



(11) **EP 2 233 593 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**29.09.2010 Patentblatt 2010/39**

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

(21) Anmeldenummer: **10157673.4**

(22) Anmeldetag: **25.03.2010**

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

(72) Erfinder:  
• **Overrath, Jens, Dr. 31515 Wunstorf (DE)**  
• **Straube, Oliver, Dr. 15827 Blankenfelde (DE)**  
• **Lety, Jean-Jacques 76360 Bouville (FR)**  
• **Anquetil, Stéphane 78124 Mareil Sur Mauldre (FR)**

(30) Priorität: **27.03.2009 DE 102009014670**

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

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

(54) **Verfahren und Warmumformanlage zur Herstellung von pressgehärteten Formbauteilen aus Stahlblech**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Warmumformanlage zur Herstellung von pressgehärteten Formbauteilen aus Stahlblech, mit einem Ofen (8), mittels dem warm umzuformendes Stahlblech zumindest partiell auf Auszementisierungstemperatur erhitzen ist, und einer Pressanlage (10) zum Warmumformen und Presshärten des im Ofen erhitzten Stahlblechs. Um die Nutzung vorhandener Pressenkapazitäten zu ermöglichen und eine hohe Hubzahl und damit eine hohe Produktivität zu erzielen, sieht die Erfindung vor, dass dem Ofen (8) eine Erhitzungsvorrichtung (7) vorgeordnet ist, mittels der Stahlblech (2) zumindest partiell auf eine

Temperatur unterhalb der Austenitierungstemperatur, vorzugsweise auf eine Temperatur im Bereich von 500 bis 700°C erhitzen ist, und dass die Pressanlage (10) mehrstufig ausgebildet ist, wobei ein erster Teil (10.1) der Pressanlage (10) mindestens ein erstes Werkzeug zum Warmumformen und Kühlen des im Ofen (8) erhitzten Stahlblechs aufweist, und ein nachfolgender Teil (10.2) der Pressanlage (10) mindestens ein zweites Werkzeug zum weiteren Kühlen des warm umgeformten Stahlblechs aufweist, und wobei das zweite Werkzeug das warm umgeformte Stahlblech weiter umformt, beschneidet und/oder locht.

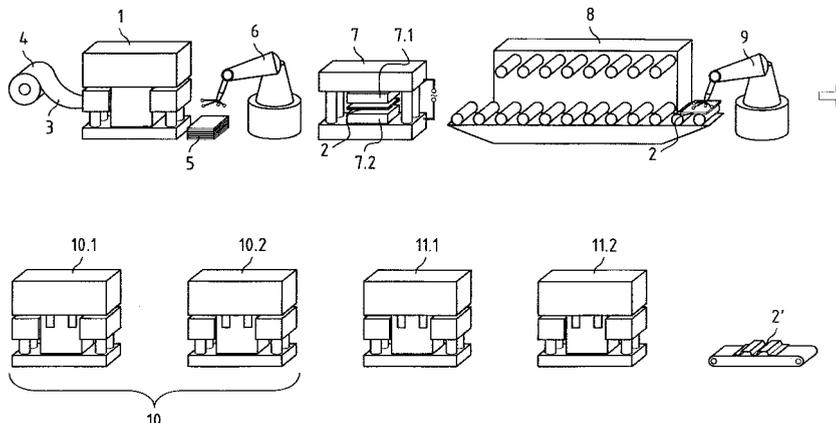


Fig. 1

**EP 2 233 593 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Warmumformanlage zur Herstellung von pressgehärteten Formbauteilen aus Stahlblech, mit einem Ofen, mittels dem warm umzuformendes Stahlblech zumindest partiell auf Austenitisierungstemperatur erhitzen ist, und einer Pressanlage zum Warmumformen und Presshärten des im Ofen erhitzten Stahlblechs. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von pressgehärteten Formbauteilen aus Stahlblech, bei dem Stahlblech in einem Ofen zumindest partiell auf Austenitisierungstemperatur erhitzt, anschließend mittels einer Pressanlage warmumgeformt und mittels einer Kühleinrichtung abgekühlt wird.

**[0002]** Für das Presshärten von hochfesten Karosserieteilen werden üblicherweise spezielle Warmumformanlagen verwendet, die im Wesentlichen aus einer Ofenanlage und einer Presse, in einigen Fällen auch einer Mehrstößelpresse bestehen. Üblicherweise sind die Pressen hydraulische Pressen, da relativ lange Schließzeiten zu realisieren sind. Um trotz der damit einhergehenden langsamen Taktzeiten von beispielsweise 2 bis 3 Hub pro Minute die Leistung der Warmumformanlage zu erhöhen, werden auf der Anmelderin bekannten Warmumformlinien pro Pressenhub mehrere Teile gleichzeitig geformt und pressgehärtet. Ein Beschnitt warm umgeformter Bauteile erfolgt bisher üblicherweise in einem separaten Laserarbeitsgang oder über eine separate Beschnittlinie, wobei die Bauteile aus der Warmumformlinie ausgeschleust und nach dem Beschnitt wieder in die Warmumformlinie zurückgeschleust werden. Dies ist sehr arbeitsaufwendig und in wirtschaftlicher Hinsicht ungünstig, weshalb nach Lösungen gesucht wird, wie die Prozesse Presshärten und Beschneiden in einer Fertigungslinie kombiniert werden können.

**[0003]** Im Kraftfahrzeugbau lässt sich der Trend beobachten, dass erhebliche Mengen an Karosserieteilen, die bislang durch Kaltumformen hergestellt wurden, durch warm umgeformte Bauteile, insbesondere pressgehärtete Bauteile ersetzt werden.

**[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Warmumformanlage bzw. ein Verfahren der eingangs genannten Art bereit zu stellen, die bzw. das die Nutzung vorhandener Pressenkapazitäten ermöglicht, eine hohe Hubzahl erlaubt und damit eine hohe Produktivität erbringt.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch eine Warmumformanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst.

**[0006]** Die erfindungsgemäße Warmumformanlage umfasst einen Ofen, mittels dem warm umzuformendes Stahlblech zumindest partiell auf Austenitisierungstemperatur erhitzen ist, und eine Pressanlage zum Warmumformen und Presshärten des im Ofen erhitzten Stahlblechs. Erfindungsgemäß ist dem Ofen eine Erhitzungsvorrichtung vorgeordnet, mittels der Stahlblech zumindest partiell auf eine Temperatur unterhalb der Au-

stenitisierungstemperatur, vorzugsweise auf eine Temperatur im Bereich von 500 bis 700°C erhitzen ist. Die Pressanlage ist dabei mehrstufig ausgebildet, wobei ein erster Teil der Pressanlage mindestens ein erstes Werkzeug zum Warmumformen und Köhlen des im Ofen erhitzten Stahlblechs aufweist, und ein nachfolgender Teil der Pressanlage mindestens ein zweites Werkzeug zum weiteren Köhlen des warm umgeformten Stahlblechs aufweist, und wobei das zweite Werkzeug das warm umgeformte Stahlblech weiter umformt, beschneidet und/oder locht.

**[0007]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von pressgehärteten Formbauteilen aus Stahlblech ist dementsprechend **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblech vor dem Erhitzen in dem Ofen mittels einer Erhitzungsvorrichtung zumindest partiell auf eine Temperatur unterhalb der Austenitisierungstemperatur, vorzugsweise auf eine Temperatur im Bereich von 500 bis 700°C erhitzen wird, und dass das Abköhlen des warmumgeformten Stahlblechs in mehreren Stufen durchgeführt wird, wobei das in dem Ofen erhitze Stahlblech in einem ersten Teil der Pressanlage warm umgeformt und abgekühlt wird und anschließend in einem nachfolgenden Teil der Pressanlage weiter abgekühlt wird, und wobei das warmumgeformte Stahlblech in dem nachfolgenden Teil der Pressanlage zusätzlich weiter umformt, beschnitten und/oder gelocht wird.

**[0008]** Durch die dem Ofen vorgeordnete Erhitzungsvorrichtung kann eine schnelle Vorwärmung des warm umzuformenden Stahlblechs bzw. einer entsprechenden Platine durchgeführt werden, so dass der Ofen zur Erhitzung der Platine auf Austenitisierungstemperatur selbst relativ kurz ausgeführt werden kann und somit entsprechend wenig Platz in Anspruch nimmt. Die Länge des Ofens liegt beispielsweise im Bereich von 10 m bis 20 m und beträgt vorzugsweise etwa 10 m oder weniger.

**[0009]** Aufgrund des relativ geringen Platzbedarfes des Ofens und der zugeordneten Erhitzungsvorrichtung wird die erfindungsgemäße Anlage problemlos in einer bestehenden Produktionshalle aufgestellt werden können. Ein Hallenneubau ist somit meist nicht erforderlich. Der Ofen besteht vorteilhaft aus einem Durchlaufofen, vorzugsweise Rollenherdofen. Um die Ofenstrecke, d.h. die Länge des Ofens möglichst kurz ausführen zu können, ist der Ofen vorzugsweise mit mindestens einer induktiven Heizeinrichtung und/oder mindestens einem Infrarot-Strahler versehen.

**[0010]** Des Weiteren bietet die erfindungsgemäße Kombination eines Austenitisierungsofens mit einer vorgeordneten Erhitzungsvorrichtung die Möglichkeit, den erforderlichen Energieeinsatz zur Erhitzung der Platinen auf Austenitisierungstemperatur zu reduzieren. Insbesondere bietet diese Kombination die Möglichkeit einer selektiven Erhitzung (Erwärmung) bestimmter Bereiche der Platinen in der Erhitzungsvorrichtung, so dass ein oder mehrere bestimmte Bereiche der jeweiligen Platine während des anschließenden Ofendurchlaufs nicht in den Austenitisierungszustand überführt werden und so-

mit nach dem Abkühlschritt geringere Festigkeitswerte aufweisen als die Bereiche, die in den Austenitisierungszustand überführt wurden. Diese weniger festen bzw. harten Bereiche sind für ein späteres Beschneiden besser geeignet. Außerdem sind diese Bereiche nicht oder erheblich weniger empfindlich hinsichtlich einer verzögerten Rissbildung.

