

(19)



(11)

**EP 2 324 938 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.05.2011 Patentblatt 2011/21**

(51) Int Cl.:  
**B21D 22/20** (2006.01)      **B21D 24/16** (2006.01)  
**B21D 37/16** (2006.01)      **C21D 1/18** (2006.01)  
**C21D 1/673** (2006.01)      **C21D 8/00** (2006.01)  
**C21D 9/48** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10185787.8**

(22) Anmeldetag: **01.10.2010**

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

(72) Erfinder:  
 • **Overrath, Dr. Jens**  
**31515 Wunstorf (DE)**  
 • **Anquetil, Stéphane**  
**78124 Mareil Sur Mauldre (FR)**

(30) Priorität: **23.10.2009 DE 102009050533**

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

(71) Anmelder:  
 • **ThyssenKrupp Umformtechnik GmbH**  
**14974 Ludwigsfelde (DE)**  
 • **ThyssenKrupp Sofedit S.A.S.**  
**78056 Saint-Quentin-en-Yvelines (FR)**

**(54) Verfahren und Warmumformanlage zur Herstellung eines gehärteten, warm umgeformten Werkstücks**

(57) Dargestellt und beschrieben ist ein Verfahren zur Herstellung eines gehärteten, warm umgeformten Werkstücks (2) aus Stahlblech, bei dem ein Werkstückrohling (2') in wenigstens einem Ofen (5) wenigstens partiell bis auf eine Umformtemperatur erwärmt wird, bei dem der erwärmte Werkstückrohling (2') in wenigstens eine Ziehpresse (7) eingebracht wird, bei dem der erwärmte Werkstückrohling (2') in der wenigstens einen Ziehpresse (7) zu einem Werkstück (2) umgeformt wird.

Um insbesondere hohe Stückzahlen gehärteter, warm umgeformter Werkstücke kostengünstiger herstellen zu können, ist vorgesehen, dass das umgeformte Werkstück (2) in wenigstens eine Härteinrichtung (10) eingebracht wird, dass das umgeformte Werkstück (2) in einer an die Geometrie des umgeformten Werkstücks (2) angepassten Aufnahme (11) der Härteinrichtung (10) fixiert wird und dass das umgeformte Werkstück (2) in der Aufnahme (11) durch direkten Wärmeaustausch mit einem Kühlmedium wenigstens partiell gehärtet wird.

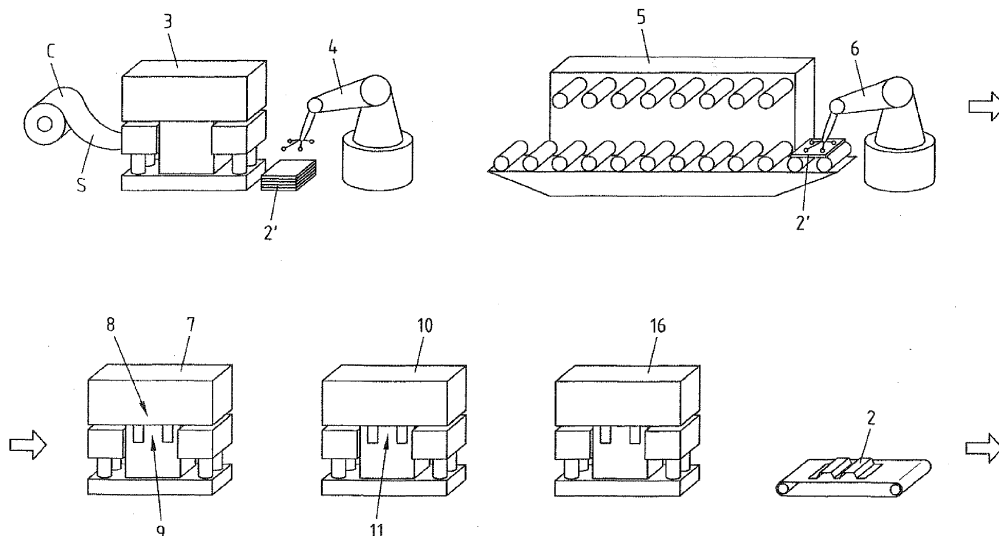


Fig. 1

**EP 2 324 938 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines gehärteten, warm umgeformten Werkstücks aus Stahlblech, bei dem ein Werkstückrohling in wenigstens einem Ofen wenigstens partiell bis auf eine Umformtemperatur erwärmt wird, bei dem der erwärmte Werkstückrohling in wenigstens eine Ziehpresse eingebracht wird und bei dem der erwärmte Werkstückrohling in der wenigstens einen Ziehpresse zu einem Werkstück umgeformt wird. Ferner betrifft die Erfindung eine Warmumformanlage zur Herstellung eines gehärteten umgeformten Werkstücks aus Stahl, mit einem Ofen zum wenigstens partiellen Erwärmen eines Werkstückrohlings auf eine Umformtemperatur, mit einer Ziehpresse zum Umformen des Werkstückrohlings und mit einer Übergabeeinrichtung zur Übergabe des erwärmten Werkstückrohlings vom Ofen an die Ziehpresse.

**[0002]** Derartige Anlagen dienen beispielsweise der Herstellung von hochfesten Karosserieteilen aus Stahlblech. Warmumformanlagen weisen typischerweise eine Ofenanlage zum Erwärmen der Werkstückrohlinge sowie eine Pressenanlage zum Umformen und Härten der Werkstückrohlinge auf. Nach dem Erwärmen der Werkstückrohlinge auf eine vorbestimmte Umformtemperatur werden diese der Ofenanlage entnommen und in eine Ziehpresse eingelegt. Die Werkzeuge der Ziehpresse werden über ein Kühlmedium gekühlt, so dass das Werkstück darin rasch abgekühlt und dabei gehärtet wird. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Presshärten der Werkstücke.

**[0003]** Eine solche Warmumformanlage und ein Verfahren zum Herstellen von warm umgeformten, gehärteten Werkstücken ist beispielsweise aus der DE 100 49 660 A1 bekannt. Die Werkstücke werden dabei in der Ziehpresse durch rasche Abkühlung unter eine vorgegebene Grenztemperatur gehärtet. Die Temperatur der Werkstücke ist nach dem Verlassen der Ziehpresse aber noch zu hoch, um die Werkstücke unmittelbar weiterbearbeiten oder problemlos handhaben zu können. Die Werkstücke werden nach dem Presshärten daher an ein Fixierwerkzeug oder schrittweise an mehrere hintereinander geschaltete Fixierwerkzeuge übergeben. In den Fixierwerkzeugen werden die umgeformten Werkstücke fixiert und dabei weiter abgekühlt. Hierzu kann ein Kühlmedium zur Kühlung des Fixierwerkzeugs oder zur direkten Kühlung der Werkstücke verwendet werden. Ist die Temperatur der Werkstücke weit genug gesunken, können diese einer Weiterbehandlung zugeführt werden.

**[0004]** Bei dem bekannten Verfahren können die Taktzeiten der Ziehpresse durch das wenigstens eine der Ziehpresse nachgeschaltete Fixierwerkzeug begrenzt werden. Es besteht aber weiterer Optimierungsbedarf zur Verringerung der Herstellungskosten warm umgeformter und gehärteter Werkstücke, etwa als Karosseriebauteil.

**[0005]** Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Warmumformanlage derart

auszugestalten und weiterzubilden, dass insbesondere hohe Stückzahlen gehärteter, warm umgeformter Werkstücke kostengünstiger hergestellt werden können.

