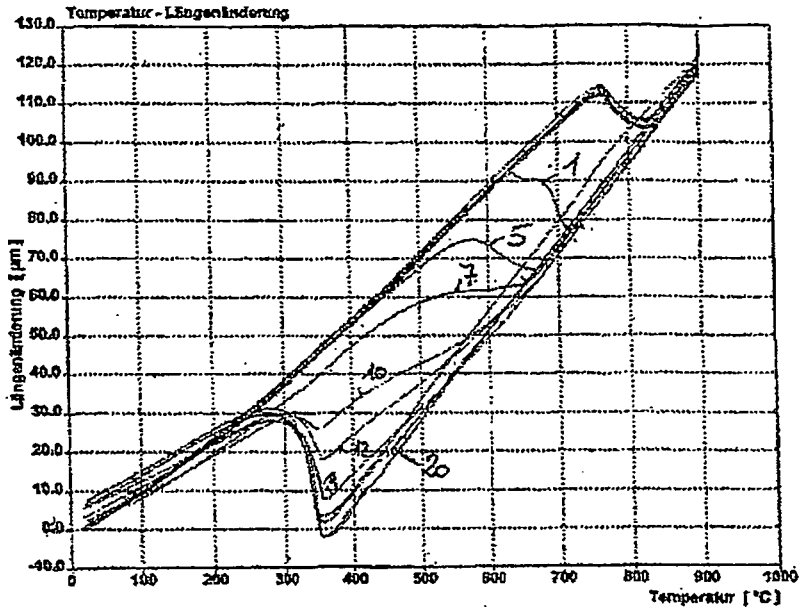

Temperatur - LEngenänderung
Längenänderung [µm]
Temperatur [°C]