**[0011]** Das erfindungsgemäße Verfahren sieht somit in dieser bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vor, dass das Stahlblech bzw. die jeweilige Platine in der Erhitzungsvorrichtung partiell oder in Teilflächenbereichen unterschiedlich stark erhitzt wird. Insbesondere schlägt die Erfindung vor, dass das Stahlblech als zugeschnittene Platine der Erhitzungsvorrichtung zugeführt wird, und dass die Platine zumindest in einem Teilbereich, in welchem nachfolgend ein Beschnitt und/oder eine Lochung durchgeführt wird, nicht direkt erwärmt und/oder so temperiert wird, dass dieser mindestens eine Teilbereich bei der nachfolgenden Erhitzung im Ofen nicht in den Austenitisierungszustand überführt wird.

**[0012]** Eine hohe Hubzahl und damit eine hohe Produktivität werden bei der erfindungsgemäßen Warmumformanlage insbesondere durch die mehrstufige Ausführung der Pressanlage ermöglicht. Erfindungsgemäß wird die jeweilige partiell in den Austenitisierungszustand überführte Platine weitgehend in dem ersten Teil der Pressanlage umgeformt und dabei zur Presshärtung in einen Temperaturbereich von vorzugsweise ca. 700° bis 500°C, besonders bevorzugt etwa 600°C heruntergekühlt. In dem nachfolgenden Teil der Pressanlage wird das warm umgeformte Bauteil dann noch in geringem Umfang weiter warm umgeformt und kalibriert sowie in einen Temperaturbereich von vorzugsweise ca. 300° bis 200°C, besonders bevorzugt etwa 200°C heruntergekühlt und dabei in einem oder mehreren Teilbereichen beschnitten und/oder gelocht.

**[0013]** Durch die mehrstufige, vorzugsweise zweistufige Ausführung der Pressanlage lässt sich insbesondere eine höhere Bauteilfestigkeit erreichen. Denn aufgrund des zumindest zweistufigen Warmumform- und Abkühlprozesses, in welchem der überwiegende Anteil der Warmumformung in dem ersten Teil, d.h. in der ersten Stufe der Pressanlage durchgeführt wird, lässt sich in dem zweiten bzw. einem nachfolgenden Teil der Pressanlage ein verbesserter Sitz mit erheblich vergrößerter Kontaktfläche zwischen Bauteil und Kühlwerkzeug erzielen, so dass sich eine bessere Abkühlung und damit eine höhere Bauteilfestigkeit ergibt.

**[0014]** Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Warmumformanlage weist deren Erhitzungsvorrichtung Heizplatten auf, die relativ zueinander bewegbar und an ein dazwischen angeordnetes, zu erhitzendes Stahlblech anleg- oder anpressbar sind. Der Wärmeübergang ist vom Andruck der Heizplatten abhängig und wird vorzugsweise entweder mittels einer hydraulischen, einer mechanischen Presse oder einer pressenähnlichen Vorrichtung aufgebracht.

**[0015]** Um einen ausgewählten Teilbereich des warm

umzuformenden Stahlblechs schnell und kostengünstig auf eine vorgebbare Temperatur erhitzen zu können, sind die Heizplatten der Erhitzungsvorrichtung vorzugsweise als elektrisch oder induktiv beheizte Heizplatten ausgeführt. Die Heizenergiekosten lassen sich insbesondere durch die Verwendung induktiv beheizter Heizplatten reduzieren.

**[0016]** Anstelle von Heizplatten, die mit dem Stahlblech bzw. der Platine in Kontakt gebracht werden, kann die Erhitzungsvorrichtung der erfindungsgemäßen Warmumformanlage auch eine berührungslos wirkende Flächeninduktor- oder Ringinduktorheizeinheit aufweisen.

**[0017]** Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Warmumformanlage besteht darin, dass der mehrstufigen Pressanlage mindestens eine mechanisch oder hydraulisch angetriebene Vorrichtung zum Beschneiden und/oder Lochen des warm umgeformten, pressgehärteten Stahlblechs nachgeordnet ist. Das Bauteil kann so in engen Toleranzen gelocht bzw. beschnitten werden, und dies vorzugsweise im Raumtemperaturzustand. Denn erfahrungsgemäß lassen sich maßgenaue Löcher sowie ein maßgenauer Randbeschnitt im warmen Zustand des Bauteils häufig nicht in der gewünschten Qualität erzielen.

**[0018]** Das erfindungsgemäße Konzept erlaubt für den Hartbeschnitt der warmumgeformten Bauteile die Verwendung konventioneller mechanischer oder hydraulischer Pressen aus vorhandenen Umformanlagen, insbesondere aus Kaltumformanlagen.

**[0019]** Vorzugsweise ist die der Pressanlage nachgeordnete Beschneidevorrichtung aus einer Kniehebelpresse gebildet, die mit mindestens einem Beschnitt- und/oder Lochwerkzeug (Hartbeschnittwerkzeug) versehen ist. Kniehebelpressen können beim Schneiden große Schnittkräfte mit angepasster Geschwindigkeit übertragen. Die Kniehebelpressen der erfindungsgemäßen Warmumformanlage sind vorzugsweise als steife Kniehebelpressen ausgeführt. Hinsichtlich der Beschneidequalität sowie eines störungsfreien Betriebes der Beschneidevorrichtung (Kniehebelpresse) ist es günstig, wenn diese gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung mit mindestens einem Schnittschlagdämpfer ausgestattet ist.

**[0020]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass zwischen der Pressanlage und der Beschneidevorrichtung eine Abkühlvorrichtung angeordnet ist, mittels der das warmumgeformte und zugleich stark heruntergekühlte Stahlblech mit einer Flüssigkeit, insbesondere mit Wasser, Öl oder einer Emulsion weiter abgekühlt werden kann. Das Bauteil wird dabei vorzugsweise auf Raumtemperatur gekühlt. Vorzugsweise weist diese Abkühlvorrichtung hierzu einen Tauchbadbehälter auf. Wird in der Abkühlvorrichtung Öl oder eine Emulsion als Abkühlmittel bzw. Tauchbad verwendet, so wird dadurch der nachfolgende Hartbeschnitt erleichtert und somit das Beschneidergebnis verbessert. Insbesondere verringert sich durch die Beölung des Bauteils bzw. dessen Eintauchen in eine Emulsion der Ver-

schleiß an dem oder den nachfolgenden Beschnittwerkzeugen.

**[0021]** In weiterer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Warmumformanlage ist zur Übergabe der Platine bzw. des Bauteils von der Erhitzungsvorrichtung zum Ofen und/oder vom Ofen zur Pressanlage und/oder von der Pressanlage zu einer nachgeordneten Beschneidvorrichtung jeweils eine automatisch gesteuerte Transfereinrichtung, vorzugsweise ein Roboter vorgesehen. Dabei kann die zwischen der Erhitzungsvorrichtung und dem Ofen angeordnete Transfereinrichtung und/oder die zwischen dem Ofen und der Pressanlage angeordnete Transfereinrichtung mit einer Heizeinrichtung versehen sein, um eine (vorzeitige) Abkühlung der erhitzten Platine zu vermeiden.

**[0022]** Zur Herstellung der pressgehärteten Formbauteile wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt Mangan-Bor-Stahlblech und besonders bevorzugt vordiffundiertes Mangan-Bor-Stahlblech (AISI-22MnB5) verwendet. Letzteres kann in einem entsprechend ausgerüsteten Stahlwerk durch Durchlaufglühen erzeugt werden. Die Materialkosten für vordiffundiertes Mangan-Bor-Stahlblech sind zwar höher als die Materialkosten für unbehandeltes Mangan-Bor-Stahlblech. Vordiffundiertes Mangan-Bor-Stahlblech bietet jedoch gegenüber unbehandeltem Mangan-Bor-Stahlblech den Vorteil, dass das vordiffundierte Stahlblech erheblich schneller in den Austenitisierungszustand überführt werden kann, so dass die zu diesem Zweck erforderliche Ofenstrecke entsprechend kürzer bemessen werden kann. Bei Verwendung von vordiffundiertem Mangan-Bor-Stahlblech kann der Austenitisierungs-ofen also sehr kurz ausgeführt werden.

**[0023]** Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist **dadurch gekennzeichnet, dass** Teilbereiche des Stahlblechs bzw. Bauteils in dem ersten Teil der Pressanlage und/oder in dem nachfolgenden Teil der Pressanlage unterschiedlich schnell abgekühlt werden, wobei zumindest ein Teilbereich, in welchem nachfolgend ein Beschnitt und/oder eine Lochung durchgeführt wird, mit einer geringeren Abkühlrate abgekühlt wird als ein Teilbereich, in welchem nachfolgend weder ein Beschnitt noch eine Lochung durchgeführt wird. Der Teilbereich, in welchem nachfolgend ein Beschnitt und/oder eine Lochung durchgeführt wird, wird dabei vorzugsweise mit einer Abkühlrate unterhalb von 27 K/s abgekühlt. Der entsprechende Teilbereich erhält dadurch geringe Festigkeitswerte, so dass er sich für das Hartbeschneiden besser eignet.

**[0024]** Weitere bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Warmumformanlage und des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben. Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer mehrere Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine Warmumformanlage gemäß einem ersten

Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 eine Warmumformanlage gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 eine in der Warmumformanlage der Fig. 1 sowie der Fig. 2 implementierte Erhitzungsvorrichtung in vergrößerter Darstellung;

Fig. 4 eine untere Heizplatte der Erhitzungsvorrichtung mit darauf abgelegten Platinen in Draufsicht;

Fig. 5 eine einzelne Platine in Draufsicht;

Fig. 6 einen Temperaturverlauf für einen in den Austenitisierungszustand zu überführenden Bereich eines unbehandelten Mangan-Bor-Stahlblechs;

Fig. 7 einen Temperaturverlauf für einen in den Austenitisierungszustand zu überführenden Bereich eines vordiffundierten Mangan-Bor-Stahlblechs; und

Fig. 8 ein Zeit-Temperatur-Diagramm (Abkühl-Diagramm), in welchem eine kritische Mindestabkühlkurve, eine Zeit-Temperatur-Kurve für eine Presshärtung von Formbauteilen während der Warmumformung und eine Zeit-Temperatur-Kurve für nicht in den Martensitzustand überführte Beschnittbereiche der Formbauteile eingezeichnet ist.

