

(19)



(11)

EP 3 037 186 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.06.2016 Patentblatt 2016/26

(51) Int Cl.:
B21D 22/20 (2006.01) **B21D 37/16** (2006.01)
B21D 53/88 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15198756.7**

(22) Anmeldetag: **09.12.2015**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **Lütkemeyer, Oliver**
33106 Paderborn (DE)
• **Wiemers, Matthias**
33104 Paderborn (DE)

(74) Vertreter: **Griepenstroh, Jörg**
Bockermann Ksoll
Griepenstroh Osterhoff
Patentanwälte
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(30) Priorität: **23.12.2014 DE 102014119545**

(71) Anmelder: **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)

(54) **FEDERNDE GELAGERTES SEGMENTIERTES WARMUMFORMWERKZEUG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES WARMUMFORM- UND PRESSGEHÄRTETEN STAHLBAUTEILS MIT SCHARF BERANDETEM ÜBERGANGSBEREICH**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Warmumformwerkzeug (1) aufweisend ein Oberwerkzeug (2) und ein Unterwerkzeug (3), welche aufeinander zu bewegbar sind und bei geschlossenem Warmumformwerkzeug (1) zwischen Oberwerkzeug (2) und Unterwerkzeug (3) ein Formhohlraum (19) ausgebildet ist, wobei das Oberwerkzeug (2) und/oder das Unterwerkzeug (3) in mindestens

zwei Segmente (4, 5, 6, 7, 8, 9) unterteilt ist/sind, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass ein Segment als Heizsegment (6, 9) ausgebildet ist und das Heizsegment (6, 9) auf einer dem Formhohlraum (19) gegenüberliegenden Seite ein Ausgleichselement (16) aufweist, so dass eine thermische Ausdehnung des Heizsegmentes (6, 9) in Pressenhubrichtung (18) kompensiert wird.

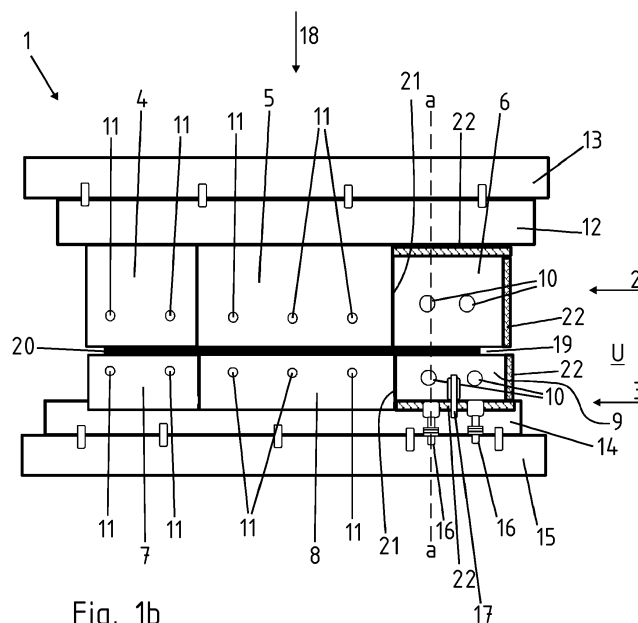


Fig. 1b

EP 3 037 186 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Warmumformwerkzeug gemäß den Merkmalen im Oberbegriff von Patentanspruch 1.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren gemäß Patentanspruch 16.

[0003] Im Stand der Technik ist es bekannt, zur Herstellung von Blechumformbauteilen die Warmumform- und Presshärtetechnologie einzusetzen. Insbesondere wird ein solches Verfahren zur Herstellung von Kraftfahrzeugbauteilen und hier ganz besonders bevorzugt von Kraftfahrzeugsicherheits- sowie Kraftfahrzeugstrukturbauteilen eingesetzt.

[0004] Zunächst wird eine Platine aus einer härtbaren Stahllegierung bereitgestellt und diese zumindest partiell auf über Austenitisierungstemperatur erwärmt. Die zumindest teilweise austenitierte Blechplatine besitzt im warmen Zustand höhere Umformfreiheitsgrade, so dass diese in einem Pressumformwerkzeug zum Blechbauteil umgeformt wird. Bereits während oder nach Abschluss des Umformvorganges wird dann besonders bevorzugt das Pressumformwerkzeug gekühlt derart, dass eine Härtung des warmumgeformten noch in dem Warmumformwerkzeug befindlichen Blechbauteils erfolgt. Insbesondere wird das hergestellte Blechformbauteil derart rasch abgekühlt, dass das austenitische Gefüge in im Wesentlichen martensitisches Gefüge oder aber in ein Mischgefüge überführt wird. Alternativ ist es auch möglich, das noch warme Blechumformbauteil in ein separates Halte-
werkzeug zu überführen und in diesem dann durch rasches Abkühlen abschreckzuhärten.