Fig. 1

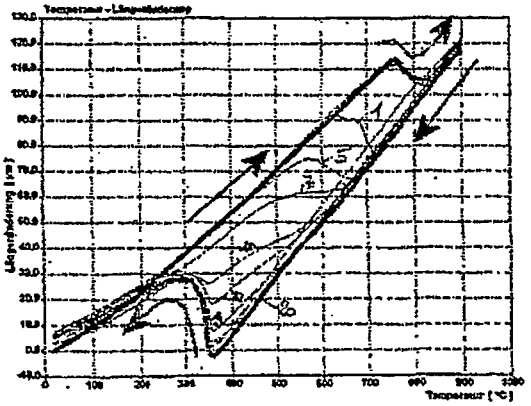


Fig. 2

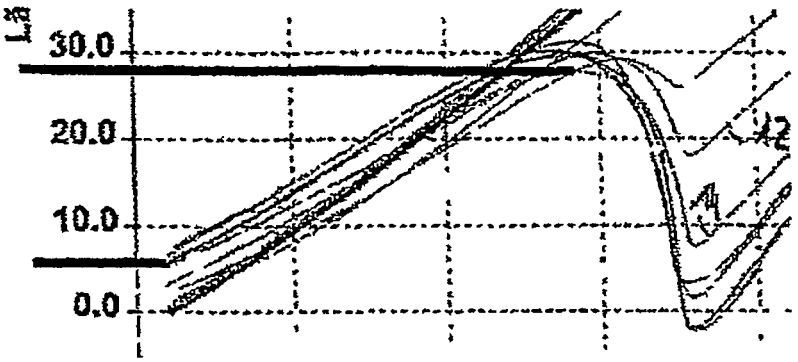

30.0
20.0
10.0
0.0

Fig. 3

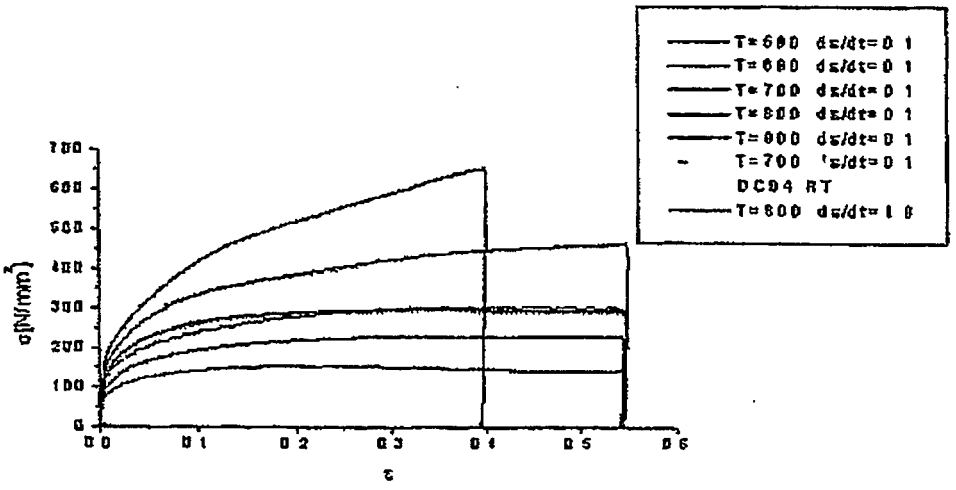

T=600 dε/dt=0 1
T=600 dε/dt=0 1
T=700 dε/dt=0 1
T=800 dε/dt=0 1
T=900 dε/dt=0 1
T=700 dε/dt=0 1
DC04 RT
T=600 dε/dt=1 0
σ[N/mm²]
ε