**[0025]** Die in Fig. 1 dargestellte Warmumformanlage dient der Herstellung von pressgehärteten Formbauteilen 2' aus Stahlblech, beispielsweise Fahrwerkslenkern oder Seitenaufprallträgern für Kraftfahrzeugtüren. Andere Beispiele sind Biegeträger, B-Säulen, a-Säulen und Dachrahmen. Die Warmumformanlage umfasst eine Stanzpresse 1 zum Zuschneiden von Platinen 2 aus einem Stahlblechband 3. Das Blechband 2 besteht aus Mangan-Bor-Stahl, vorzugsweise aus durch Durchlaufglühen vordiffundiertem Mangan-Bor-Stahlblech (AISI-22MnB5). Es wird als Coil 4 von einer Abwickelvorrichtung der Stanzpresse 1 zugeführt, die mit hoher Hubzahl arbeitet. Die Platinen 2 werden auf einem als Puffer dienenden Stapel 5 abgelegt, von wo aus sie mittels eines Roboters 6 oder einer anderen geeigneten Transfereinrichtung einer Erhitzungsvorrichtung 7 zugeführt und in diese eingelegt werden, bevor sie anschließend in einen Durchlaufofen 8 gelangen.

**[0026]** Die erfindungsgemäße Erhitzungsvorrichtung 7 weist ein beheiztes Werkzeug auf, das vorzugsweise aus zwei relativ zueinander beweglichen Heizplatten 7.1, 7.2 gebildet ist. Das Werkzeug bzw. die Heizplatten 7.1, 7.2 werden elektrisch, mit Gas oder induktiv beheizt. Die beheizten Platten sind in einem Führungsgestell geführt

und werden mit der dazwischen angeordneten Platine 2 gegeneinander gedrückt.

**[0027]** In dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel sind in den zueinander beweglichen Heizplatten 7.1, 7.2 Heizstäbe 7.3 integriert. An ihren einander zugewandten Seiten sind die Heizplatten 7.1, 7.2 mit mehreren Heizformen 7.4, 7.5 versehen, die von der jeweiligen Heizplatte 7.1, 7.2 vorstehen, wobei die Heizformen 7.4, 7.5 der jeweiligen Heizplatte zueinander beabstandet angeordnet sind. Die einander gegenüberliegenden Heizformen 7.4, 7.5 der oberen und unteren Heizplatte 7.1, 7.2 bilden dabei mehrere Paare sich deckender Heizformen 7.4, 7.5.

**[0028]** Im geöffneten Zustand der Erhitzungsvorrichtung wird auf die unteren Heizformen 7.5 je eine Platine 2 abgelegt. Die Heizplatten 7.1, 7.2 bzw. -formen 7.4, 7.5 sind in Bezug auf die Platinen 2 so ausgebildet, dass die später noch zu beschneidenden Bereiche bzw. Ränder 2.1 der darauf abgelegten Platinen 2 im geschlossenen Zustand der Erhitzungsvorrichtung 7 nicht direkt durch Kontakt mit den Heizplatten 7.4, 7.5 erwärmt werden. Hierdurch können unterschiedliche Erwärmungszustände in der jeweiligen Platine 2 erreicht werden, so dass ein bestimmter Bereich 2.1 der Platine 2 durch die weitere Erhitzung in dem nachfolgenden Ofen 8 nicht in den Austenitisierungszustand überführt wird.

**[0029]** Zum schnellen Erhitzen der Platinen 2 werden die Heizplatten 7.1, 7.2 mit den dazwischen angeordneten Platinen 2 mechanisch oder hydraulisch aneinander gepresst. Je höher der Andruck, desto höher ist die Aufheizgeschwindigkeit. Die Heizplatten 7.1, 7.2 können auf ein Temperaturniveau von 500° bis 700°C, vorzugsweise bis 600°C erwärmt werden. Die Temperatur in den Heizplatten 7.1, 7.2 wird dabei so eingestellt, dass ab 500°C eine Aufheizgeschwindigkeit von 12 K/s nicht überschritten wird. Am Ende der Erwärmung in der Erhitzungsvorrichtung weist ein Bereich 2.2 der Platine 2, der nachfolgend im Ofen 8 in den Austenitisierungszustand überführt werden soll, eine mittlere Temperatur von zum Beispiel etwa 750°C auf, wohingegen der Platinenrand 2.1 bzw. der Bereich der Platine 2, der nicht in den Austenitisierungszustand überführt werden soll, eine mittlere Temperatur von beispielsweise etwa 450°C aufweist.

**[0030]** Sodann wird die unterschiedliche Temperaturbereiche aufweisende Platine 2 aus der Erhitzungsvorrichtung in den Ofen 8 überführt. Auch dies erfolgt vorzugsweise mit einem Roboter oder einer anderen geeigneten Transfereinrichtung (nicht gezeigt).

**[0031]** Der Ofen 8 ist vorzugsweise als Durchlaufofen, beispielsweise als Rollenherdofen oder Hubbalkenofen ausgebildet. Er hat eine Länge im Bereich von etwa 10 bis 20 m und ist mit mindestens einer induktiven Heizeinrichtung und/oder mindestens einem Infrarotstrahler ausgestattet.

**[0032]** Die Länge des Durchlaufofens 8 hängt von der Beschaffenheit des zur Herstellung der Formbauteile 2 eingesetzten Stahlblechs 3 ab. Bei Verwendung von unbehandeltem Mangan-Bor-Stahlblech werden die dar-

aus ausgeschnitten Platinen 2 im Ofen 8 zunächst so erhitzt, dass der in den Austenitisierungszustand zu überführende Bereich 2.2 der jeweiligen Platine 2 über einen Zeitraum von etwa 300 Sekunden Legierungstemperatur aufweist und somit in diesem Bereich 2.2 eine Durchlegierung der Platinenoberfläche erfolgt. Die Legierungstemperatur liegt bei unbehandeltem Mangan-Bor-Stahlblech üblicherweise in einem Temperaturbereich um 600°C (vgl. Fig. 6). Anschließend werden die Platinen 2 über einen Zeitraum von etwa 60 Sekunden in dem Ofen 8 auf Austenitisierungstemperatur bzw. auf eine Temperatur oberhalb der Austenitisierungstemperatur erwärmt. Der untere Umwandlungspunkt  $A_{C1}$ , bei dem die Umwandlung von Ferrit in Austenit beginnt, liegt bei dem verwendeten Mangan-Bor-Stahlblech bei ca. 730°C. Der obere Umwandlungspunkt  $A_{C3}$ , bei dem die Umwandlung in Austenit endet, liegt in dem dargestellten Beispiel bei ca. 830°C.

**[0033]** Um eine zuverlässige Austenitisierung des in den Austenitisierungszustand zu überführenden Platinenbereichs 2.2 sowie dessen zuverlässige Presshärtung durch rasche Abkühlung unterhalb der kritischen Abkühlkurve sicherzustellen, werden die Platinen 2 in dem Ofen 8 auf eine Temperatur deutlich oberhalb des Umwandlungspunkt  $A_{C3}$  erhitzt. Beispielsweise liegt die Temperatur des für die nachfolgende Presshärtung in den Austenitisierungszustand überführten Platinenbereichs 2.2 bei deren Entnahme aus dem Ofen 8 bei ca. 950°C (vgl. Fig. 6).

**[0034]** Vorzugsweise wird bei dem erfindungsgemäße Warmumformverfahren durch Glühen vordiffundiertes Mangan-Bor-Stahlblech AISi-22MnB5 als Coilmaterial (Ausgangsmaterial) 4 verwendet. Dieses vordiffundierte Material verursacht zwar höhere Vormaterialkosten, bietet jedoch die Möglichkeit, den Durchlaufofen 8 sehr kurz auszuführen, da in diesem Fall die relativ viel Zeit erfordernde Durchlegierung der Oberfläche des in den Austenitisierungszustand zu überführenden Platinenbereichs 2.2 nicht mehr durchgeführt werden braucht. Fig. 7 veranschaulicht, dass bei Verwendung von vordiffundiertem Mangan-Bor-Stahlblech (AISi-22MnB5) nur noch das in relativ kurzer Zeit durchführbare Erhitzen auf eine Temperatur oberhalb der Austenitisierungstemperatur im Durchlaufofen 8 durchgeführt werden muss. Die Temperatur des für die nachfolgende Presshärtung in den Austenitisierungszustand überführten Platinenbereichs 2.2 bei deren Entnahme aus dem Ofen 8 beträgt in diesem Fall wiederum ca. 950°C. Diese partielle Austenitisierung kann in ca. 60 bis 65 Sekunden erreicht werden, so dass die Ofenstrecke relativ kurz ausgeführt werden kann. Die Länge des Durchlaufofens 8 kann in diesem Fall beispielsweise nur etwa 10 m oder weniger betragen.