[0005] Insbesondere bei der partiellen Härtung eines Bauteils ist es von Nöten, einen scharf berandeten Übergangsbereich zwischen gehärteten Bereichen und ungehärteten Bereichen herzustellen. Aufgrund von Wärmeleitung innerhalb der Platine aber auch Wärmeleitung innerhalb des Pressumformwerkzeuges hat es sich als besonders vorteilig erwiesen, das Pressumformwerkzeug selbst segmentiert auszubilden. Dies bedeutet, dass beispielsweise das Oberwerkzeug bzw. das Unterwerkzeug in mindestens zwei voneinander verschiedene Segmente aufgeteilt ist und zwischen den Segmenten eine physische Trennung, beispielsweise in Form eines Luftspaltes, vorhanden ist. Hierdurch wird eine Wärmeleitung innerhalb des Werkzeuges unterbunden. Nachteilig dabei ist jedoch, dass die separaten Segmente aufgrund der verschiedenen eingestellten Temperaturen sich unterschiedlich stark ausdehnen.

[0006] Beispielsweise ist ein solches Werkzeug aus der DE 10 2011 018 850 A1 bekannt.

[0007] Weiterhin ist bei der Herstellung von warmumgeformten und pressgehärteten Bauteilen mit partiell voneinander verschiedenen Festigkeitsbereichen die Übergangszone von hartem zu duktilem Bereich aufgrund von Wärmeleitung in der umzuformenden Platine bzw. in dem umgeformten Bauteil mitunter nicht hinreichend scharf berandet.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ausgehend vom Stand der Technik ein segmentiertes Warmumformwerkzeug dahingehend zu verbessern, dass die Ausdehnungen aufgrund voneinander verschiedener
5 Temperaturen, die sich in den Segmenten von Oberwerkzeug bzw. Unterwerkzeug einstellen, kompensiert werden und ein hinreichender Anlagenkontakt zwischen den Formoberflächen von Oberwerkzeug und Unterwerkzeug und der umzuformenden Blechplatine bzw. dem geformten Blechbauteil hergestellt ist. Es ist weiter-
10 hin Aufgabe der Erfindung ein Verfahren aufzuzeigen, um bei einem warmumgeformten und pressgehärteten Bauteil mit voneinander verschiedenen Festigkeitsbereichen einen Übergangsbereich scharf zu beranden.

[0009] Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Warmumformwerkzeug gemäß den Merkmalen im Patentanspruch 1 gelöst.

[0010] Der verfahrenstechnische Teil der Aufgabe wird erfindungsgemäß weiterhin mit einem Verfahren zur Herstellung eines warmgeformten und pressgehärteten Bauteils gemäß den Merkmalen im Patentanspruch 16
20 gelöst.

[0011] Vorteilhafte Ausführungsvarianten des erfindungsgemäßen Warmumformwerkzeuges sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0012] Das Warmumformwerkzeug weist ein Oberwerkzeug und ein Unterwerkzeug auf, die aufeinander zu bewegbar sind und bei geschlossenem Warmumformwerkzeug zwischen Oberwerkzeug und Unterwerkzeug ein Formhohlraum ausgebildet ist, wobei das Oberwerkzeug und/oder das Unterwerkzeug mindestens in zwei Segmente unterteilt ist/sind. In dem Formhohlraum liegt das hergestellte Blechumformbauteil mit der jeweiligen Formoberfläche von Oberwerkzeug bzw. Unterwerkzeug im Anlagenkontakt.
30

[0013] Das Warmumformwerkzeug ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Segment als Heizsegment ausgebildet ist und dass das Heizsegment auf einer dem Formhohlraum gegenüberliegenden Seite ein Ausgleichselement aufweist, so dass eine thermische Ausdehnung des Heizsegmentes in Pressenhubrichtung kompensiert wird.
35

[0014] Das Warmumformwerkzeug wird dabei im Rahmen der Erfindung insbesondere zum Umformen von Blechplatten eingesetzt, wobei die Blechplatten eine gegenüber der Raumtemperatur höhere Temperatur aufweisen. Blechplatten können dabei aus einer Stahllegierung ausgebildet sein aber auch aus einer Leichtmetalllegierung, beispielsweise einer Aluminiumlegierung. Bevorzugt wird mit dem erfindungsgemäßen Warmumformwerkzeug jedoch eine warmumformbare und härtbare Stahllegierung bearbeitet, so dass das Warmumformwerkzeug insbesondere als Warmumform- und Presshärte-
40 werkzeug ausgebildet ist. Die Temperatur des warmumzuformenden Bauteils weist dann zumindest partiell eine Temperatur oberhalb der Austenitisierungstemperatur, mithin über AC3 auf.

[0015] Bevorzugt ist das Ausgleichselement in Verbin-

dung mit einer schwimmenden Lagerung mit einem linearen Freiheitsgrad, insbesondere in Pressenhubrichtung in Verbindung mit einer Feder ausgebildet. Das Heizsegment selber ist bevorzugt aktiv beheizt, so dass beispielsweise insbesondere in das Heizsegment selbst, eine Heizquelle integriert ist.

[0016] Bevorzugt ist ein Heizsegment im Oberwerkzeug und ein korrespondierend dazu angeordnetes Heizsegment im Unterwerkzeug vorgesehen. Es kann jedoch auch nur im Oberwerkzeug ein Heizsegment oder nur im Unterwerkzeug ein Heizsegment vorgesehen sein. Es können auch jeweils in Oberwerkzeug und Unterwerkzeug mehrere Heizsegmente vorgesehen sein.