Fig. 4

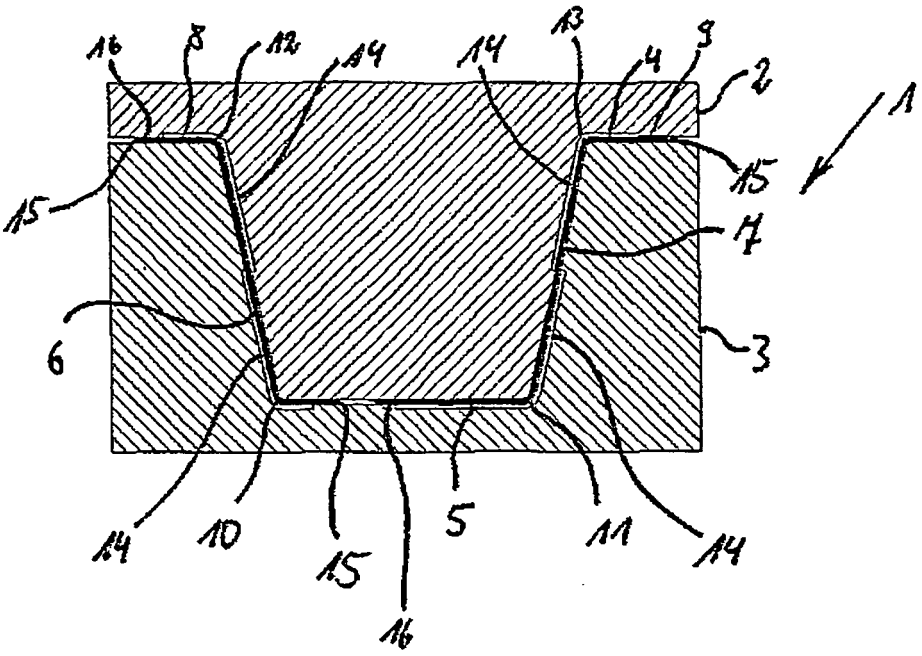


Fig. 5

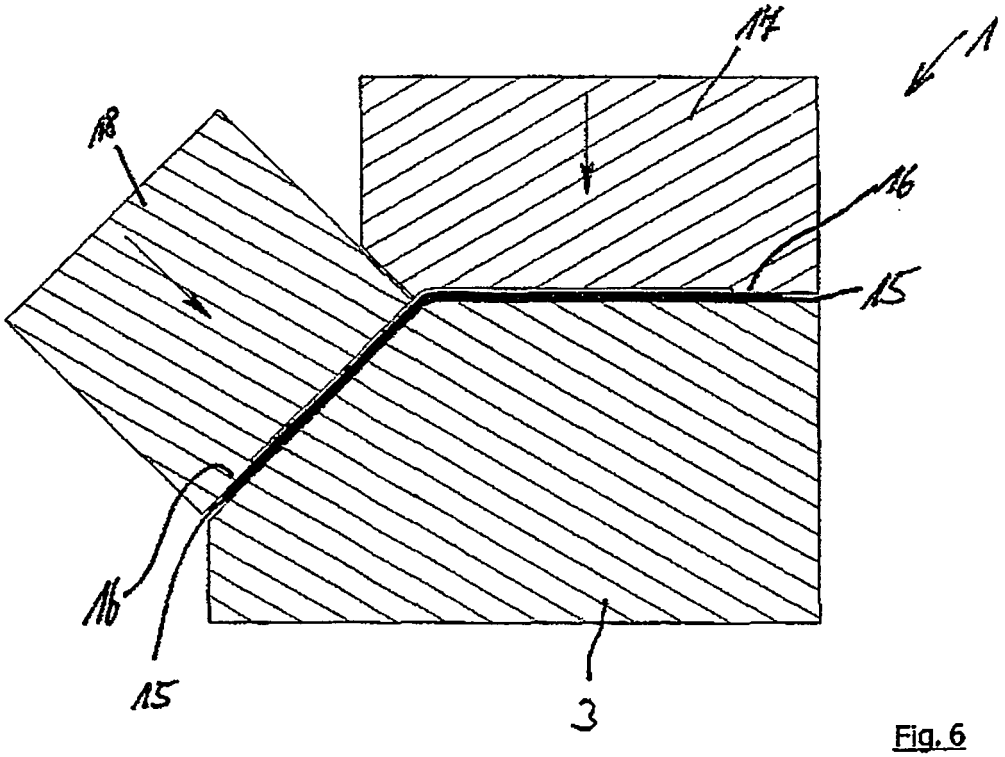


Fig. 6

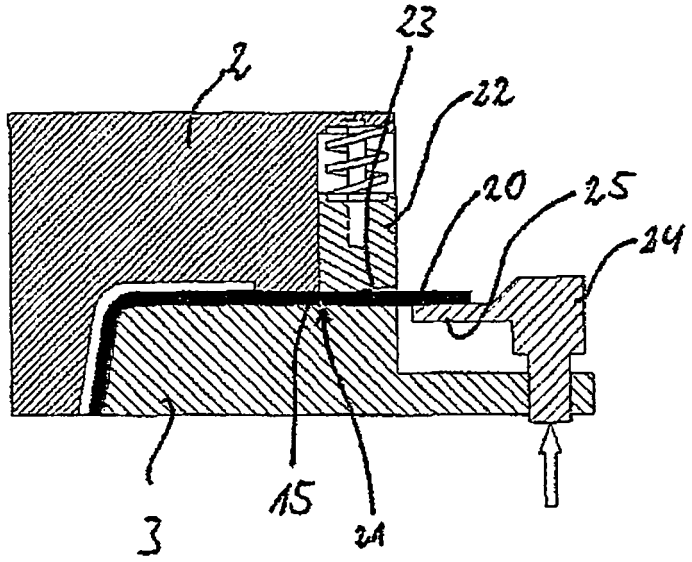


Fig. 7

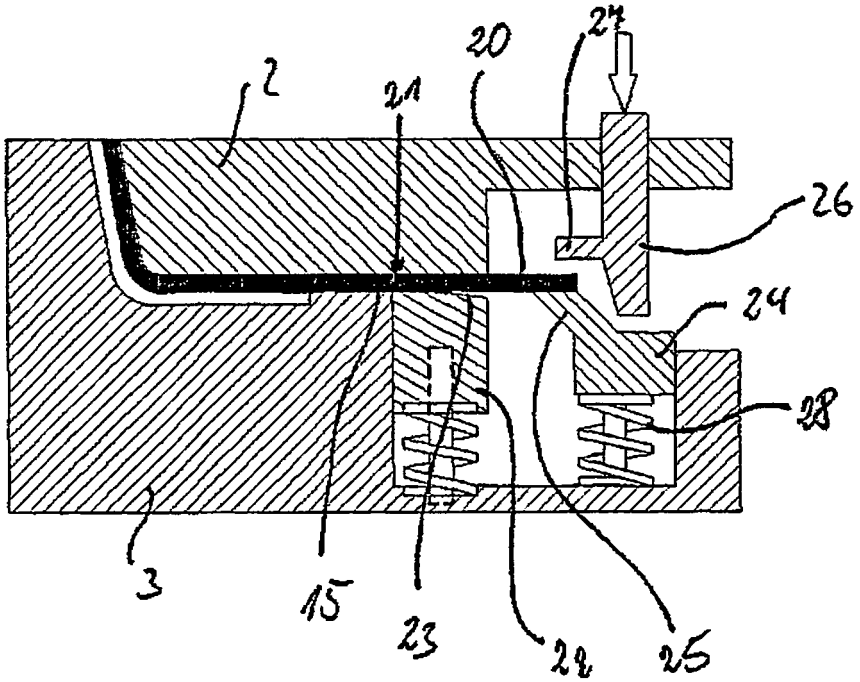


Fig. 8

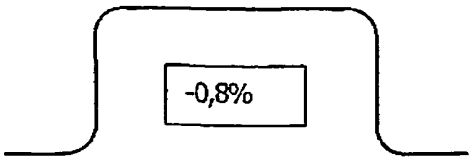
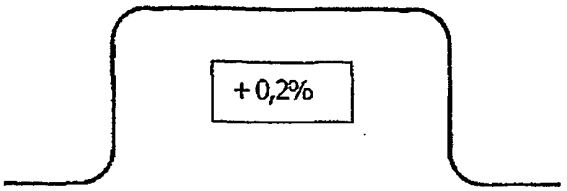
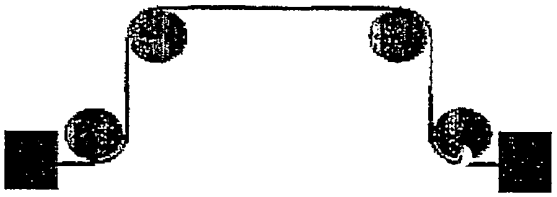
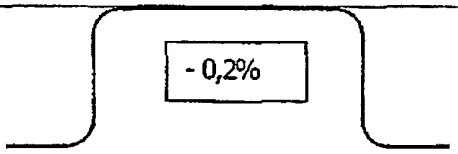
Schritt 1: Teil wird kaltumgeformt und in weichem Zustand geschnitten.	
Schritt 2: Teil wird auf Härtetemperatur aufgewärmt und ins Werkzeug eingelegt.	
Schritt 3.1: Teil wird an allen Beschnittkanten klemmend gehalten	
Schritt 3.2: Teil versucht zu schrumpfen. Deswegen müssen die positiven Radien unterstützt werden. Bei der Schrumpfung wird dann automatisch