**[0035]** Die so erhitze Platine 8 wird dann mittels eines Roboters oder einer anderen schnellen Transfereinrichtung aus dem Ofen 8 entnommen und zum Warmumformen und gleichzeitigen Presshärten in den ersten Teil 10.1 einer zweistufig ausgeführten Pressanlage 10 ein-

gelegt. Die erste Stufe oder Station 10.1 der Pressanlage 10 besteht aus einer mechanischen oder hydraulischen Presse. Vorzugsweise kommt dabei eine hydraulische Presse mit einer Presskraft von beispielsweise etwa 1.000 t bzw. ca. 10 MN zum Einsatz. Die den ersten Teil der Pressanlage 10 bildende Presse 10.1 ist mit einem gekühlten Umformwerkzeug ausgerüstet. Der größte Teil der Warmumformungsarbeit erfolgt in der ersten Presse, 10.1 wobei das entstehende Formbauteil in einer Zeit von nur ca. 5 bis 6 Sekunden von ca. 900°C in einen Temperaturbereich von ca. 700° bis 500°C, bevorzugt 600°C heruntergekühlt wird. Die Abkühlrate in der ersten Stufe 10.1 liegt somit etwa im Bereich von 80 bis 33,3 K/s und damit in jedem Fall deutlich oberhalb einer kritischen Abkühlrate von 27 K/s.

**[0036]** In dem nachfolgenden Teil bzw. der zweiten Stufe 10.2 der Pressanlage 10 wird das Formbauteil weiter heruntergekühlt, in geringem Umfang weiter umgeformt und kalibriert. Auch die zweite Stufe (Station) 10.2 der Pressanlage besteht aus einer mechanischen oder hydraulischen Presse. Vorzugsweise handelt es sich bei der zweiten Stufe 10.2 um eine hydraulische Presse mit einer Presskraft von beispielsweise etwa 800 t bzw. ca. 8 MN. Zusätzlich zum Warmumformen und Kühlen des Bauteils wird dieses in der zweiten Stufe 10.2 der Pressanlage gegebenenfalls beschnitten bzw. gelocht.

**[0037]** Die Schließzeit der Pressen 10.1 und 10.2 ist variabel einstellbar.

**[0038]** Wichtig ist eine schnelle Transfereinrichtung zwischen den beiden Stationen 10.1 und 10.2 der Pressanlage 10, um die Unterbrechung des eine rasche Abkühlung erfordernden Presshärtevorgangs durch den Transfer vom Werkzeug der ersten Presse 10.1 in das Werkzeug der zweiten Presse 10.2 so kurz wie möglich zu gestalten. Vorzugsweise kommt zwischen den beiden Stationen 10.1, 10.2 ein Roboter oder eine andere schnelle Transfereinrichtung zum Einsatz, der bzw. die das Bauteil vom Werkzeug der ersten Presse 10.1 in das Werkzeug der zweiten Presse 10.2 innerhalb von maximal 4 Sekunden, vorzugsweise innerhalb von maximal 3 Sekunden umlegt.

**[0039]** In der zweiten Stufe 10.2 der Pressanlage wird das Bauteil 2' dann in einer Zeit von ca. 5 bis 6 Sekunden von einer Temperatur im Bereich von etwa 580° bis 500°C auf eine Temperatur im Bereich von ca. 300° bis 200°C, bevorzugt 200°C heruntergekühlt und dabei in Teilbereichen gegebenenfalls beschnitten. Die Abkühlrate in der zweiten Stufe 10.2 liegt etwa im Bereich von 76 bis 33,3 K/s und damit wiederum deutlich oberhalb der kritischen Abkühlrate von 27 K/s.

**[0040]** Die Werkzeuge der beiden Pressanlagenstufen 10.1, 10.2 sind in dem Bereich, der den Bauteilbereich 2.2 kontaktiert, in welchem eine hohe Festigkeit erzielt werden soll, aus hoch wärmeleitendem Werkstoff aufgebaut. Dagegen ist der Werkzeugbereich, der den Bauteilbereich 2.1 kontaktiert, in welchem nachfolgend ein Beschnitt des Bauteils 2' erfolgen soll, aus einem Werkstoff mit relativ geringer Wärmeleitfähigkeit gebil-

det, so dass der noch zu beschneidende Bauteilbereich 2.1 langsamer abgekühlt und damit geringere Festigkeitswerte erreicht.

**[0041]** Anstelle von zwei einzelnen hydraulischen Pressen 10.1, 10.2 zur Warmumformung der erhitzten Platinen 2 kann in der erfindungsgemäßen Warmumformanlage auch eine Doppelstößelpresse zum Einsatz kommen.

**[0042]** Wie das in Fig. 8 dargestellte Diagramm zeigt, liegt die Abkühlrate während des Warmumformens (einschließlich des Bauteiltransfers von der ersten Stufe 10.1 zur zweiten Stufe 10.2 der Pressanlage) insgesamt betrachtet deutlich oberhalb der kritischen Mindestabkühlrate von 27 K/s. Die mit  $A_{PH}$  bezeichnete Kurve stellt die Abkühlrate bzw. Zeit-Temperatur-Kurve des in den Martensitzustand überführten Bereichs 2.2 des Bauteils 2' in den beiden Stufen der Pressanlage 10 dar, während die gepunktete, mit  $A_{krit}$  bezeichnete Kurve die kritische Mindestabkühlrate von 27 K/s darstellt. Die gestrichelte Kurve  $A_B$  steht für die Abkühlrate des Bereichs 2.1 des Bauteils 2', der während oder im Anschluss an das Warmumformen beschnitten bzw. gelocht wird. Es ist zu erkennen, dass die Abkühlung in den Rändern 2.1 bzw. Bereichen des Bauteils 2', in denen ein Hartbeschnitt erfolgt, derart durchgeführt wird, dass die Abkühlrate unterhalb von 27 K/s bleibt (vgl. Fig. 8).

**[0043]** Die Prozessführung in den Warmumformwerkzeugen der beiden Pressanlagenstufen 10.1, 10.2 ist somit optimal aufgeteilt und mit der Zeitdauer für den Transfer des Bauteils 2' vom ersten Warmumformwerkzeug der ersten Presse 10.1 zum Warmumformwerkzeug der zweiten Presse 10.2 abgestimmt.

**[0044]** Insbesondere das Warmumformwerkzeug der ersten Presse 10.1, aber auch das Warmumform- bzw. Kühlwerkzeug der zweiten Presse 10.2 kann mit hydraulischen oder mechanischen Stellelementen (nicht gezeigt) versehen sein, die eine Veränderung der Distanz zwischen den relativ zueinander beweglichen Werkzeughälften gestatten. Hierdurch ist eine Anpassung an unterschiedlich dicke Stahlbleche bzw. Platinen 2 möglich. Die hydraulischen oder mechanischen Stellelemente werden dabei vorzugsweise in Abhängigkeit des Blecheinlaufs automatisch geregelt. Die Messung des Blecheinlaufs bzw. der Blechdicke erfolgt dabei mittels geeigneter Sensoren bzw. Messsysteme.

**[0045]** Auf die zweistufige Pressanlage 10 folgt in Transportrichtung des warmumgeformten, pressgehärteten Bauteils 2' mindestens eine Vorrichtung 11.1 und/oder 11.2 zum Beschneiden und/oder Lochen des Bauteils 2'. Mittels der ein- oder mehrstufigen Beschneidevorrichtung 11.1, 11.2 wird ein Hartbeschnitt der nicht in den Martensitzustand überführten Bereiche, insbesondere der Ränder der pressgehärteten Formbauteile 2' durchgeführt. Die Beschneidevorrichtung 11.1, 11.2 ist hierzu mit geeigneten Beschnitt- und/oder Lochwerkzeugen ausgestattet.

**[0046]** In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwei Beschneidevorrichtungen 11.1 und

11.2 vorhanden, die durch Kniehebelpresse gebildet sind. Die erfindungsgemäße Warmumformanlage kann mehrere solcher Beschneidevorrichtungen aufweisen, wobei normalerweise eine oder zwei Beschneidevorrichtungen 11.1 und/oder 11.2 ausreichen dürften. Die Presskraft der jeweiligen Kniehebelpresse 11.1, 11.2 beträgt beispielsweise ca. 800 t bzw. ca. 8 MN.

**[0047]** Das Umliegen der Bauteile von der Pressanlage 10 in die Beschneidevorrichtung(en) 11.1, 11.2 erfolgt wiederum mittels eines oder mehrerer Roboter (nicht gezeigt) oder anderer geeigneter, ausreichend schneller Transfereinrichtungen. Während des Beschnitts in der Beschneidevorrichtung 11.1, 11.2 kann eine weitere Kühlung des Bauteils 2' stattfinden, wobei es sich insbesondere um eine natürliche oder erzwungene Luftkühlung handeln kann.

**[0048]** Die Hubzahl der erfindungsgemäßen Warmumformanlage liegt im Bereich von 5 bis 12 Hub/min, vorzugsweise im Bereich von 7 bis 12 Hub/min.

**[0049]** Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Warmumformanlage unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 dadurch, dass zwischen der Pressanlage 10 und der Beschneidevorrichtung 11.1 eine Abkühlvorrichtung 12 angeordnet ist, mittels welcher das warmumgeformte, pressgehärtete Formbauteil 2' mit einer Flüssigkeit, vorzugsweise mit Öl oder einer Emulsion auf Raumtemperatur RT abgekühlt wird. Die Abkühlvorrichtung 12 weist hierzu einen wannenförmigen Behälter zur Aufnahme eines Flüssigkeits- oder Emulsionsbades auf, in welches das jeweilige Bauteil 2' vor dem abschließenden Beschnitt in der Beschneidevorrichtung 11.1, 11.2 eingetaucht wird.

**[0050]** Am Ende der erfindungsgemäßen Warmumformanlage wird das fertige Bauteil 2' aus der Beschneidevorrichtung bzw. Kniehebelpresse 11.1 oder gegebenenfalls 11.2 entnommen und in einen Lager- bzw. Transportbehälter abgelegt.