**[0006]** Diese Aufgabe ist gemäß Anspruch 1 durch ein Verfahren gelöst, bei dem das umgeformte Werkstück in wenigstens eine Härteinrichtung eingebracht wird, bei dem das umgeformte Werkstück in einer an die Geometrie des umgeformten Werkstücks angepassten Aufnahme der Härteinrichtung fixiert und gegebenenfalls kalibriert wird und bei dem das umgeformte Werkstück in der Aufnahme durch direkten Wärmeaustausch mit einem Kühlmedium wenigstens partiell gehärtet wird.

**[0007]** Zudem wird die Aufgabe bei einer Warmumformanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 10 dadurch gelöst, dass eine Härteinrichtung zum Härten des Werkstücks vorgesehen ist, dass eine Übergabeeinrichtung zur Übergabe des umgeformten Werkstücks von der Ziehpresse an die Härteinrichtung vorgesehen ist, dass die Härteinrichtung eine an die Geometrie des umgeformten Werkstücks angepasste Aufnahme zum Fixieren des umgeformten Werkstücks aufweist und dass die Aufnahme zum wenigstens partiellen Härten des umgeformten Werkstücks durch direkten Wärmeaustausch mit einem Kühlmedium ausgebildet ist.

**[0008]** Zur Herstellung eines warm umgeformten und gehärteten Werkstücks wird also zunächst ein Werkstückrohling in wenigstens einem Ofen auf die erforderliche Umformtemperatur gebracht. Die zu erreichende Umformtemperatur ist von der gewünschten Gefügezusammensetzung des Werkstücks vor und nach dem Härten abhängig. Als Werkstückrohling kommt insbesondere ein Zuschnitt eines Stahlblechs in Frage. Ein solcher Zuschnitt wird auch als Platine bezeichnet. Die Platine bzw. das Halbzeug kann monolithisch aber auch als Tailored Blank ausgebildet sein, das Stähle unterschiedlicher Dicken und/oder Güten vereint.

**[0009]** Der Werkstoffrohling wird, nachdem dieser auf die Umformtemperatur erwärmt worden ist, mittels einer dafür vorgesehenen Übergabeeinrichtung an eine Ziehpresse übergeben. In der Ziehpresse wird der Werkstückrohling dann in an sich bekannter Weise umgeformt. Es entsteht ein sogenanntes Ziehteil oder Formteil. Dazu wird der Werkstückrohling vorzugsweise zwischen zwei Ziehwerkzeuge gebracht, welche unter hohem Druck von beiden Seiten gegen den Werkstückrohling gepresst werden. Bei den Ziehwerkzeugen handelt es sich etwa um eine Matrize und eine Patrize.

**[0010]** Das warm umgeformte Werkstück kann in der Ziehpresse bis zu einem gewissen Grad abkühlen. Das umgeformte Werkstück wird in der Ziehpresse jedoch nicht gehärtet. Das Werkstück wird nach dem Umformen der Ziehpresse entnommen und mittels einer weiteren Übergabeeinrichtung an eine Härteinrichtung übergeben. Dabei wird das umgeformte Werkstück in einer Aufnahme der Härteinrichtung aufgenommen, deren Geometrie an die Geometrie des umgeformten Werkstücks angepasst ist, so dass das umgeformte Werkstück während des Härtens in der Aufnahme fixiert ist. Das umge-

formte Werkstück muss dazu nicht durchgängig an der Aufnahme anliegen.

**[0011]** Das Werkstück wird in der Aufnahme wenigstens partiell gehärtet, und zwar im Wesentlichen durch direkten Wärmeaustausch mit einem Kühlmedium. Die Aufnahme ist dabei derart ausgebildet, dass das Kühlmedium in direkten Kontakt mit dem umgeformten Werkstück gelangen kann. Es wird also weniger die Aufnahme als solche gekühlt, als vielmehr das Werkstück.

**[0012]** Erfindungsgemäß ist also eine räumliche und zeitliche Trennung zwischen der Umformung des warmen Werkstückrohlings und der Härtung des umgeformten Werkstücks vorgesehen. Diese beiden Prozessschritte werden in unterschiedlichen Anlagenteilen mit unterschiedlichen Werkzeugen durchgeführt. Dadurch wird zwar der apparative und prozesstechnische Aufwand erhöht. Allerdings können auf diese Weise kürzere Taktzeiten für die Herstellung der warm umgeformten und gehärteten Werkstücke insgesamt realisiert werden, wodurch sich die Wirtschaftlichkeit der Herstellung warm umgeformter und gehärteter Werkstücke insgesamt verbessert.

**[0013]** Die Werkstücke müssen nicht länger als nötig in der Ziehpresse verbleiben. Die Ziehpresse kann also mit höheren Taktzeiten wirtschaftlicher betrieben werden. Als Ausgleich werden die umgeformten Werkstücke zum Härten an eine Härteinrichtung übergeben. Da in der Härteinrichtung keine weitere Umformung der Werkstücke mehr erfolgt, kann die Härteinrichtung einfacher und kostengünstiger ausgestaltet werden als die Ziehpresse. Zudem erlaubt der direkte Wärmeaustausch zwischen dem Kühlmedium und dem umgeformten Werkstück eine Zeitersparnis vorzugsweise hinsichtlich des Härtens und ggf. des weiteren Abkühlens auf eine Temperatur, die der weiteren Handhabung der Werkstücke nicht im Wege steht.

**[0014]** Bedarfsweise kann für das Erwärmen des Werkstückrohlings auf Umformtemperatur ein Ofen oder eine Mehrzahl von Öfen vorgesehen sein, die der Werkstückrohling dann nacheinander durchläuft. Durch eine Mehrzahl von Öfen kann der Temperaturanstieg des Werkstückrohlings während des Aufheizvorgangs besser eingestellt werden.

**[0015]** Alternativ oder zusätzlich kann der gesamte Werkstückrohling auf die gewünschte Umformtemperatur gebracht werden, wodurch sich der apparative und prozesstechnische Aufwand verringert. Es können aber auch nur die zu härtenden Bereiche des Werkstückrohlings auf die Umformtemperatur gebracht werden. Dies kann für nachfolgende Bearbeitungsschritte des Werkstücks zweckmäßig sein. So können beispielsweise nur die Bereiche des Werkstücks auf Umformtemperatur gebracht werden, die später auch gehärtet werden sollen. Die nicht zu härtenden Bereiche des Werkstücks sind dann etwa solche Bereiche, die nach dem partiellen Härten des Werkstücks, etwa durch ein Loch- und/oder Schneidwerkzeug gelocht und/oder abgetrennt werden.

**[0016]** Um eine effiziente und gleichmäßige Erwärmung des Werkstückrohlings zu erreichen, kann der Werkstückrohling im Ofen bedarfsweise im Wesentlichen durch Wärmeleitung, Wärmestrahlung und/oder Induktion erwärmt werden. Alternativ oder zusätzlich kann

5

vorgesehen sein, dass der Werkstückrohling in wenigstens einem Rollenherdofen auf Umformtemperatur erwärmt wird. Die Erwärmung des Werkstückrohlings kann so kontinuierlich erfolgen. Denkbar sind aber auch konduktive Erwärmungsvorrichtungen, die mittels Kontakt und einer Strombeaufschlagung die zu vergütende Platine erwärmen, beispielsweise nach Art eines "Waffeleisens".

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

**[0017]** Die Ziehwerkzeuge der Ziehpresse können etwa über ein Kühlmedium, das durch in den Ziehwerkzeugen angeordnete Kanäle ohne Kontakt mit dem Werkstück strömt, gekühlt werden. Dadurch wird dem Werkstück beim Umformen zusätzlich Wärme entzogen, so dass die für das Gesamtverfahren benötigte Zeitspanne verkürzt werden kann. Durch die Abkühlung in der Ziehpresse wird das Werkstück jedoch noch nicht gehärtet.