[0017] Die restlichen Segmente, insbesondere die dem Heizsegment benachbarten Segmente sind dann mit Kühlkanälen versehen und werden temperiert, so dass die umgeformte Blechplatte derart rasch abgekühlt wird, dass sich beispielsweise bei einem austenitischen Gefüge der Platte ein gehärtetes Gefüge, insbesondere martensitisches Gefüge einstellt. In der Folge weist das Heizsegment eine höhere Temperatur während des Schichtbetriebs auf gegenüber den restlichen Segmenten des Warmumformwerkzeuges und dehnt sich stärker aus. Auch die Temperatur und die Abmessung des Heizsegmentes vor und während des Kontakts mit der Platine unterscheiden sich voneinander. Das Ausgleichselement auf der Rückseite des Heizsegmentes ermöglicht es, dass eine thermische Ausdehnung in Pressenhubrichtung von dem Heizsegment im Oberwerkzeug bzw. im Unterwerkzeug, mithin eine thermische Ausdehnung in Richtung des Formhohlraumes durch das Ausgleichselement kompensiert wird. Insbesondere ist dazu das Heizsegment federnd gelagert, so dass eine Ausdehnung des Heizsegmentes dazu führt, dass das Ausgleichselement zusammengedrückt wird sowie eine Kontraktion des Heizsegmentes zu einer Ausdehnung des Ausgleichselementes führt. Im Ergebnis ist die Absolutposition der Formoberfläche des Heizsegmentes im Formhohlraum annähernd konstant, wobei sich ein gleichmäßiger Anlagenkontakt der Formoberfläche des Heizsegmentes sowie der Formoberfläche der benachbarten Segmente an der Platine einstellt.

[0018] Im Ergebnis kann ein scharf berandeter Übergangsbereich zwischen gezielt eingestellten Gefügeständen in den einzelnen Abschnitten des hergestellten Bauteils mit voneinander verschiedenen Härten erreicht werden.

[0019] Als Heizquelle in dem Heizsegment können verschiedene Wärmequellen eingesetzt werden. Beispielsweise vorstellbar sind Heizpatronen oder aber auch Widerstandsheizungen in Form von Heizdrähten. Auch vorstellbar ist eine induktive Heizquelle, die dann in das Heizsegment integriert sein kann oder aber auch extern, in Bezug auf den Formhohlraum hinter dem Heizsegment angeordnet ist.

[0020] Weiterhin besonders bevorzugt ist das Heizsegment bei Raumtemperatur untermaßig ausgebildet. Dies bedeutet, dass das Istmaß des Heizsegmentes im

Zustand bei Raumtemperatur kleiner dem Sollmaß des Heizsegmentes bei Betriebstemperatur ist. Die Maßangaben beziehen sich auf die Absolutposition der Formoberfläche des Heizsegmentes im Formhohlraum. Bei Erwärmung des Heizsegmentes durch eine aktive Heizquelle dehnt sich das Heizsegment dann in Folge der Wärmeinwirkung aus. Bei Betriebstemperatur erreicht das Heizsegment bevorzugt sein Sollmaß und/oder ein geringfügig über dem Sollmaß liegendes Maß. Hier stellt sich dann durch das Ausgleichselement jeweils die Absolutposition der Formoberfläche des Heizsegmentes bezogen auf den Formhohlraum exakt passiv ein. Eventuelle Schwankungen in Folge von verschiedenen Temperaturen während des Produktionsprozesses werden dann durch das geringe Übermaß und/oder das Ausgleichselement ausgeglichen.

[0021] Bevorzugt ist das Ausgleichselement als mechanisch passives Element mit einem linearen Bewegungsfreiheitsgrad, insbesondere in Pressenhubrichtung ausgebildet. Weiterhin bevorzugt ist das Ausgleichselement ein federelastisches Element, insbesondere eine Feder, ganz besonders bevorzugt eine Schraubendruckfeder. Weiterhin besonders bevorzugt sind mehrere Ausgleichselemente, insbesondere mehrere Federn derart verteilt, dass ein Verkanten des Heizsegmentes bei Einfedern des Ausgleichselementes vermieden ist. Die Anzahl und Lage und/oder Federrate der Ausgleichselemente, insbesondere der Federn kann dann in Abhängigkeit der Umformgrade und/oder der auf den jeweiligen Flächenabschnitt wirkenden Flächenpressung an dem Heizsegment ausgelegt werden. Bei einem dünnen Abschnitt des Heizsegmentes ist beispielsweise nur ein Ausgleichselement ausreichend, wohingegen bei einem breiteren Abschnitt drei, vier oder fünf Ausgleichselemente in einem Abstand zueinander positioniert angeordnet sind. Das Ausgleichselement kann jedoch auch ein Kissen sein, insbesondere ein hydraulisches Kissen, welches mit einem komprimierbaren Fluid gefüllt ist.