**[0051]** Die folgenden erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele sind ebenfalls Teil der Offenbarung der vorliegenden Patentanmeldung:

**[0052]** Ausführungsbeispiel 1 der Erfindung: Eine Warmumformanlage zur Herstellung von pressgehärteten Formbauteilen aus Stahlblech, mit einem Ofen 8, mittels dem warm umzuformendes Stahlblech zumindest partiell auf Austenitisierungstemperatur erhitzen ist, und einer Pressanlage 10 zum Warmumformen und Presshärten des im Ofen erhitzten Stahlblechs, wobei dem Ofen 8 eine Erhitzungsvorrichtung 7 vorgeordnet ist, mittels der Stahlblech 2 zumindest partiell auf eine Temperatur unterhalb der Austenitisierungstemperatur, vorzugsweise auf eine Temperatur im Bereich von 500 bis 700°C erhitzen ist, wobei die Pressanlage 10 mehrstufig ausgebildet ist, wobei ein erster Teil 10.1 der Pressanlage mindestens ein erstes Werkzeug zum Warmumformen und Kühlen des im Ofen 8 erhitzten Stahlblechs 2 aufweist, und ein nachfolgender Teil 10.2 der Pressanlage 10 mindestens ein zweites Werkzeug zum weiteren

Kühlen des warm umgeformten Stahlblechs 2, 2' aufweist, und wobei das zweite Werkzeug das warm umgeformte Stahlblech weiter umformt, beschneidet und/oder locht.

5 **[0053]** Ausführungsbeispiel 2 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie im Ausführungsbeispiel 1, wobei die Erhitzungsvorrichtung 7 Heizplatten 7.1, 7.2 aufweist, die relativ zueinander bewegbar und an ein dazwischen angeordnetes, zu erhitzenes Stahlblech 2 anlegbar oder anpressbar sind.

10 **[0054]** Ausführungsbeispiel 3 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie im Ausführungsbeispiel 2, wobei die Erhitzungsvorrichtung 7 eine Presse umfasst, mittels der die Heizplatten 7.1, 7.2 hydraulisch oder mechanisch an ein dazwischen angeordnetes, zu erhitzenes Stahlblech 2 anpressbar sind.

15 **[0055]** Ausführungsbeispiel 4 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie im Ausführungsbeispiel 2 oder 3, wobei die Heizplatten elektrisch oder induktiv beheizte Heizplatten sind.

20 **[0056]** Ausführungsbeispiel 5 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie in einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 4, wobei die Erhitzungsvorrichtung 7 so ausgeführt ist, dass das warm umzuformende Stahlblech 2 darin partiell erhitzen oder in Teilbereichen 2.1, 2.2 unterschiedlich stark erhitzen ist.

25 **[0057]** Ausführungsbeispiel 6 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie in einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 5, wobei der Pressanlage 10 in Transportrichtung des Stahlblechs mindestens eine mechanisch oder hydraulisch angetriebene Beschneidevorrichtung 11.1, 11.2 zum Beschneiden und/oder Lochen des warmumgeformten, pressgehärteten Stahlblechs 2' nachgeordnet ist.

30 **[0058]** Ausführungsbeispiel 7 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie im Ausführungsbeispiel 6, wobei die Beschneidevorrichtung 11.1, 11.2 aus einer Kniehebelpresse gebildet ist, die mit mindestens einem Beschnitt- und/oder Lochwerkzeug versehen ist.

35 **[0059]** Ausführungsbeispiel 8 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie im Ausführungsbeispiel 6 oder 7, wobei die Beschneidevorrichtung 11.1, 11.2 mindestens einen Schnittschlagdämpfer aufweist.

40 **[0060]** Ausführungsbeispiel 9 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie in einem der Ausführungsbeispiele 6 bis 8, wobei der Pressanlage 10 und der Beschneidevorrichtung 11.1 eine Abkühlvorrichtung 12 angeordnet ist, mittels welcher das warmumgeformte, gekühlte Stahlblech 2' mit einer Flüssigkeit, insbesondere mit Wasser, Öl oder einer Emulsion weiter abgekühlt wird.

45 **[0061]** Ausführungsbeispiel 10 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie im Ausführungsbeispiel 9, wobei die Abkühlvorrichtung 12 einen Tauchbadbehälter aufweist.

50 **[0062]** Ausführungsbeispiel 11 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie in einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 10, wobei der Ofen 8 aus einem Rollenher-

dofen besteht.

**[0063]** Ausführungsbeispiel 12 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie in einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 11, wobei der Ofen 8 mit mindestens einer induktiven Heizeinrichtung und/oder mindestens einem Infrarot-Strahler versehen ist.

**[0064]** Ausführungsbeispiel 13 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie in einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 12, wobei der Erhitzungsvorrichtung 7 eine Stanzpresse 1 zum Zuschneiden von Platinen 2 aus einem Stahlblechband 3 vorgeordnet ist.

**[0065]** Ausführungsbeispiel 14 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie in einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 13, wobei zur Übergabe des jeweiligen Stahlblechs 2 von der Erhitzungsvorrichtung 7 zum Ofen 8 und/oder vom Ofen 8 zur Pressanlage 10 und/oder von der Pressanlage 10 zu einer nachgeordneten Beschneidevorrichtung 11.1 jeweils eine automatisch gesteuerte Transfereinrichtung, vorzugsweise ein Roboter 6, 9 vorgesehen ist.

**[0066]** Ausführungsbeispiel 15 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie im Ausführungsbeispiel 14, wobei die Transfereinrichtung 6, 9 mit einer Heizeinrichtung zur Beheizung des zu übergebenden Stahlblechs 2 versehen ist.

**[0067]** Ausführungsbeispiel 16 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie in einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 15, wobei die Pressanlage 10 mit hydraulischen oder mechanischen Stellelementen versehen ist, die eine Veränderung der Schließdistanz zwischen den relativ zueinander beweglichen Werkzeughälften gestatten.

**[0068]** Ausführungsbeispiel 17 der Erfindung: Eine Warmumformanlage wie im Ausführungsbeispiel 16, wobei die hydraulischen oder mechanischen Stellelemente in Abhängigkeit des Blecheinlaufs und/oder der Blechdicke automatisch regelt werden, wobei Sensoren zur Erfassung des Blecheinlaufs und/oder der Blechdicke vorgesehen sind.

**[0069]** Ausführungsbeispiel 18 der Erfindung: Ein Verfahren zur Herstellung von pressgehärteten Formbauteilen aus Stahlblech, bei dem Stahlblech 2, 3 in einem Ofen 8 zumindest partiell auf Austenitisierungstemperatur erhitzt, anschließend mittels einer Pressanlage 10 warmumgeformt und mittels einer Kühleinrichtung abgekühlt wird, wobei das Stahlblech 2 vor dem Erhitzen in dem Ofen 8 mittels einer Erhitzungsvorrichtung 7 zumindest partiell auf eine Temperatur unterhalb der Austenitisierungstemperatur, vorzugsweise auf eine Temperatur im Bereich von 500 bis 700°C erhitzt wird, und wobei das Abkühlen des warmumgeformten Stahlblechs in mehreren Stufen durchgeführt wird, wobei das in dem Ofen 8 erhitzte Stahlblech in einem ersten Teil 10.1 der Pressanlage warm umgeformt und abgekühlt wird und anschließend in einem nachfolgenden Teil 10.2 der Pressanlage 10 weiter abgekühlt wird, und wobei das warmumgeformte Stahlblech in dem nachfolgenden Teil der Pressanlage zusätzlich weiter umformt, beschnitten und/

oder gelocht wird.

**[0070]** Ausführungsbeispiel 19 der Erfindung: Ein Verfahren wie im Ausführungsbeispiel 18, wobei das Stahlblech 2 in der Erhitzungsvorrichtung 7 zwischen Heizplatten 7.1, 7.2 angeordnet und/oder eingespannt wird.

**[0071]** Ausführungsbeispiel 20 der Erfindung: Ein Verfahren wie im Ausführungsbeispiel 18 oder 19, wobei das Stahlblech 2 in der Erhitzungsvorrichtung 7 partiell oder in Teilflächenbereichen 2.1, 2.2 unterschiedlich stark erhitzt wird.

**[0072]** Ausführungsbeispiel 21 der Erfindung: Ein Verfahren wie in einem der Ausführungsbeispiele 18 bis 20, wobei das Stahlblech als zugeschnittene Platine 2 der Erhitzungsvorrichtung 7 zugeführt wird, und wobei die Platine 2 zumindest in einem Teilbereich 2.1, in welchem nachfolgend ein Beschnitt und/oder eine Lochung durchgeführt wird, nicht direkt erwärmt und/oder so temperiert wird, dass dieser mindestens eine Teilbereich 2.1 bei der nachfolgenden Erhitzung im Ofen 8 nicht in den Austenitisierungszustand überführt wird.

**[0073]** Ausführungsbeispiel 22 der Erfindung: Ein Verfahren wie in einem der Ausführungsbeispiele 18 bis 21, wobei das Stahlblech in der Erhitzungsvorrichtung 7 so erhitzt wird, dass ab einer Temperatur von 500°C eine Aufheizgeschwindigkeit von 12 K/s nicht überschritten wird.

**[0074]** Ausführungsbeispiel 23 der Erfindung: Ein Verfahren wie in einem der Ausführungsbeispiele 18 bis 22, wobei zur Herstellung der pressgehärteten Formbauteile 2' vordiffundiertes Mangan-Bor-Stahlblech verwendet wird.

**[0075]** Ausführungsbeispiel 24 der Erfindung: Ein Verfahren wie in einem der Ausführungsbeispiele 18 bis 23, wobei das im Ofen 8 erhitzte Stahlblech beim Warmumformen in dem ersten Teil 10.1 der Pressanlage 10 auf eine Temperatur im Bereich von 700 bis 500°C abgekühlt wird.

**[0076]** Ausführungsbeispiel 25 der Erfindung: Ein Verfahren wie in einem der Ausführungsbeispiele 18 bis 24, wobei das warmumgeformte Stahlblech in dem nachfolgenden Teil 10.2 der Pressanlage 10 auf eine Temperatur im Bereich von 300 bis 200°C abgekühlt wird.