**[0018]** Die Wahl eines geeigneten Kühlmediums ist von verschiedenen Faktoren abhängig. In der Ziehpresse und in der Härteinrichtung können zudem unterschiedliche Kühlmedien zum Einsatz kommen. Insbesondere im Hinblick auf die Härteinrichtung sind jedoch solche Kühlmedien bevorzugt, welche dem Werkstück viel Wärme pro Zeiteinheit entziehen können. Alternativ oder zusätzlich ist es bevorzugt, wenn das Kühlmedium geeignet ist, die Oberfläche des Werkstücks, etwa von anhaftenden Stoffen, zu reinigen. Letztlich kommt als Kühlmedium beispielsweise Wasser, Öl, ein Wasser/Öl-Gemisch, ein Wasser/Graphit-Gemisch, Eis, Luft, Dampf und/oder eine Seifenlösung in Frage.

**[0019]** Bei einer ersten bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass der Werkstückrohling auf eine Umformtemperatur erwärmt wird, die oberhalb der Austenitisierungstemperatur des Werkstückrohlings bzw. dessen Werkstoffs liegt. Dies ermöglicht hohe Festigkeitswerte der umgeformten und gehärteten Werkstücke.

**[0020]** Die Qualität des Werkstoffs kann bei einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens dadurch verbessert werden, dass der Werkstückrohling nach dem Verlassen des Ofens und vor dem Einbringen in die Ziehpresse zunächst an der Luft vorgekühlt wird. Das Vorkühlen an der Luft kann vorzugsweise etwa 4 bis 10 Sekunden, insbesondere 5 bis 7 Sekunden, andauern. Dieses Vorkühlen an Luft hat in den vorgenannten Grenzen keinen negativen Einfluss auf die gewünschten einzustellenden Eigenschaften im fertigen Bauteil.

**[0021]** Bedarfsweise kann die Warmumformanlage eine Mehrzahl von Ziehpressen umfassen, wobei der Werkstückrohling in den Ziehpressen schrittweise umgeformt wird. Auf diese Weise können Werkstücke auch mit aufwändigen geometrischen Strukturen hergestellt werden. Dabei bietet es sich jedoch an, wenn das Werkstück schnell von Ziehpresse zu Ziehpresse übergeben wird und nur für kurze Taktzeiten in den Ziehpressen

verweilt. Die Temperatur des umgeformten Werkstücks ist dann noch hoch genug, um in der Härteinrichtung durch rasche Abkühlung gehärtet zu werden. Vorzugsweise liegt die Temperatur eines zu härtenden Werkstücks, das ein im Wesentlichen martensitisches Gefüge aufweisen soll, bei  $M_s + 10K$  ( $M_s$  = Martensit-Start). Die rasche Abkühlung oberhalb der kritischen Abkühlrate liegt, führt zu hohen Festigkeiten im Bauteil, wenn die Abkühlung auf eine Temperatur von unterhalb 250°C, vorzugsweise  $M_f$  ( $M_f$  = Martensit-Finish).

**[0022]** Nach einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird das umgeformte Werkstück in der Aufnahme der Härteinrichtung wenigstens partiell vom Kühlmedium umströmt. Das Kühlmedium wird also bevorzugt abschnittsweise entlang des in der Aufnahme befindlichen Werkstücks gefördert. Auf diese Weise kann dem Werkstück in kurzer Zeit eine große Wärmemenge entzogen werden.

**[0023]** Vorrichtungsmäßig ist es in diesem Zusammenhang besonders bevorzugt, wenn die Aufnahme der Härteinrichtung Kanäle und/oder Bohrungen aufweist, die von dem Kühlmedium durchströmt werden können. Diese Kanäle und/oder Bohrungen sind dabei derart vorgesehen, dass diese das wenigstens partielle Härten des umgeformten Werkstücks durch direkten Wärmeaustausch mit dem Kühlmedium ermöglichen. Das Kühlmedium wird vorzugsweise einerseits durch Kanäle und/oder Bohrungen zum Werkstück bzw. zu bestimmten Abschnitten des Werkstücks geleitet. Andererseits wird das Kühlmedium nach dem Kontakt mit dem Werkstück vorzugsweise wieder durch andere Kanäle und/oder Bohrungen abtransportiert.

**[0024]** Die Verwendung von Kanälen und/oder Bohrungen erlaubt eine gezielte Strömung des Kühlmediums, wobei auch nur bestimmte Bereiche des Werkstücks mit dem Kühlmedium in Kontakt gebracht werden können. Es können so beispielsweise lediglich bestimmte Bereiche des Werkstücks gehärtet werden, während andere Bereiche infolge einer geringeren und/oder langsameren Abkühlung ungehärtet bleiben.

**[0025]** In konstruktiv einfacher Weise sind die Kanäle und/oder Bohrungen so ausgebildet, dass das in der Aufnahme befindliche Werkstück die Kanäle und/oder Bohrungen wenigstens einseitig verschließt.

**[0026]** Bei einer weiter bevorzugten Ausgestaltung der Warmumformanlage ist die Aufnahme derart ausgebildet, dass immer wenigstens auf einer Seite des Werkstücks eine Anlagefläche zwischen Werkstück und Aufnahme vorgesehen ist. Dadurch kann das Werkstück in der Aufnahme durchgängig - wenn auch mehr oder weniger einseitig - fixiert werden.

**[0027]** Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass immer wenigstens auf einer Seite des Werkstücks ein Kanal und/oder eine Bohrung in der Aufnahme vorgesehen sind. So kann das Werkstück in analoger Weise durchgängig - wenn auch mehr oder weniger einseitig - gekühlt werden.

**[0028]** Besonders zweckmäßig ist es in diesem Zu-

sammenhang, wenn den Kanälen und/oder den Bohrungen der Aufnahme im Wesentlichen gegenüber, d.h. auf der anderen Seite des Werkstücks, jeweils eine Anlagefläche der Aufnahme zugeordnet ist.

**[0029]** Alternativ oder zusätzlich kann dabei die Aufnahme zwei Kanäle und/oder Bohrungen aufweisende Hälften umfassen. So können auf jeder Seite des Werkstücks abwechselnd Kanäle und/oder Bohrungen sowie Anlageflächen zwischen dem Werkstück und der Aufnahme vorgesehen sein. Dies dient einer gleichmäßigen Abkühlung und/oder einer gleichmäßigen Fixierung des Werkstücks.

**[0030]** Für den Fall, dass das Werkstück nicht gleichmäßig abgekühlt werden soll, kann vorgesehen sein, dass lediglich bestimmte, vorzugsweise die zu härtenden, Bereiche durch direkten Wärmeaustausch mit dem Kühlmedium rasch abgekühlt werden. Die übrigen, etwa die nicht zu härtenden, Bereiche gelangen vorzugsweise nicht in direkten Kontakt mit dem Kühlmedium, wodurch das Werkstück dort langsamer abkühlt.

**[0031]** In diesem Fall können lediglich in den rasch abzukühlenden bzw. zu härtenden Bereichen wenigstens auf einer Seite des Werkstücks Kanäle und/oder Bohrungen in der Aufnahme vorgesehen sein. In diesen Bereichen kann weiter bevorzugt jedem Kanal und/oder jeder Bohrung der Aufnahme gegenüber liegend, d.h. auf der anderen Seite des Werkstücks, eine Anlagefläche der Aufnahme angeordnet sein. In den übrigen Bereichen, also an den nicht so rasch abzukühlenden Abschnitten des Werkstücks, wird das Werkstück vorzugsweise von beiden Seiten durch Anlageflächen zwischen der Aufnahme und dem Werkstück fixiert.