diese Form gestaltet. Nachdem es an den Radien gestützt wird, kühlt das Teil nach unter 100°C ab und baut dann Spannungen auf.	
Schritt 4: Beim Entnehmen können die elastischen Spannungen abgebaut werden und schrumpft das Teil uniform 0.2%.	

Fig. 9

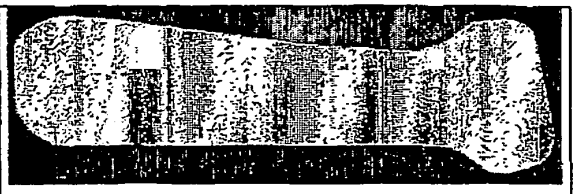
Formplatine schneiden	

Fig. 10

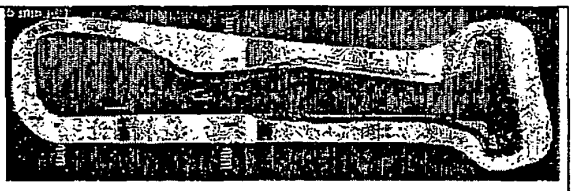
Teil ziehen (-0.80%)	

Fig. 11

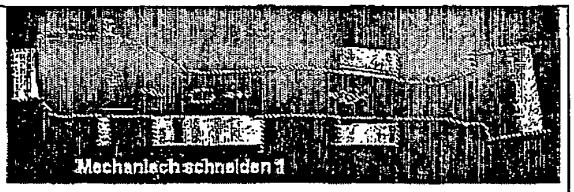
Abfall wegschneiden 1 (-0.80%) + (RPS-) Löcher schneiden	

Fig. 12

Abfall wegschneiden 2 (-0.80%)	

Fig. 13

Formhärten (+0.20 %) und anschließend Laschen abbrechen; Ergibt nach dem entnehmen Fertigteil 0%	

Fig. 14

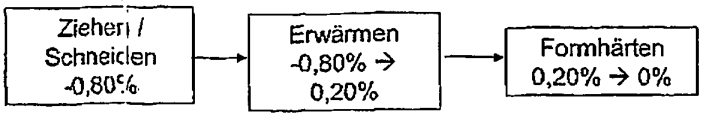
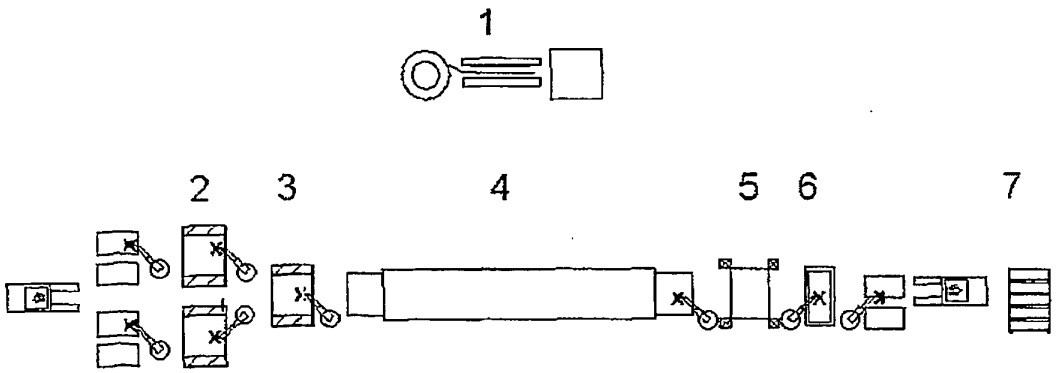