**[0077]** Ausführungsbeispiel 26 der Erfindung: Ein Verfahren wie in einem der Ausführungsbeispiele 18 bis 25, wobei Teilbereiche 2.1, 2.2 des Stahlblechs in dem ersten Teil 10.1 der Pressanlage 10 und/oder in dem nachfolgenden Teil 10.2 der Pressanlage 10 unterschiedlich schnell abgekühlt werden, wobei zumindest ein Teilbereich 2.1, in welchem nachfolgend ein Beschnitt und/oder eine Lochung durchgeführt wird, mit einer geringeren Abkühlrate abgekühlt wird als ein Teilbereich 2.2, in welchem nachfolgend weder ein Beschnitt noch eine Lochung durchgeführt wird.

**[0078]** Ausführungsbeispiel 27 der Erfindung: Ein Verfahren wie im Ausführungsbeispiel 26, wobei der Teilbereich 2.1, in welchem nachfolgend ein Beschnitt und/oder eine Lochung durchgeführt wird, mit einer Abkühlrate unterhalb von 27 K/s abgekühlt wird.

**[0079]** Ausführungsbeispiel 28 der Erfindung: Ein Verfahren wie in einem der Ausführungsbeispiele 18 bis 27, wobei das Stahlblech in dem ersten Teil 10.1 der Pressanlage 10 in größerem Umfang umgeformt wird als in dem nachfolgenden Teil 10.2 der Pressanlage.

**[0080]** Ausführungsbeispiel 29 der Erfindung: Ein Verfahren wie in einem der Ausführungsbeispiele 18 bis 28, wobei das warmumgeformte Stahlblech in dem nachfolgenden Teil 10.2 der Pressanlage 10 kalibriert wird.

**[0081]** Ausführungsbeispiel 30 der Erfindung: Ein Verfahren wie in einem der Ausführungsbeispiele 18 bis 29, wobei das Stahlblech nach dem Warmumformen mittels mindestens einer Beschneidevorrichtung 11.1, 11.2 beschnitten und/oder gelocht wird.

**[0082]** Ausführungsbeispiel 31 der Erfindung: Ein Verfahren wie im Ausführungsbeispiel 30, wobei das warm umgeformte Stahlblech nach dem Warmumformen und vor dem Beschneiden oder Lochen in einem Wasser-, Öl- oder Emulsionsbad 12 auf Raumtemperatur gekühlt wird.

**[0083]** Ausführungsbeispiel 32 der Erfindung: Ein Verfahren wie in einem der Ausführungsbeispiele 18 bis 31, wobei das Stahlblech als zugeschnittene Platine 2 von der Erhitzungsvorrichtung 7 zum Ofen 8 und/oder vom Ofen 8 zur Pressanlage 10 und/oder von der Pressanlage 10 zu einer nachgeordneten Beschneidevorrichtung 11.1 jeweils mittels einer automatischen Transfereinrichtung, vorzugsweise einem Roboter 6, 9 transportiert wird.

## Patentansprüche

1. Warmumformanlage zur Herstellung von pressgehärteten Formbauteilen aus Stahlblech, mit einem Ofen (8), mittels dem warm umzuformendes Stahlblech zumindest partiell auf Austenitisierungstemperatur erhitzbar ist, und einer Pressanlage (10) zum Warmumformen und Presshärten des im Ofen erhitzten Stahlblechs, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Ofen (8) eine Erhitzungsvorrichtung (7) vorgeordnet ist, mittels der Stahlblech (2) zumindest partiell auf eine Temperatur unterhalb der Austenitisierungstemperatur, vorzugsweise auf eine Temperatur im Bereich von 500 bis 700°C erhitzbar ist, und dass die Pressanlage (10) mehrstufig ausgebildet ist, wobei ein erster Teil (10.1) der Pressanlage mindestens ein erstes Werkzeug zum Warmumformen und Kühlen des im Ofen (8) erhitzten Stahlblechs (2) aufweist, und ein nachfolgender Teil (10.2) der Pressanlage (10) mindestens ein zweites Werkzeug zum weiteren Kühlen des warm umgeformten Stahlblechs (2, 2') aufweist, und wobei das zweite Werkzeug das warm umgeformte Stahlblech weiter umformt, beschneidet und/oder locht.
2. Warmumformanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erhitzungsvorrichtung (7) Heizplatten (7.1, 7.2) aufweist, die relativ

zueinander bewegbar und an ein dazwischen angeordnetes, zu erheizendes Stahlblech (2) anlegbar oder anpressbar sind, wobei vorzugsweise die Erhitzungsvorrichtung (7) eine Presse umfasst, mittels der die Heizplatten (7.1, 7.2) hydraulisch oder mechanisch an ein dazwischen angeordnetes, zu erheizendes Stahlblech (2) anpressbar sind.

3. Warmumformanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erhitzungsvorrichtung (7) so ausgeführt ist, dass das warm umzuformende Stahlblech (2) darin partiell erhitzbar oder in Teilbereichen (2.1, 2.2) unterschiedlich stark erhitzbar ist.
4. Warmumformanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pressanlage (10) in Transportrichtung des Stahlblechs mindestens eine mechanisch oder hydraulisch angetriebene Beschneidevorrichtung (11.1, 11.2) zum Beschneiden und/oder Lochen des warmumgeformten, pressgehärteten Stahlblechs (2') nachgeordnet ist, wobei die Beschneidevorrichtung (11.1, 11.2) vorzugsweise aus einer Kniehebelpresse gebildet ist, die mit mindestens einem Beschnitt- und/oder Lochwerkzeug versehen ist.
5. Warmumformanlage nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Pressanlage (10) und der Beschneidevorrichtung (11.1) eine Abkühlvorrichtung (12) angeordnet ist, mittels welcher das warmumgeformte, gekühlte Stahlblech (2') mit einer Flüssigkeit, insbesondere mit Wasser, Öl oder einer Emulsion weiter abgekühlt wird, wobei die Abkühlvorrichtung (12) vorzugsweise einen Tauchbadbehälter aufweist.
6. Warmumformanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ofen (8) aus einem Rollenherdofen besteht.
7. Warmumformanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ofen (8) mit mindestens einer induktiven Heizeinrichtung und/oder mindestens einem Infrarot-Strahler versehen ist.
8. Warmumformanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erhitzungsvorrichtung (7) eine Stanzpresse (1) zum Zuschneiden von Platinen (2) aus einem Stahlblechband (3) vorgeordnet ist.
9. Warmumformanlage nach einem der Ansprüche 1

- bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zur Übergabe des jeweiligen Stahlblechs (2) von der Erhitzungsvorrichtung (7) zum Ofen (8) und/oder vom Ofen (8) zur Pressanlage (10) und/oder von der Pressanlage (10) zu einer nachgeordneten Beschneidevorrichtung (11.1) jeweils eine automatisch gesteuerte Transfer-einrichtung, beispielsweise ein Roboter (6, 9) vorgesehen ist, wobei die Transfereinrichtung (6, 9) vorzugsweise mit einer Heizeinrichtung zur Beheizung des zu übergebenden Stahlblechs (2) versehen ist.
10. Warmumformanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Pressanlage (10) mit hydraulischen oder mechanischen Stellelementen versehen ist, die eine Veränderung der Schließdistanz zwischen den relativ zueinander beweglichen Werkzeughälften gestatten, wobei vorzugsweise die hydraulischen oder mechanischen Stellelemente in Abhängigkeit des Blecheinlaufs und/oder der Blechdicke automatisch regelt werden und vorzugsweise Sensoren zur Erfassung des Blecheinlaufs und/oder der Blechdicke vorgesehen sind.
11. Verfahren zur Herstellung von pressgehärteten Formbauteilen aus Stahlblech, bei dem Stahlblech (2, 3) in einem Ofen (8) zumindest partiell auf Austenitisierungstemperatur erhitzt, anschließend mittels einer Pressanlage (10) warmumgeformt und mittels einer Kühleinrichtung abgekühlt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblech (2) vor dem Erhitzen in dem Ofen (8) mittels einer Erhitzungsvorrichtung (7) zumindest partiell auf eine Temperatur unterhalb der Austenitisierungstemperatur, vorzugsweise auf eine Temperatur im Bereich von 500 bis 700°C erhitzt wird,  
 und dass das Abkühlen des warmumgeformten Stahlblechs in mehreren Stufen durchgeführt wird, wobei das in dem Ofen (8) erhitzte Stahlblech in einem ersten Teil (10.1) der Pressanlage warm umgeformt und abgekühlt wird und anschließend in einem nachfolgenden Teil (10.2) der Pressanlage (10) weiter abgekühlt wird, wobei das warmumgeformte Stahlblech in dem nachfolgenden Teil der Pressanlage zusätzlich weiter umformt, beschnitten und/oder gelocht wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblech (2) in der Erhitzungsvorrichtung (7) zwischen Heizplatten (7.1, 7.2) angeordnet und/oder eingespannt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblech (2) in der Erhitzungsvorrichtung (7) partiell oder in Teilflächenbereichen (2.1, 2.2) unterschiedlich stark erhitzt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblech als zugeschnittene Platine (2) der Erhitzungsvorrichtung (7) zugeführt wird, und dass die Platine (2) zumindest in einem Teilbereich (2.1), in welchem nachfolgend ein Beschnitt und/oder eine Lochung durchgeführt wird, nicht direkt erwärmt und/oder so temperiert wird, dass dieser mindestens einen Teilbereich (2.1) bei der nachfolgenden Erhitzung im Ofen (8) nicht in den Austenitisierungszustand überführt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das im Ofen (8) erhitzte Stahlblech beim Warmumformen in dem ersten Teil (10.1) der Pressanlage (10) auf eine Temperatur im Bereich von 700 bis 500°C abgekühlt wird, wobei vorzugsweise das warmumgeformte Stahlblech in dem nachfolgenden Teil (10.2) der Pressanlage (10) auf eine Temperatur im Bereich von 300 bis 200°C abgekühlt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** Teilbereiche (2.1, 2.2) des Stahlblechs in dem ersten Teil (10.1) der Pressanlage (10) und/oder in dem nachfolgenden Teil (10.2) der Pressanlage (10) unterschiedlich schnell abgekühlt werden, wobei zumindest ein Teilbereich (2.1), in welchem nachfolgend ein Beschnitt und/oder eine Lochung durchgeführt wird, mit einer geringeren Abkühlrate abgekühlt wird als ein Teilbereich (2.2), in welchem nachfolgend weder ein Beschnitt noch eine Lochung durchgeführt wird, wobei vorzugsweise der Teilbereich (2.1), in welchem nachfolgend ein Beschnitt und/oder eine Lochung durchgeführt wird, mit einer Abkühlrate unterhalb von 27 K/s abgekühlt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblech in dem ersten Teil (10.1) der Pressanlage (10) in größerem Umfang umgeformt wird als in dem nachfolgenden Teil (10.2) der Pressanlage, wobei vorzugsweise das warmumgeformte Stahlblech in dem nachfolgenden Teil (10.2) der Pressanlage (10) kalibriert wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblech nach dem Warmumformen mittels mindestens einer Beschneidevorrichtung (11.1, 11.2) beschnitten und/oder gelocht wird, wobei vorzugsweise das warm umgeformte Stahlblech nach dem Warmumformen und vor dem Beschneiden oder Lochen in einem Wasser-, Öl- oder Emulsionsbad (12) auf Raumtemperatur gekühlt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblech als zugeschnittene Platine (2) von der Erhitzungsvorrichtung (7) zum Ofen (8) und/oder vom Ofen (8) zur Pressanlage (10) und/oder von der Pressanlage (10) zu einer nachgeordneten Beschneidevorrichtung (11.1) jeweils mittels einer automatischen Transfer- einrichtung, vorzugsweise einem Roboter (6, 9) transportiert wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