**[0032]** Eine weitere zeitliche und kostenmäßige Optimierung des Verfahrens zur Herstellung von warm umgeformten und gehärteten Werkstücken kann bedarfsweise erreicht werden, wenn das umgeformte und gehärtete Werkstück unmittelbar nachdem es aus der Härteinrichtung entnommen worden ist, in eine Beschneideinrichtung eingebracht und dort wenigstens teilweise beschnitten wird. Dieser zusätzliche Prozessschritt kann vorzugsweise deshalb in das Verfahren integriert, also inline, durchgeführt werden, weil durch die Beschleunigung der dem Beschneiden vorangehenden Prozessschritte Zeit eingespart wird. Es ist dann kein räumlich und zeitlich entkoppeltes Verfahren zum Beschneiden des Werkstücks erforderlich. Die Definition des Begriffs "Beschnitt" kann beispielsweise als Rund-, Teil- und/oder Lochbeschnitt als Trennoperation gesehen werden.

**[0033]** Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass das Werkstück während des Umformens also in der wenigstens einen Ziehpresse wenigstens teilweise beschnitten wird. Auf diese Weise können Synergien geschaffen bzw. genutzt werden. Es kann auf diese Weise das Beschneiden wenigstens teilweise auch zu einem Zeitpunkt durchgeführt werden, an dem das Werkstück noch ungehärtet ist.

**[0034]** Die zu beschneidenden Abschnitte des Werk-

stücks können bedarfsweise im Gegensatz zu den übrigen Abschnitten des Werkstücks in der Härteinrichtung nicht gehärtet werden. So kann das Beschneiden des Werkstücks nach dem Härten des umgeformten Werkstücks vereinfacht und es können höhere Werkstückstandzeiten in der Beschneideeinrichtung erreicht werden.

**[0035]** Dazu können die zu beschneidenden Abschnitte oder Bereiche, die nicht gehärtet werden sollen, in der Härteinrichtung vom Kühlmedium ferngehalten werden. Es kommt also an den genannten Abschnitten zu keinem direkten Wärmeaustausch mit dem Kühlmedium.

**[0036]** Um zusätzlich oder alternativ eine erhöhte Abkühlung der zu beschneidenden Abschnitte und/oder nicht zu härtenden Bereiche des Werkstücks während des Umformens desselben zu vermeiden, können diese Abschnitte und/oder Bereiche nicht oder höchstens geringfügig mit den Ziehwerkzeugen in Kontakt gebracht werden. Mit anderen Worten können die zu beschneidenden Abschnitte und/oder nicht zu härtenden Bereiche in der Ziehpresse nicht oder nur geringfügig, also vorzugsweise partiell, zwischen den Ziehwerkzeugen gepresst werden.

**[0037]** Die Erfindung zielt auf ein Härten des Werkstücks ab, um hohe Festigkeiten im fertigen Bauteil einzustellen. Die mindestens partiell zu härtenden Bereiche bzw. zu vergütenden Bereiche müssen nicht unbedingt im Wesentlichen ein martensitisches Gefüge aufweisen, sondern es kann auch ein anderes Gefüge eingestellt werden, beispielsweise bainitisch bzw. ein Mischgefüge, das eine Erhöhung der Zähigkeit bei verminderter Festigkeit ermöglicht. Die gezielte Einstellung des Gefüges kann über die Parameter der Härtungseinrichtung erfolgen, wie beispielsweise Temperatur und Geschwindigkeit des Kühlmediums.

**[0038]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer lediglich Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher erläutert.

**[0039]** In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Warmumformanlage,

Fig. 2 ein Temperatur-Zeit-Diagramm für ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 3 ein Temperatur-Zeit-Diagramm für ein aus dem Stand der Technik bekanntes Verfahren,

Fig. 4a-4d Werkzeuge der Warmumformanlage gemäß Fig. 1 in schematischer Darstellung und

Fig. 5a-5b eine schematische Detaildarstellung der Aufnahme der Härteinrichtung aus Fig. 1.

**[0040]** In Fig. ist schematisch eine Warmumformanla-

ge 1 zur Durchführung eines Verfahrens zur Herstellung eines warm umgeformten und gehärteten Werkstücks 2 dargestellt. Bei diesem Werkstück 2 kann es sich um ein Karosseriebauteil, wie Fahrwerkslenker, Seitenaufprallträger, Biegeträger, B-Säule, A-Säule oder Dachrahmen, handeln.

**[0041]** Die Warmumformanlage 1 umfasst eine Stanzpresse 3 zum Abtrennen von Stahlblechzuschnitten, sogenannten Platinen, von einem Stahlblechband. Das Stahlblechband S wird von einem Coil C abgewickelt und besteht aus einem Mangan-Bor-Stahl, vorzugsweise (Al-Si-22MnB5). Es sind jedoch auch andere Stahlbleche, aber auch andere Oberflächenbeschichtungen, die organisch und/oder metallisch (Zink-Basis) sind, denkbar.

**[0042]** Die auf einem Stapel zwischengepufferten Werkstückrohlinge 2' in Form von Platinen werden von einer bei der dargestellten Warmumformanlage 1 als Roboterarm ausgebildeten Übergabeeinrichtung 4 nacheinander in einen Ofen 5 eingebracht, bei dem es sich um einen Rollenherdofen handelt. In dem Ofen 5 werden die Werkstückrohlinge 2' auf eine Umformtemperatur erwärmt, die größer als die Austenitisierungstemperatur des Werkstoffs des Werkstückrohlings 2' ist. Beim dargestellten Verfahren liegt die Austenitisierungstemperatur bei wenigstens ca. 730°C. Die Umwandlung des Mangan-Bor-Stahlblechs von Ferrit zu Austenit erfolgt zwischen ca. 730°C und ca. 830°C. Um eine zuverlässige Austenitisierung des Werkstückrohlings 2' und eine zuverlässige Härtung des umgeformten Werkstücks 2 sicherzustellen, wird der Werkstückrohling 2' im Ofen 5 auf eine Umformtemperatur von 880°C - 950°C erwärmt.

**[0043]** Beim Erwärmen des Werkstückrohlings 2' kann dieser über eine gewisse Zeit (Haltezeit) auf der Austenitisierungstemperatur gehalten werden, um eine gleichmäßige Umwandlung in Austenit zu gewährleisten. Dies kann bedarfsweise auch durch Verwendung mehrerer von dem Werkstückrohling hintereinander durchlaufener Öfen erreicht werden.

**[0044]** Der auf Umformtemperatur erwärmte Werkstückrohling 2' wird durch eine weitere Übergabeeinrichtung 6 an eine Ziehpresse 7 übergeben. Bei der Übergabeeinrichtung 6 handelt es sich bei der dargestellten Warmumformanlage 1 wiederum um einen Roboterarm. Andere Übergabeeinrichtungen sind aber ebenfalls denkbar. Bei der Übergabe vom Ofen 5 an die Ziehpresse 7 wird der Werkstückrohling 2' etwa 6 Sekunden an der Luft vorgekühlt, wobei sich die Temperatur des Werkstückrohlings 2' auf ca. 820°C verringert.