Fig. 15



Serienprozess:	
1. Platinen schneiden 2. Kaltumumformung: Ziehen 3. Mechanisch schneiden 4. Erwärmen 5. Formhärten	6. Reinigung 7. Qualitätskontrolle & Lager ↳ Maßanalyse ↳ Mechanische Eigenschaften ↳ Korrosionseigenschaften

Fig. 16

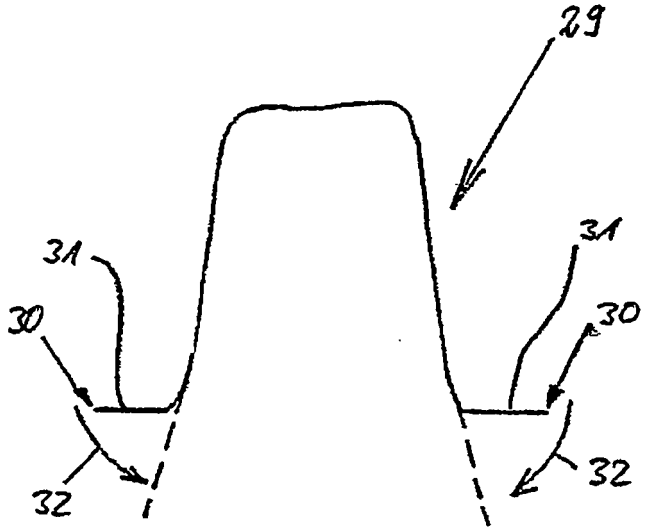


Fig. 17

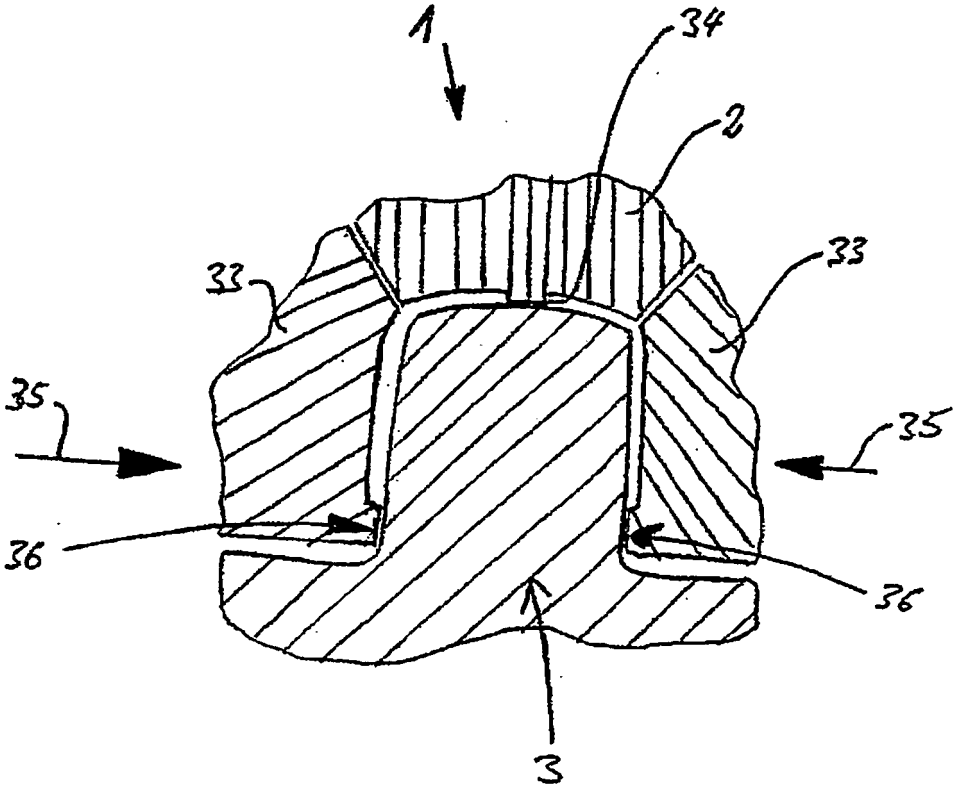


Fig. 18

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 **[0016]**
- DE 10254695 B3 **[0017]**