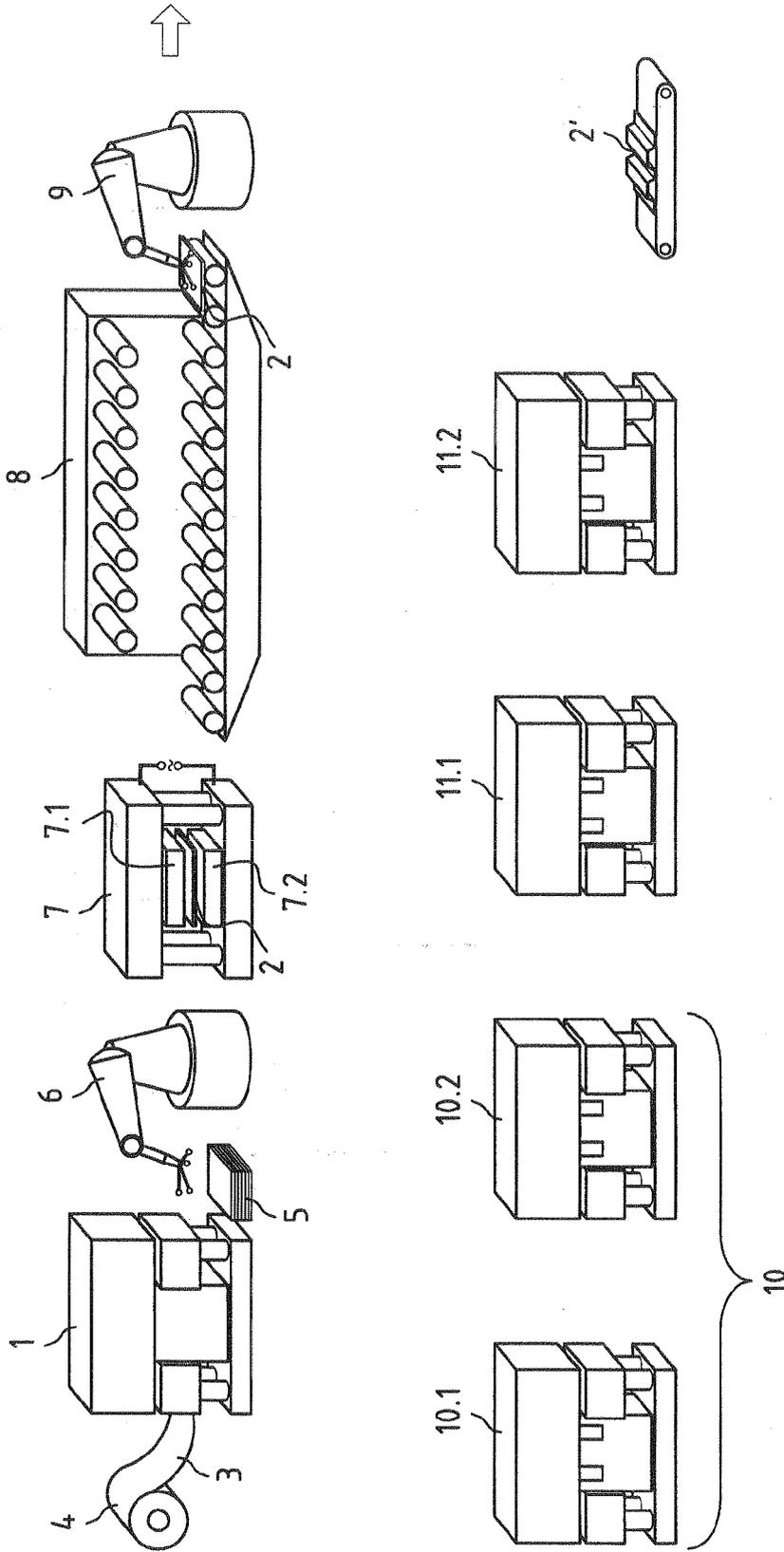


Fig. 1

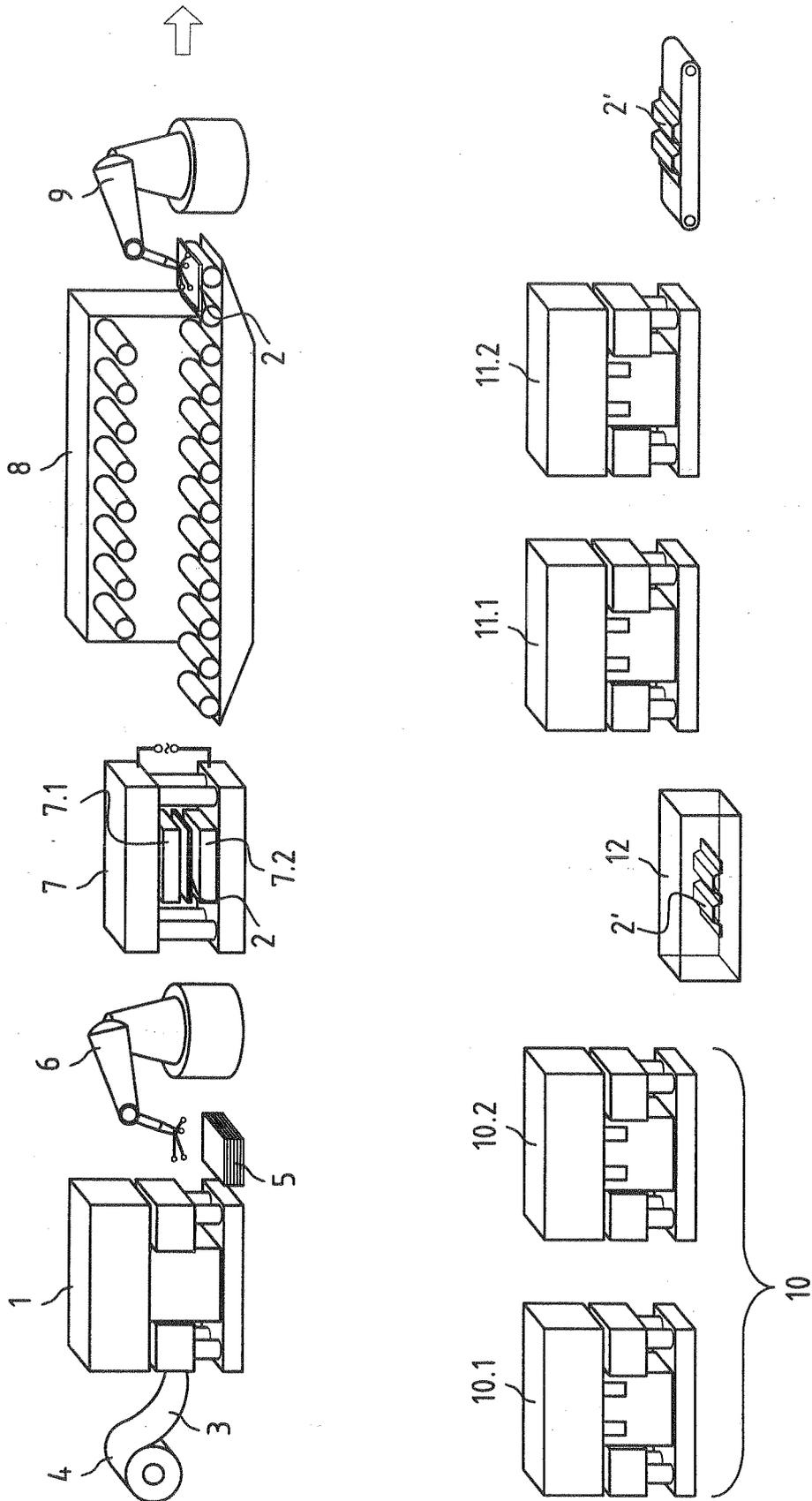


Fig. 2

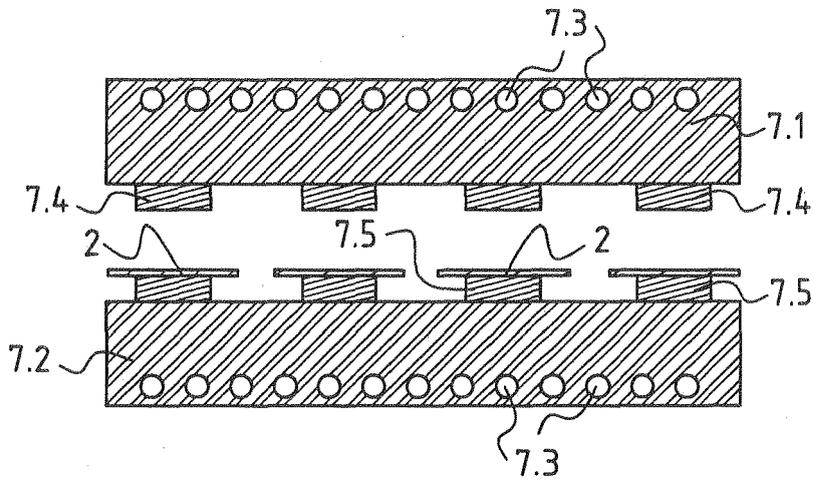


Fig. 3

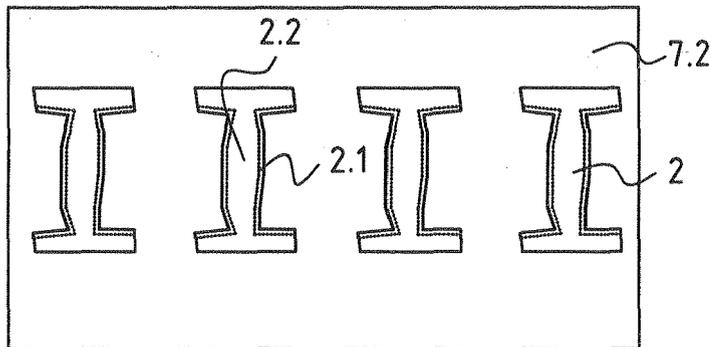


Fig. 4