**[0045]** In der vorzugsweise hydraulisch betriebenen Ziehpresse 7 wird der flache Werkstückrohling 2' umgeformt, indem in der Ziehpresse 7 der Werkstückrohling 2' zwischen zwei Ziehwerkzeugen 8,9, einer Patrize und einer Matrize, verpresst wird. Beim Umformen des Werkstücks 2 kann sich dessen Temperatur durch Wärmeabgabe an die Ziehwerkzeuge 8,9 mehr oder weniger deutlich verringern. Die Ziehwerkzeuge 8,9 sind bei der dargestellten Warmumformanlage 1 nicht über ein Kühlmedium oder dergleichen zwangsgekühlt.

**[0046]** Nach dem Umformen wird das Werkstück 2 von einer Übergabeeinrichtung (nicht dargestellt) an eine Härteinrichtung 10 weitergegeben. Diese Übergabeeinrichtung kann wiederum als Roboterarm oder als andere Einrichtung ausgebildet sein. Das Werkstück 2 wird in der Härteinrichtung 10 in einer Aufnahme 11 aufgenommen, die aus zwei Hälften 12, 13 besteht. Die beiden Hälften 12, 13 wirken so zusammen, dass das Werkstück 2 in der geschlossenen Aufnahme 11 fixiert ist, so dass sich das umgeformte Werkstück 2 beim Härten nicht verformen kann.

**[0047]** Gehärtet wird das Werkstück 2 in der Aufnahme 11 durch direkten Kontakt und damit direkten Wärmeaustausch mit einem Kühlmittel (nicht dargestellt). Sowohl in der oberen als auch in der unteren Hälfte 12, 13 der Aufnahme 11 sind Kanäle 14 und Bohrungen 15, 15' eingebracht, um das Kühlmedium zur Oberfläche des Werkstücks 2 zu leiten und nach erfolgtem Wärmeaustausch wieder abzuführen. In der Härteinrichtung 10 wird das Werkstück beim dargestellten Verfahren in etwa 4 Sekunden von ca. 520°C auf unter 200°C abgekühlt.

**[0048]** Das gehärtete, umgeformte Werkstück 2 wird bei der dargestellten Warmumformanlage 1 an eine Beschneideinrichtung 16 weitergegeben. Dort werden Teile des Werkstücks 2 abgeschnitten. In der Beschneideinrichtung 16 verringert sich die Temperatur des Werkstücks 2 weiter durch Wärmeabgabe an die Luft und die Beschneideinrichtung 16.

**[0049]** In der Fig. 2 ist der Temperaturverlauf des Werkstücks 2 als Temperatur-Zeit-Diagramm während einiger der zuvor beschriebenen Prozessschritte dargestellt. Dieser Temperaturverlauf dient der besseren Veranschaulichung. Es sind grundsätzlich Abweichungen von diesem Temperaturverlauf sowohl in zeitlicher Hinsicht als auch hinsichtlich der Temperaturen des Werkstücks 2 bei den einzelnen Bearbeitungsschritten möglich.

**[0050]** Bei dem in der Fig. 2 dargestellten Temperaturverlauf wird zunächst der Werkstückrohling 2' auf eine Temperatur von ca. 900°C erwärmt. Diese Aufheizphase des Werkstückrohlings 2' ist im Temperatur-Zeit-Diagramm nicht dargestellt. Die Aufheizphase kann bedarfsweise mit einem stetig abnehmenden Temperaturgradienten oder einem konstanten Temperaturgradienten durchgeführt werden. Es ist auch denkbar, dass die Temperatur des Werkstückrohlings 2' während des Erwärmens etwa im Übergangsbereich zum Austenit von ca. 730°C bis 830°C über eine gewisse Zeit gehalten wird.

**[0051]** Der Aufheizphase schließt sich dann eine Vorkühlphase I an, in der der Werkstückrohling 2' an der Luft in etwa 6 Sekunden von ca. 900°C auf ca. 820°C abkühlt, bevor der Werkstückrohling 2' in der Ziehpresse 7 umgeformt wird. Während der Phase des Umformens II sinkt die Temperatur über ca. 2 Sekunden auf ca. 520°C. Die Phase des Übergabens III des Werkstücks 2 in die Härteinrichtung 10, die etwa 3 Sekunden dauert, kühlt das umgeformte Werkstück 2 nur geringfügig weiter ab. In der anschließenden Phase des Härtens IV erfolgt jedoch

eine rasche Abkühlung des Werkstücks 2 auf ca. 180°C, die in etwa 4 Sekunden abgeschlossen ist. Abschließend ist noch eine Phase V vorgesehen, in der das Werkstück 2 an eine Beschneideinrichtung 16 übergeben und dort beschnitten wird. Diese Phase dauert etwa weitere 4 Sekunden. Die Temperatur des Werkstücks 2 ändert sich dabei jedoch kaum. Das Werkstück 2 kann also bereits etwa 19 Sekunden nach der Entnahme aus dem Ofen 5 fertig beschnitten an eine Weiterverarbeitungsanlage abgegeben werden.

**[0052]** In der Fig. 3 ist ein Temperaturverlauf eines Werkstücks als Temperatur-Zeit-Diagramm dargestellt, das auf konventionelle Weise bearbeitet wird. Bei diesem Verfahren wird der Werkstückrohling auf eine Temperatur von ca. 900°C erwärmt, um etwa 7 Sekunden nach der Entnahme aus dem Ofen umgeformt zu werden. Dabei erfolgen das Umformen und das Härten des Werkstücks parallel in einer Einrichtung zum Presshärten mit Ziehwerkzeugen, die mittels eines Kühlmediums oberflächennah gekühlt werden und so dem Werkstück Wärme entziehen. Dieser Prozessschritt dauert etwa 12 Sekunden und ist folglich etwa 19 Sekunden nach der Entnahme des Werkstücks aus dem Ofen abgeschlossen. Ein Beschnitt des Werkstücks ist in dieser Zeitspanne noch nicht erfolgt. Hierzu bedarf es eines separaten Verfahrens.

**[0053]** In den Fig. 4a bis 4d sind die einzelnen Werkzeuge der in der Fig. 1 dargestellten Warmumformanlage 1 dargestellt. In Fig. 4a ist schematisch der Ofen 5 dargestellt, in dessen Ofenraum 17 ein flacher Werkstückrohling 2' eingebracht ist, um auf Umformtemperatur erwärmt zu werden. Es handelt sich um eine Platine aus Stahlblech. In Fig. 4b sind die Ziehwerkzeuge 8, 9 der Ziehpresse 7 dargestellt. Die Ziehwerkzeuge 8, 9 befinden sich in einer offenen Stellung. Die Matrize formt den Werkstückrohling 2' um die Matrize und schafft so ein Werkstück 2 in Form eines Formteils bzw. Ziehteils. In Fig. 4c sind die beiden Hälften 12, 13 einer Aufnahme 11 einer Härteinrichtung 10 dargestellt, die im Folgenden noch näher beschrieben wird. In Fig. 2b ist eine Beschneideinrichtung 16 dargestellt, in der die beiden äußeren Enden des umgeformten und gehärteten Werkstücks 2 abgeschnitten werden.

**[0054]** In den Fig. 5a und 5b ist die Aufnahme 11 der Härteinrichtung 10 in einer offenen und in einer geschlossenen Stellung dargestellt. Die Aufnahme 11 besteht aus einer oberen und einer unteren Hälfte 12, 13. Die Aufnahme könnte auch aus mehreren Teilen bestehen oder einteilig ausgebildet sein. An beiden Hälften 12, 13 der Aufnahme 11 sind nach außen offene Kanäle 14 vorgesehen. Diese Kanäle 14 werden in geschlossener Stellung der Aufnahme 11 durch das darin aufgenommene Werkstück 2 geschlossen, so dass in den Kanälen 14 ein Kühlmedium zirkulieren kann. Das Kühlmedium wird über lediglich schematisch dargestellte Bohrungen 15, 15', welche mit den Kanälen 14 in Verbindung stehen, zu- und wieder abgeführt. Die Abschnitte des Werkstücks 2, welche nicht einen in der Aufnahme 11 vorhandenen Kanal

14 schließen, liegen an Anlageflächen 18 an der Aufnahme 11 bzw. einer der Hälften 12,13 der Aufnahme 11 an.