[0022] Weiterhin besonders bevorzugt ist das Oberwerkzeug an einem Stößeltisch gelagert und/oder das Unterwerkzeug an einem Pressentisch. Die Rückseite der Segmente sind bevorzugt jeweils formschlüssig im Falle des Oberwerkzeuges an dem Stößeltisch und im Falle des Unterwerkzeuges an dem Pressentisch bevorzugt unter Eingliederung einer Spannplatte lagefixiert. Das jeweilige Heizsegment ist dann schwimmend gelagert und weist besonders bevorzugt eine lineare Führung auf. Die lineare Führung ist insbesondere derart ausgebildet, dass der lineare Bewegungsfreiheitsgrad in Richtung des Pressenhubes erfolgt. Insbesondere ist die Führung als Führungsstab, welche in ein Führungsloch eingreift ausgeführt, mithin als formschlüssige Gleitführung.

[0023] Besonders bevorzugt ist die lineare Führung bezogen auf eine Ebene senkrecht zur Pressenhubrichtung des Warmumformwerkzeuges mittig an dem Heizsegment angeordnet. Eine Längenausdehnung des Heizsegmentes in alle Richtungen der Ebene von der im Wesentlichen mittigen Zentrierung wird somit ermöglicht.

Die Ausdehnung in Pressenhubrichtung selbst wird wiederum durch das Ausgleichselement realisiert.

[0024] Weiterhin besonders bevorzugt ist an der Rückseite des Heizsegmentes eine Isolierlage angeordnet und/oder an den Seitenrändern bzw. Seitenflächen des Heizsegmentes sind Isolierlagen angeordnet. Aufgrund der Isolierlage kann ein Wärmeverlust sowohl bei aktivem Heizsegment vermindert werden, da der Wärmefluss nur auf die Blechplatte konzentriert werden soll, die Wärmeleitung jedoch in dem Heizsegment selber in alle Richtungen erfolgt, mithin auch zu der Rückseite des Heizsegmentes. Durch einen Einsatz einer Isolierlage kann der Energieeinsatz zum aktiven Beheizen des Heizsegmentes verringert werden. Die Isolierlage an den Seitenrändern bzw. Seitenflächen des Heizsegmentes sind so ausgebildet, dass eine Wärmeleitung an das dem Heizsegment benachbarte Segment unterbunden wird. Auch hier wird der Energieeinsatz zum Erwärmen und Heizen des Heizsegmentes gering gehalten und gleichzeitig ein scharf berandeter Übergangsbereich an dem herzustellenden Bauteil erreicht.

[0025] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante ist das Heizsegment aus einem Werkstoff ausgebildet, der eine geringere Wärmeleitfähigkeit gegenüber dem restlichen Oberwerkzeug und/oder Unterwerkzeug aufweist. Mithin ist die Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes des Heizsegmentes geringer als die Wärmeleitfähigkeit der Werkstoffe der dem Heizsegment benachbarten Segmente.

[0026] Besonders bevorzugt weist der Werkstoff des Heizsegmentes eine höhere Warmfestigkeit auf. Bei dem dem Heizsegment benachbarten Segmenten ist es Ziel, eine hohe Wärmeabfuhr zu realisieren, so dass der Presshärteprozess durchgeführt wird. Bei dem Heizsegment selbst soll jedoch maßgeblich keine oder nur deutlich geringere Wärme abgeführt werden, so dass keine Härtung oder allenfalls eine Teilhärtung stattfindet. Dadurch, dass das Heizsegment nur geringere Wärme abführen muss, weist dies eine höhere Warmfestigkeit auf. Unter Warmfestigkeit ist die Formstabilität bei Temperierung des Heizsegmentes zu verstehen.

[0027] Optional ergänzend ist einer weiteren bevorzugten Ausführungsform auch vorgesehen, dass in dem Heizsegment Kühlkanäle ausgebildet sind, so dass auch der Bereich des hergestellten Blechumformbauteils an dem das Heizsegment anliegt, zumindest teilweise kühlbar ist. Hierdurch kann beispielsweise gezielt ein teilgehärtetes Mischgefüge eingestellt werden. Zudem kann damit erreicht werden, dass bei einer Wartung schnell ein handwarmer Zustand im Heizsegment erreicht wird oder das Heizsegment nicht überhitzt.

[0028] Weiterhin besonders bevorzugt ist zwischen dem Heizsegment und mindestens einem der benachbarten Segmente des Heizsegmentes ein Spalt, insbesondere ein Luftspalt, ausgebildet. Dieser Luftspalt hat zwei Vorteile. Zum einen erfolgt aufgrund des Spaltes, mithin der physischen Trennung, keine Wärmeleitung von dem Heizsegment zu einem benachbarten Segment.

Mithin kann der Übergangsbereich schärfer berandet werden.

[0029] Als zweiter Vorteil ist jedoch die dadurch geschaffene horizontale Ausdehnungsmöglichkeit des Heizsegmentes zu sehen. Das Heizsegment kann sich in Pressenhubrichtung aufgrund des Ausgleichselementes ausdehnen, wobei die Pressenhubrichtung zumeist vertikal orientiert ist

[0030] Aufgrund des Spaltes kann sich das Heizsegment horizontal ausdehnen, mithin quer zur Pressenhubrichtung während es bevorzugt aufgrund der linearen Führung in der Mitte in Horizontalrichtung verschiebfest gelagert ist.