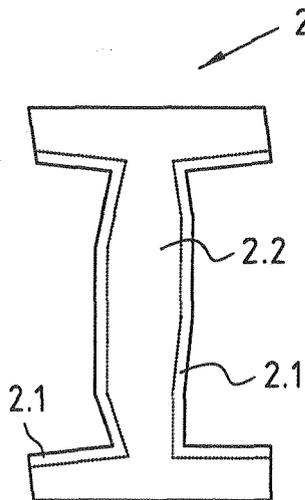


Fig. 5

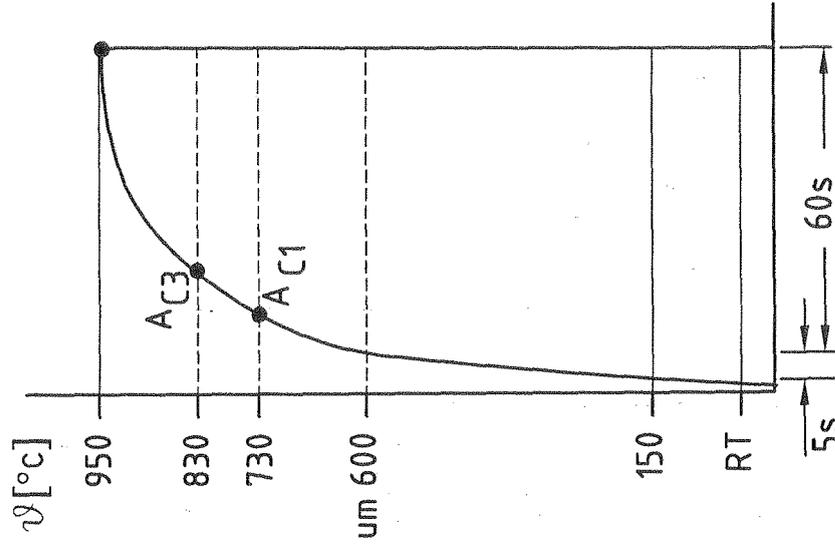


Fig. 7

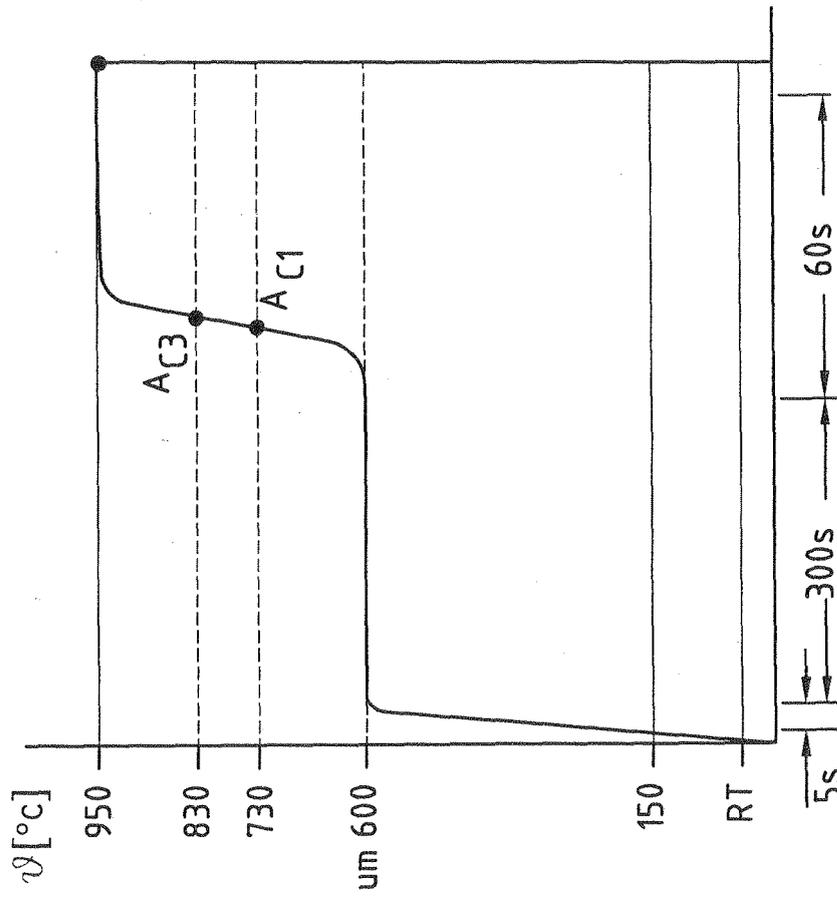


Fig. 6

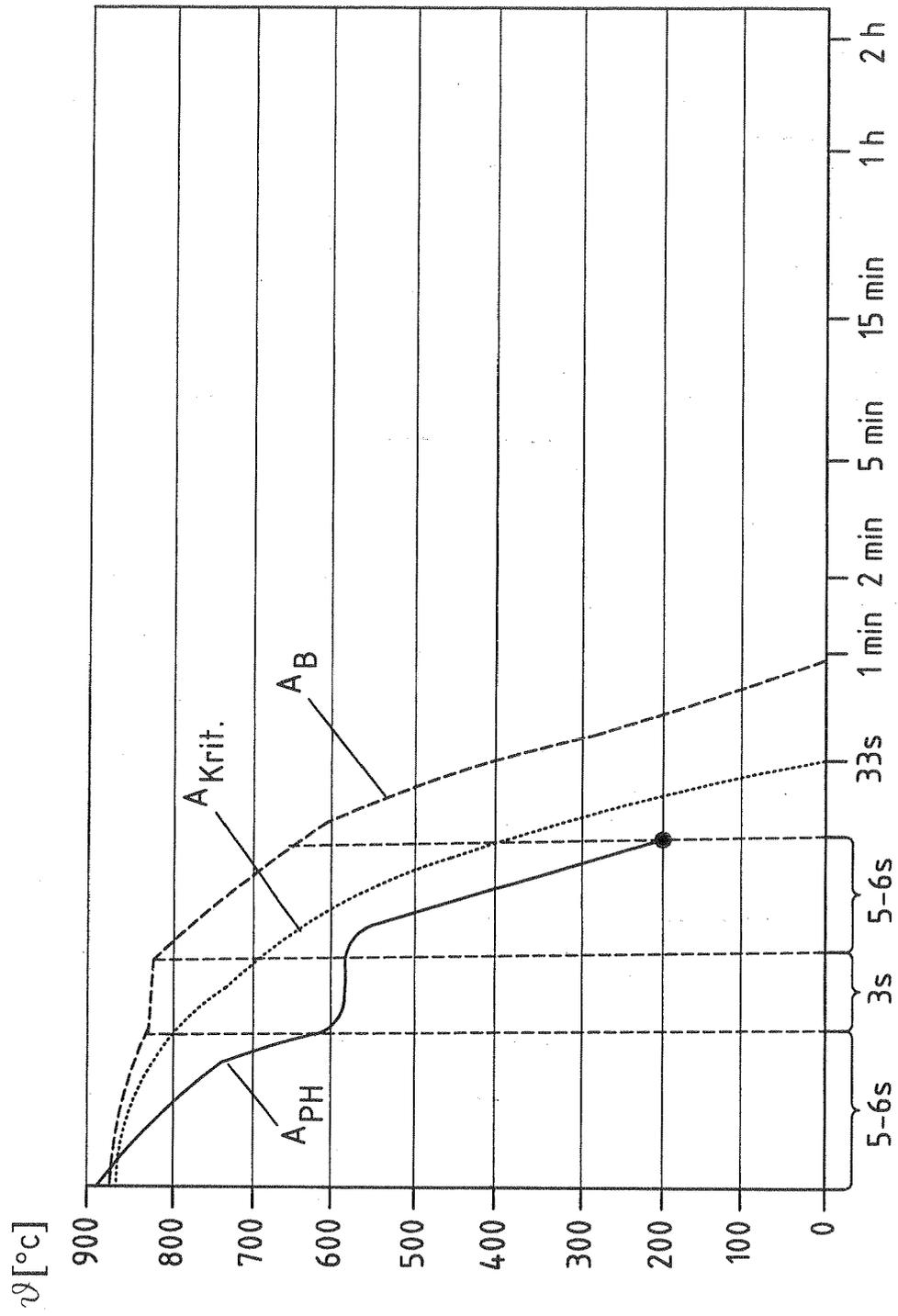


Fig. 8