**[0055]** Die Kanäle sind lediglich über einen zu härtenden Bereich 19 des Werkstücks 2 verteilt vorgesehen. Die Ränder 20 des Werkstücks 2 werden nicht gehärtet. Dort kommt das Werkstück 2 nicht mit Kühlmedium in Kontakt. In dem zu härtenden Bereich 19 allerdings ist das Werkstück 2 in geschlossener Stellung der Aufnahme 11 und mit Kühlmedium gefüllten Kanälen 14 wenigstens von einer Seite, also von oben oder unten, in Kontakt mit dem Kühlmedium. Im zu härtenden Bereich 19 wird das Werkstück 2 also überall entweder von oben oder von unten über direkten Wärmeaustausch mit dem Kühlmedium gekühlt.

**[0056]** Den Kanälen 14 der einen Hälfte 12,13 der Aufnahme 11 liegen an der anderen Hälfte 13,12 der Aufnahme 11 Anlageflächen 18 gegenüber. Im zu härtenden Bereich 19 ist das Werkstück 2 gleichsam entweder von oben oder von unten über die Anlageflächen 18 der Aufnahme 11 fixiert. An den Rändern 20, also in den nicht zu härtenden Bereichen des Werkstücks 2, liegt das Werkstück 2 jeweils durchgängig an den Anlageflächen 18 beider Hälften 12,13 der Aufnahme 11 an.

**[0057]** Es sind grundsätzlich auch Ausgestaltungen der Aufnahme denkbar, die von der in den Fig. 5a und 5b dargestellten und zuvor näher beschriebenen Aufnahme abweichen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines gehärteten, warm umgeformten Werkstücks (2) aus Stahlblech,

- bei dem ein Werkstückrohling (2') in wenigstens einem Ofen (5) wenigstens partiell bis auf eine Umformtemperatur erwärmt wird,
- bei dem der erwärmte Werkstückrohling (2') in wenigstens eine Ziehpresse (7) eingebracht wird,
- bei dem der erwärmte Werkstückrohling (2') in der wenigstens einen Ziehpresse (7) zu einem Werkstück (2) umgeformt wird,
- bei dem das umgeformte Werkstück (2) in wenigstens eine Härteinrichtung (10) eingebracht wird,
- bei dem das umgeformte Werkstück (2) in einer an die Geometrie des umgeformten Werkstücks (2) angepassten Aufnahme (11) der Härteinrichtung (10) fixiert wird und
- bei dem das umgeformte Werkstück (2) in der Aufnahme (11) durch direkten Wärmeaustausch mit einem Kühlmedium wenigstens partiell gehärtet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Werkstückrohling (2') auf eine die Austenitisierungstemperatur des Werkstückrohlings

(2') übersteigende Umformtemperatur erwärmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der erwärmte Werkstückrohling (2') vor dem Einbringen in den Ofen (5) an der Luft vorgekühlt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Werkstückrohling (2') stufenweise in einer Mehrzahl von Ziehpressen (7) zu einem Werkstück (2) umgeformt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das umgeformte Werkstück (2) in der Aufnahme (1) der Härteinrichtung (10) wenigstens partiell vom Kühlmedium umströmt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem das umgeformte und gehärtete Werkstück (2) unmittelbar nach dem Entnehmen aus der Härteinrichtung (10) in eine Beschneideinrichtung (16) eingebracht und dort wenigstens teilweise beschnitten wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem das Werkstück (2) wenigstens teilweise während des Umformens beschnitten wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, bei dem zu beschneidende Abschnitte des Werkstücks (2) in der Härteinrichtung (10) nicht gehärtet werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem zu beschneidende Abschnitte des Werkstücks (2) in der Härteinrichtung (10) vom Kühlmedium ferngehalten werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, bei dem die zu beschneidenden Abschnitte des Werkstücks (2) höchstens geringfügig mit Ziehwerkzeugen (8,9) der wenigstens einen Ziehpresse (7) in Kontakt gebracht werden.
11. Warmumformanlage (1) zur Herstellung eines gehärteten umgeformten Werkstücks (2) aus Stahl, vorzugsweise nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
  - mit einem Ofen (5) zum wenigstens partiellen Erwärmen eines Werkstückrohlings (2') auf eine Umformtemperatur,
  - mit einer Ziehpresse (7) zum Umformen des Werkstückrohlings (2') und
  - mit einer Übergabeeinrichtung (6) zur Übergabe des erwärmten Werkstückrohlings vom Ofen (5) an die Ziehpresse (7),

**dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** eine Härteinrichtung (10) zum Härten des Werkstücks (2) vorgesehen ist,
  - **dass** eine Übergabeeinrichtung zur Übergabe des umgeformten Werkstücks (2) von der Zieh-  
presse (7) an die Härteinrichtung (10) vorgese-  
hen ist, 5
  - **dass** die Härteinrichtung (10) eine an die Geo-  
metrie des umgeformten Werkstücks (2) ange-  
passte Aufnahme (11) zum Fixieren des umge-  
formten Werkstücks (2) aufweist und 10
  - **dass** die Aufnahme (11) zum wenigstens parti-  
iellen Härten des umgeformten Werkstücks (2)  
durch direkten Wärmeaustausch mit einem  
Kühlmedium ausgebildet ist. 15
12. Warmumformanlage nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Aufnahme Kanäle (14) und/oder Bohrun-  
gen (15,15') für das wenigstens partielle Härten des  
umgeformten Werkstücks (2) durch direkten Wär-  
meaustausch mit dem Kühlmedium aufweist. 20
13. Warmumformanlage nach Anspruch 11 oder 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Aufnahme (11) derart ausgebildet ist, dass 25  
die Aufnahme (11) jeweils wenigstens auf einer Seite  
des umgeformten Werkstücks (2) eine Anlagefläche  
(18) für das umgeformte Werkstück (2) aufweist.
14. Warmumformanlage nach einem der Ansprüche 11 30  
bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Aufnahme (11) zwei Kanäle (14) und/oder  
Bohrungen (15,15') aufweisende Hälften (12,13)  
umfasst und dass in für das Härten vorgesehenen 35  
Bereichen (19) des Werkstücks (2) den Kanälen (14)  
und/oder Bohrungen (15,15') der einen Hälfte  
(12,13) Anlageflächen (18) für das umgeformte  
Werkstück (2) der anderen Hälfte (13,12) gegenüber  
angeordnet sind. 40