[0031] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines umzuformenden und pressgehärteten Stahlbauteils, insbesondere eines Kraftfahrzeugbauteils, mit partiell voneinander verschiedenen Festigkeitseigenschaften. Das Verfahren kennzeichnet sich durch folgende Verfahrensschritte:

- Erwärmen einer Platine aus einer härtbaren Stahlegierung in einer Erwärmungsstation, wobei mindestens ein erster Bereich auf über Austenitisierungstemperatur (AC3) erwärmt wird und mindestens ein zweiter Bereich auf unterhalb Austenitisierungstemperatur, vorzugsweise kleiner AC1 erwärmt wird und zwischen beiden Bereichen ein Übergangsbereich ausgebildet wird,
- Überführen der so erwärmten Platine in eine Temperierstation oder ein Warmumform- und Presshärtewerkzeug, wobei die Temperierstation oder das Warmumform- und Presshärtewerkzeug segmentiert ausgebildet ist und mindestens ein Temperiersegment aufweist, wobei das Temperiersegment im Bereich des sich ergebenden Übergangsbereichs der erwärmten Platine angeordnet ist,
- Temperieren des Übergangsbereichs mit dem Temperiersegment auf eine Temperatur unterhalb der Ac1 Temperatur, bevorzugt jedoch auf einer Temperatur größer 450°C, insbesondere größer 550°C,
- Warmumformen und Presshärten des Stahlbauteils mit mindestens einem harten Bereich und einem weichen Bereich sowie einer dazwischen liegenden Übergangszone.

[0032] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich eine besonders scharf berandete schmale Übergangszone zwischen vollständig gehärtetem Bereich des hergestellten Stahlbauteils und demgegenüber weichen Bereich des Stahlbauteils herzustellen. Der vollständig gehärtete Bereich besteht vorzugsweise annähernd vollständig aus martensitischem Gefüge, welches von über AC3 Temperatur entsprechend schnell abgeschreckt wurde. Der demgegenüber weichere Bereich weist bevorzugt ein Mischgefüge auf, mit den einzelnen

zusätzlichen bzw. jeweiligen Gefügebestandteilen Bainit, Ferrit, Perlit und/oder Restaustenit. Dies wird insbesondere dadurch hergestellt, dass entweder der duktilere und somit weichere Bereich des Stahlbauteils vor dem Warmumformen zunächst nicht vollständig austenitisiert ist und/oder während des Presshärtens nicht derart schnell abgeschreckt wird, so dass ein vollständig martensitisches Gefüge vermieden wird, bevorzugt kein martensitisches Gefüge ausgebildet wird.

[0033] Der Übergangsbereich ist während der Erwärmung der Platine zunächst recht breit, beispielsweise mit einer Breite von über 100 mm und bevorzugt zwischen 100 und 200 mm ausgebildet. Dies bedingt sich dadurch, dass zum einen in der Erwärmungsstation, beispielsweise in Form eines Durchlaufofens oder eines Etagenofens eine Trennwand angeordnet ist, die zur thermischen Isolierung zwischen zwei Temperaturzonen, beispielsweise 900°C und 600°C eine entsprechende Breite, beispielsweise von mehreren cm aufweist, so dass ein Übergangsbereich an der Platine von mehr als 100 mm bereits durch die verschiedenen Temperatureinwirkungen in beiden Temperaturzonen der Erwärmungsstation erzeugt wird. Ein weiterer Faktor ist die Wärmeleitung innerhalb der Platine selbst. Die Platine ist aus einer härtbaren Stahllegierung ausgebildet, welche zudem hohe Wärmeleitfähigkeiten aufweist. Wird beispielsweise ein Bereich der Platine auf mehr als 900°C erwärmt und ein anderer Bereich auf unter 700°C erwärmt, so entsteht eine Wärmeleitung von wärmerem Bereich zu kühlerem Bereich innerhalb der Platine selbst. Auch hierdurch wird ein Übergangsbereich erzeugt, der eine entsprechende Breite von mehr als 100 mm aufweist. Die Erwärmungszeiten in der Erwärmungsstation betragen bevorzugt zwischen 1 und 20 min. und insbesondere zwischen 3 und 7 min.

[0034] Genau hier setzt das erfindungsgemäße Verfahren an, dass ein Warmumform- und Presshärtewerkzeug oder alternativ zunächst eine Temperierstation verwendet werden, die ein Temperiersegment aufweisen. Das Temperiersegment selbst ist bezogen auf die Gesamtfläche der Platine bzw. des umzuformenden Bauteils nur einen geringen Bereich überdeckend ausgebildet, so dass im Wesentlichen das Temperiersegment annähernd nur den Übergangsbereich der erwärmten Platine abdeckt. Das Temperiersegment wird in Kontakt mit dem Übergangsbereich gebracht und kann dann aufgrund von Kontakttemperierung den Übergangsbereich entweder nacherwärmen oder aber kühlen bzw. während des Abschreckhärtens im Falle eines Presshärtewerkzeuges warm halten, so dass eine geringere Abkühlrate erzeugt wird. Im Falle einer Temperierstation wird zunächst die aus der Erwärmungsstation wärmebehandelte Platine in die Temperierstation verbracht, in der Temperierstation zumindest der Übergangsbereich durch Kontakttemperierung temperiert, wodurch ein scharf berandeter, nunmehr schmaler Übergangsbereich eingestellt wird, welcher nach dem Presshärten eine scharf berandete Übergangszone ausbildet. Anschließend wird

die Platine direkt in ein Warmumform- und Presshärtewerkzeug eingelegt, so dass eine weitere Wärmeleitung in der Platine und dadurch bedingt eine Vergrößerung des Übergangsbereichs unterbunden wird. Das Warmumformwerkzeug kann dann besonders vorteilhaft homogen gekühlt ohne Heizsegmente ausgebildet werden.

[0035] Im Falle der Entnahme aus der Erwärmungsstation und des direkten Verbringens in ein Warmumform- und Presshärtewerkzeug ist das Temperiersegment in dem Warmumform- und Presshärtewerkzeug selbst angeordnet. Hier ist das Temperiersegment insbesondere als Heizsegment ausgebildet und temperiert, insbesondere heizt es den Übergangsbereich der Platine während des Presshärtens.

[0036] Der Übergangsbereich wird derart temperiert, dass an dem fertig hergestellten Bauteil dieser zu dem weicheren bzw. duktileren Bereich gehört. Dies bedeutet wiederum, dass der in der Erwärmungsstation erzeugte Übergangsbereich in der Platine zunächst von ca. 700°C bis 800°C auf unter AC1 Temperatur, insbesondere auf 500°C bis 650°C gekühlt wird und/oder während des Presshärteprozesses derart geheizt wird, dass eine geringere Abkühlrate und somit annähernd keine Martensitbildung im Übergangsbereich erzeugt wird.

[0037] Im Rahmen der Erfindung ist es somit möglich, einen Übergangsbereich, welcher eine Breite zwischen 50 mm und 200 mm bei der in der Erwärmungsstation temperierten Platine aufweist, in prozessoptimierter und energetisch einfacher Weise als Übergangszone mit einer Breite zwischen 1 mm und 50 mm, insbesondere zwischen 15 mm und 40 mm, besonders bevorzugt zwischen 20 mm und 30 mm an dem nach dem Presshärteprozess hergestellten Bauteil scharf berandet zu erzeugen.

[0038] Hierzu ist das Temperiersegment im Oberwerkzeug und/oder Unterwerkzeug der Temperierstation oder aber des Warmumform- und Presshärtewerkzeuges angeordnet. Das Temperiersegment hat eine derartige Dimensionierung, dass es einen Flächenanteil von 50 bis 95% des Übergangsbereichs der erwärmten Platine überdeckt.

[0039] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltungsvariante ist das Temperiersegment derart dimensioniert, dass es zusätzlich den auf unter AC3, insbesondere unter AC1 Temperatur erwärmten Bereich von dem Übergangsbereich aus, weiterhin bis zu 70 mm, insbesondere bis zu 60 mm und besonders bevorzugt bis zu 50 mm überlappt. Insgesamt wird dann von dem Temperiersegment ein Flächenbereich überdeckt, der 70 bis 140% des Übergangsbereichs entspricht.

[0040] Insbesondere wird das Verfahren auf einem eingangs beschriebenen Warmumformwerkzeug durchgeführt, wobei weiterhin besonders bevorzugt ein Ausgleichselement hinter dem Temperiersegment angeordnet wird, so dass die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen des Temperiersegmentes, insbesondere in Pressenhubrichtung des Warmumformwerkzeuges kompensiert bzw. ausgeglichen werden.

[0041] Weitere Vorteile, Merkmale, Eigenschaften und Aspekte der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung. Bevorzugte Ausgestaltungsvarianten werden in den schematischen Figuren dargestellt. Diese dienen dem einfachen Verständnis der Erfindung. Es zeigen:

- Figur 1a und b ein erfindungsgemäßes Warmumformwerkzeug in Querschnittsansicht und Seitenansicht,
- Figur 2a und b eine alternative Ausgestaltungsvariante zu Figur 1a und b mit innenliegenden Heizsegment und
- Figur 3 das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines warmumgeformten und pressgehärteten Stahlbauteils mit voneinander verschiedenen Festigkeitsbereichen.

[0042] In den Figuren werden für gleiche oder ähnliche Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet, auch wenn eine wiederholte Beschreibung aus Vereinfachungsgründen entfällt.

[0043] Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Warmumformwerkzeug 1 im Falle von Figur 1 b in einer Seitenansicht und im Falle von Figur 1a in einer Querschnittsansicht gemäß der Schnittlinie a-a. Das Warmumformwerkzeug 1 weist ein Oberwerkzeug 2 und ein Unterwerkzeug 3 auf, wobei das Oberwerkzeug aus drei Segmenten 4, 5, 6 ausgebildet ist, welche zwei normale Segmente 4, 5 und ein Heizsegment 6 umfassen und das Unterwerkzeug 3 ebenfalls aus drei Segmenten 7, 8, 9 ausgebildet ist, wobei auch dieses zwei Segmente 7, 8 und ein Heizsegment 9 umfassen.