45

50

55



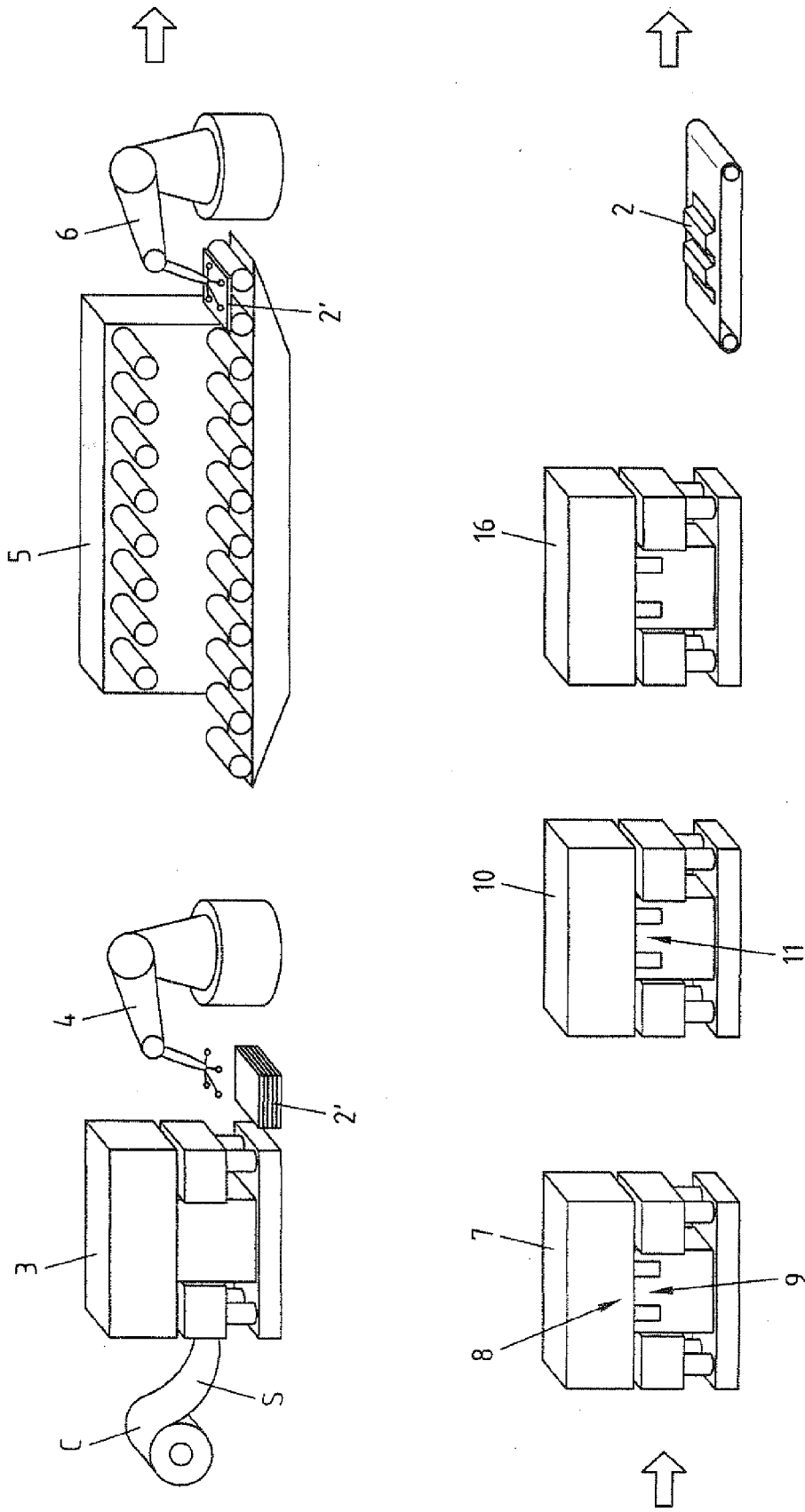


Fig. 1

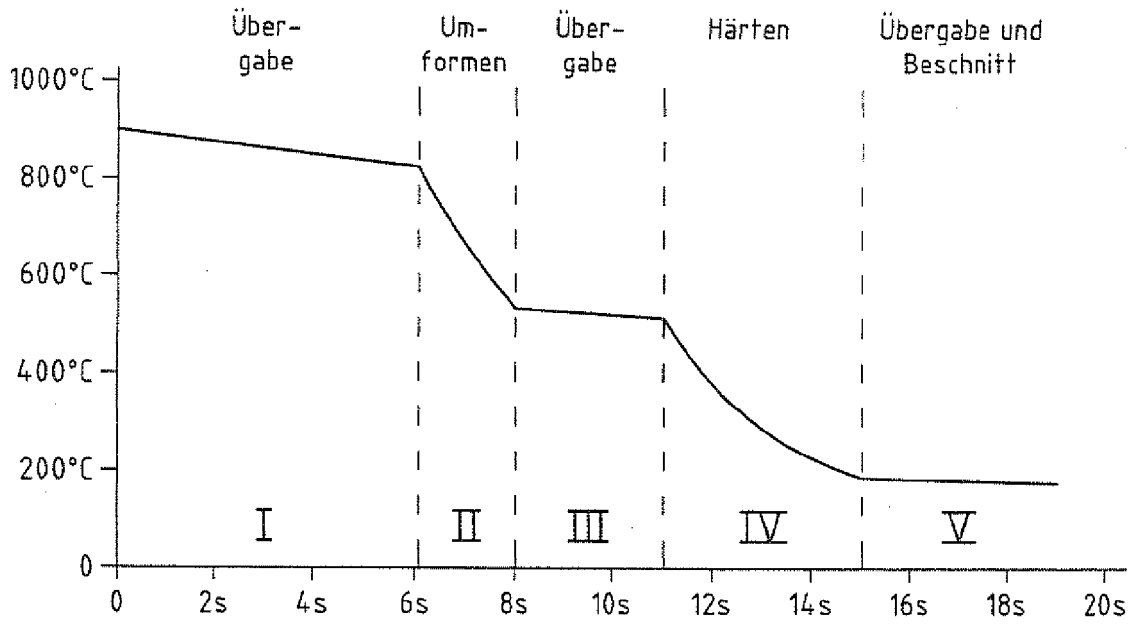


Fig.2

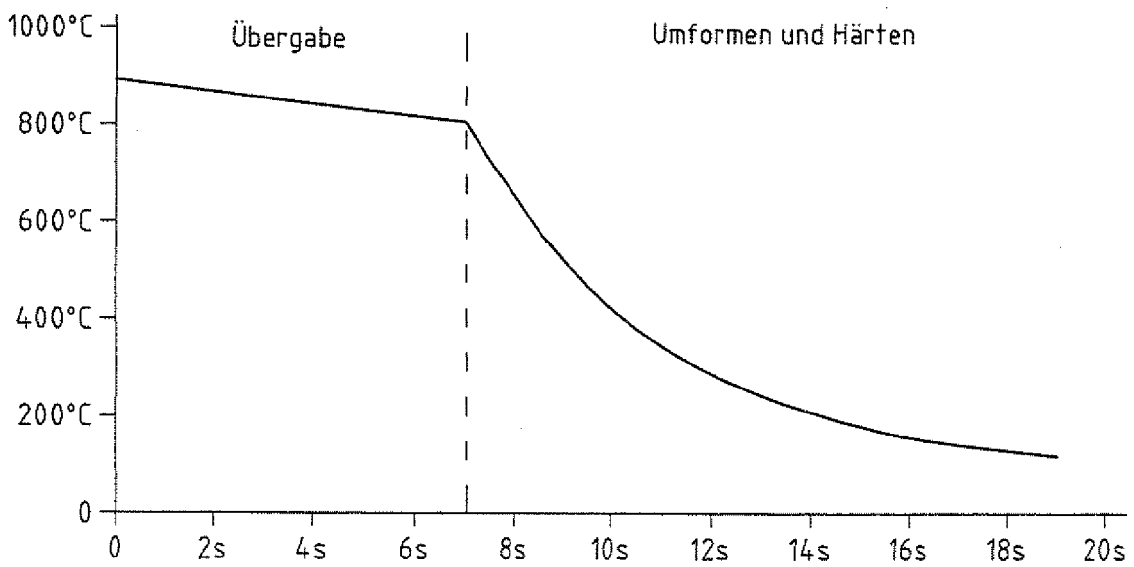


Fig.3 Stand der Technik

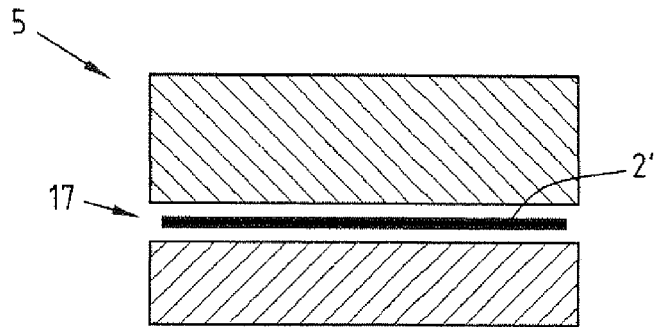


Fig. 4a

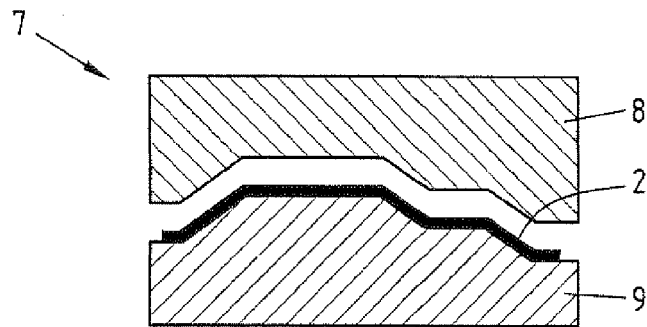


Fig. 4b

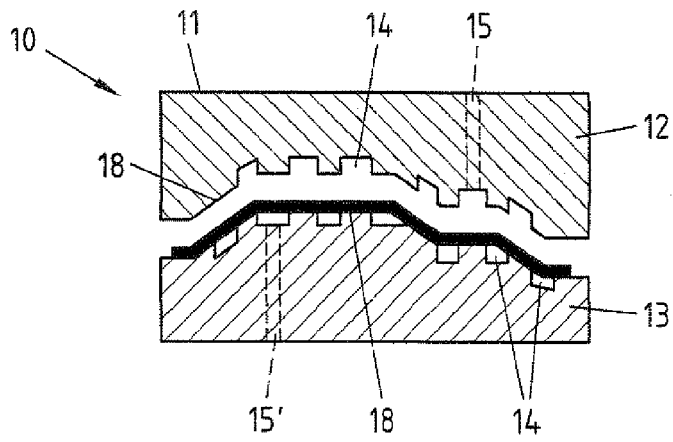


Fig. 4c

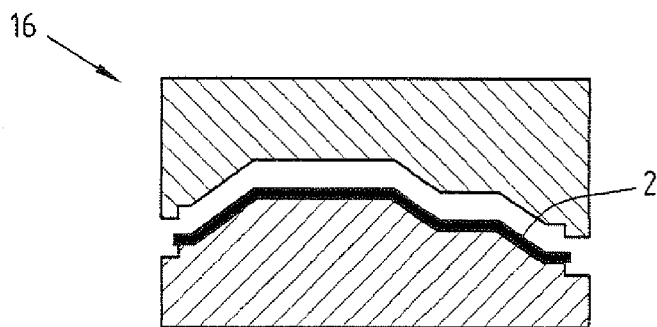


Fig. 4d





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 10 18 5787

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |   |   |  |                                    |
|---|---|---|--|------------------------------------|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)   |                                    |
| X   | JP 2007 136533 A (NIPPON STEEL CORP)<br>7. Juni 2007 (2007-06-07)   | 1,4-14  | INV.<br>B21D22/20<br>B21D24/16<br>B21D37/16<br>C21D1/18<br>C21D1/673<br>C21D8/00<br>C21D9/48 |                                    |
| Y   | * Zusammenfassung; Abbildungen 1-2,5,6 *<br>* Absatz [0039] *<br>* Absatz [0063] *  | 2,3   |  |                                    |
| Y   | WO 2005/078144 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG<br>[DE]; SCHIESSL GERHARD [DE])<br>25. August 2005 (2005-08-25)                       | 2,3   |  |                                    |
| A   | * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *<br>-----   | 1,4-14  |  |                                    |
| Y   | WO 2005/009642 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG<br>[DE]; BAYER MICHAEL [DE]; BRODT MARTIN<br>[DE]) 3. Februar 2005 (2005-02-03)          | 2,3   |  |                                    |
| A   | * Zusammenfassung; Abbildung 1 *<br>-----   | 1,4-14  |  |                                    |
| Y,D   | EP 1 195 208 A2 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE])<br>10. April 2002 (2002-04-10)   | 2,3   |  |                                    |
| A   | * das ganze Dokument *<br>-----   | 1,4-14  |  |                                    |
| Y,P   | EP 2 233 593 A2 (THYSSENKRUPP<br>UMFORMTECHNIK GMB [DE]; THYSSENKRUPP<br>SOFEDIT S A S [FR])<br>29. September 2010 (2010-09-29) | 2,3   |  | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (IPC) |
| A,P   | * das ganze Dokument *<br>-----   | 1,4-14  |  | B21D<br>C21D                       |
| Y,P   | EP 2 143 808 A1 (BENTELEER AUTOMOBILTECHNIK<br>GMBH [DE]) 13. Januar 2010 (2010-01-13)  | 2,3   |  |                                    |
| A,P   | * Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 2<br>*<br>-----  | 1,4-14  |  |                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |   |   |  |                                    |
| Recherchenort<br>München  |   | Abschlußdatum der Recherche<br>28. Januar 2011  | Prüfer<br>Cano Palmero, A  |                                    |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer<br>anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A: technologischer Hintergrund<br>O: mündliche Offenbarung<br>P: Zwischenliteratur |   | T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder<br>nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D: in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>-----<br>&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes<br>Dokument |  |                                    |

 1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 10 18 5787

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-01-2011

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| JP 2007136533                                      | A  | 07-06-2007                    | KEINE                             |                               |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| WO 2005078144                                      | A1 | 25-08-2005                    | DE 102004007071 A1                | 08-09-2005                    |
|  |    |                               | EP 1733062 A1                     | 20-12-2006                    |
|  |    |                               | ES 2308436 T3                     | 01-12-2008                    |
|  |    |                               | JP 2007522345 T                   | 09-08-2007                    |
|  |    |                               | US 2007163683 A1                  | 19-07-2007                    |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| WO 2005009642                                      | A1 | 03-02-2005                    | DE 10333166 A1                    | 10-02-2005                    |
|  |    |                               | EP 1646459 A1                     | 19-04-2006                    |
|  |    |                               | JP 2006529002 T                   | 28-12-2006                    |
|  |    |                               | US 2007175040 A1                  | 02-08-2007                    |
|  |    |                               | ZA 200600594 A                    | 27-01-2010                    |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| EP 1195208   | A2 | 10-04-2002                    | DE 10049660 A1                    | 25-04-2002                    |
|  |    |                               | JP 3553536 B2                     | 11-08-2004                    |
|  |    |                               | JP 2002178069 A                   | 25-06-2002                    |
|  |    |                               | US 2002069506 A1                  | 13-06-2002                    |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| EP 2233593   | A2 | 29-09-2010                    | DE 102009014670 A1                | 30-09-2010                    |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| EP 2143808   | A1 | 13-01-2010                    | DE 102008030279 A1                | 07-01-2010                    |
|  |    |                               | US 2009320968 A1                  | 31-12-2009                    |
| -----  |    |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10049660 A1 [0003]