[0044] Die Heizsegmente 6, 9 weisen jeweils zwei Heizquellen 10 auf, beispielsweise Medienleitungen zum Durchführen eines Erwärmungsmediums oder aber auch Heizspiralen oder ähnliches. Die restlichen Segmente 4, 5, 7, 8 weisen jeweils Kühlkanäle 11 auf. Die Segmente 4, 5 des Oberwerkzeuges 2 sind dabei unter Eingliederung eines Spannbetts 12 an einem Stößeltisch 13 befestigt. Die Segmente 7, 8 des Unterwerkzeuges 3 sind an einem Spannbett 14 festgelegt, welches wiederum an einem Pressentisch 15 gelagert ist. Die Befestigung erfolgt beispielsweise jeweils mittels Nutensteinen.

[0045] Erfindungsgemäß ist nunmehr vorgesehen, dass das Heizsegment 9 des Unterwerkzeuges 3 über Ausgleichselemente 16 schwimmend gelagert ist, wobei die Ausgleichselemente 16 zumindest teilweise als Feder ausgebildet sind. Zusätzlich sind gut erkennbar ist in den Figuren 1a und 1b die mittig angeordnete lineare Führung 17, die in Pressenhubrichtung 18 einen axialen Bewegungsfreiheitsgrad aufweist. Quer zur Pressenhubrichtung 18 ist die lineare Führung 17 jeweils mittig an dem Heizsegment 9 angeordnet, so dass sich das Heizsegment 9 in alle Richtungen quer zur linearen Füh-

rung 17 aufgrund thermischer Einwirkung ausdehnen kann bzw. zusammenziehen kann.

[0046] Das Warmumformwerkzeug 1 ist im geschlossenen Zustand dargestellt, so dass sich zwischen Oberwerkzeug 2 und Unterwerkzeug 3 ein Formhohlraum 19 ergibt und in dem Formhohlraum 19 ein Blechumformbauteil 20 bei geschlossenem Warmumformwerkzeug 1 im Anlagenkontakt mit der jeweiligen Oberfläche der Segmente 4, 5 liegt. Die eventuell voneinander verschiedene Ausdehnung in Pressenhubrichtung 18 des Heizsegmentes 9 gegenüber dem diesen benachbarten Segment 8 wird durch die Ausgleichselemente 16 kompensiert.

[0047] Zusätzlich ist ein Spalt 21 zwischen Heizsegment 9 und Segment 8 sowie zwischen Heizsegment 6 und Segment 5 vorgesehen, der eine Wärmeleitung von Heizsegment 6, 9 zu Segment 5, 8 unterbindet.

[0048] Das Heizsegment 6 ist in diesem Falle am Oberwerkzeug 2 nicht federnd gelagert. An der dem Formhohlraum 19 abgewandten Seite der Heizsegmente 6, 9 sind Isolierlagen 22 angeordnet, so dass ein Wärmetransport an die jeweiligen Spannbetten 12, 14 aufgrund von Wärmeleitung weitestgehend unterbunden wird. Ferner sind auch an den außenliegenden Seitenflächen der Heizsegmente 6, 9 Isolierlagen 22 angeordnet, so dass eine Wärmeabfuhr an die Umgebung U ebenfalls unterbunden wird.

[0049] Figur 2a und b zeigen eine analoge Ausführungsvariante zu Figur 1 mit den nachfolgend beschriebenen Unterschieden. Die Heizsegmente 6, 9 sind jeweils bezogen auf die Darstellung in Figur 2b innenliegend angeordnet. Auch hier ist wiederum das Heizsegment 6, 9 des Unterwerkzeuges 3 mittels Ausgleichselementen 16 schwimmend bzw. elastisch gelagert, so dass eine voneinander verschiedene Wärmeausdehnung in Pressenhubrichtung 18 unterbunden wird. Zusätzlich ist zwischen dem jeweiligen Heizsegment 6, 9 und dem diesen benachbarte Segment 4, 5, 7, 8 eine entsprechende Isolierlage 22 angeordnet. Ferner ist gemäß Figur 2a ersichtlich, dass keine Führung vorgesehen ist, sondern die Ausgleichselemente zusätzlich eine Führungsfunktion übernehmen sowie ebenfalls Isolierlagen 22 gegenüber der Umgebung U angeordnet sind.

[0050] In Figur 3 dargestellt ist der Verfahrensablauf des erfindungsgemäß beschriebenen Verfahrens. Zunächst wird eine Platine 100 aus einer härtbaren Stahlliegierung bereitgestellt. Diese weist hier bereits einen Platinenzuschnitt auf, zur Herstellung eines Stahlbauteils 101 in Form einer B-Säule für ein Kraftfahrzeug. Die Platine 100 wird in eine Erwärmungsstation 102 verbracht, hier beispielsweise in Form eines Durchlaufofens. Die Erwärmungsstation 102 weist zwei unterschiedliche Temperaturzonen 103, 104 auf, auf die Bildebene bezogen eine obere Temperaturzone 103 über AC3 Temperatur und die auf die Bildebene bezogen untere Temperaturzone 104 mit einer Temperatur unterhalb von AC1. In der Folge wird ein erster Bereich 105 der Platine 100 auf AC3 Temperatur oder höher erwärmt

und ein zweiter Bereich 106 auf unterhalb AC1 Temperatur erwärmt. Zwischen erstem Bereich 105 und zweitem Bereich 106 ist dann ein breiter Übergangsbereich 107 ausgebildet, der zum einen aufgrund von Wärmeleitung innerhalb der Platine 100 selbst erzeugt wird, zum anderen aufgrund der Tatsache, dass eine Trennwand 108 der Erwärmungsstation 102 eine gewisse Breite aufweist, um eine thermische Isolierung zwischen Temperaturzone über AC3 103 und Temperaturzone unter AC1 104 bereitzustellen.

[0051] Nach Entnahme aus der Erwärmungsstation 102 steht eine temperierte Platine 109 bereit, in der ein erster Bereich 105 über Austenitisierungstemperatur und ein zweiter Bereich 106 unterhalb der AC1 Temperatur ausgebildet sind sowie ein dazwischen sich erstreckender Übergangsbereich 107 mit einer Breite b_{107} von 50 mm bis 200 mm.

[0052] Die so temperierte Platine 109 wird in ein Warmumform- und Presshärte Werkzeug 110 eingelegt, welches hier exemplarisch durch die Draufsicht auf ein Unterwerkzeug dargestellt ist. Darin ist zumindest ein Segment angeordnet, welches als Temperiersegment 111 und insbesondere Heizsegment ausgebildet ist. Das Temperiersegment 111 überdeckt dabei flächenmäßig einen Großteil des Übergangsbereiches 107 und überlappt ebenfalls von dem Übergangsbereich 107 ausgehend einen Teil des zweiten Bereiches 106, welcher sich auf unter AC1 Temperatur befindet. Mit dem Temperiersegment 111 wird es ermöglicht während des Presshärteprozesses die Abkühlgeschwindigkeit zu steuern und insbesondere eine geringere Abkühlrate zu erzielen, so dass in dem Übergangsbereich 107 eine Martensitbildung weitestgehend vermieden wird. In der Folge wird in dem zweiten Bereich 106 ein weicher Bereich 112 gegenüber einem harten Bereich 113 eingestellt, wobei sich der weiche Bereich 112 auch über einen Großteil des zunächst vorhandenen Übergangsbereiches 107 erstreckt und eine scharf berandete Übergangszone 114 mit einer Breite b_{114} von bevorzugt 10 mm bis 35 mm, insbesondere zwischen 20 mm und 30 mm eingestellt wird. Mit gestrichelter Linie dargestellt, ist bei dem fertig hergestellten Stahlbauteil 101 die theoretische Lage des Temperiersegmentes 111.

[0053] Die Breite b_{114} der Übergangszone 114 entspricht dabei bevorzugt weniger als der Hälfte der Breite b_{107} des Übergangsbereiches 107, insbesondere weniger als ein Drittel der Breite b_{107} und bevorzugt weniger als ein Viertel der Breite b_{107} . Weiterhin dargestellt ist in dem Warmumform- und Presshärte Werkzeug 110, dass das Temperiersegment 111 einen oberen Teil 107o des Übergangsbereiches 107 nicht überdeckt, jedoch einen unteren Teil 107u des Übergangsbereiches 107 überdeckt, wobei der untere Teil 107u des Übergangsbereiches 107 bevorzugt 50 bis 95% der Fläche des Übergangsbereiches 107 entspricht. Ferner erstreckt sich das Temperiersegment 111 dann von dem Übergangsbereich 107 aus, in Richtung zu dem zweiten Bereich 106 mit einer Breite von bevorzugt 70 mm, insbesondere

60 mm und besonders bevorzugt 50 mm. Dieser überdeckte zweite Bereich 106ü wird mit dem Bezugszeichen 106ü beschrieben. Hierdurch wird sichergestellt, dass auch der Grenzbereich 115 zwischen zweitem Bereich 106 und Übergangsbereich 107 ein homogenes Werkstoffgefüge während des Presshärteprozesses erhält.

[0054] In dem Warmumform- und Presshärte Werkzeug 110 kann somit durch eine einfache und effektive Maßnahme mit einer konventionellen Erwärmungsstation 102 sowie einem modifizierten Warmumform- und Presshärte Werkzeug 110 ein scharf berandeter, höchst präziser Übergangszone 114 zwischen voneinander verschiedenen Festigkeitsbereichen 112, 113 an einem Stahlbauteil 101 eingestellt werden.

[0055] Weiterhin bevorzugt werden A-Säulen, Dachbau, Hintertürfenster oder ähnliche Kraftfahrzeugbauteile hergestellt, welche insbesondere großflächige weiche Bereiche aufweisen.

Bezugszeichen:

[0056]

- | | |
|--------|-----------------------------|
| 1 - | Warmumformwerkzeug |
| 2 - | Oberwerkzeug |
| 3 - | Unterwerkzeug |
| 4 - | Segment zu 2 |
| 5 - | Segment zu 2 |
| 6 - | Heizsegment zu 2 |
| 7 - | Segment zu 3 |
| 8 - | Segment zu 3 |
| 9 - | Heizsegment zu 3 |
| 10 - | Heizquelle |
| 11 - | Kühlkanal |
| 12 - | Spannbett zu 2 |
| 13 - | Stößeltisch |
| 14 - | Spannbett zu 3 |
| 15 - | Pressentisch |
| 16 - | Ausgleichselement |
| 17 - | Führung |
| 18 - | Pressenhubrichtung |
| 19 - | Formhohlraum |
| 20 - | Platine |
| 21 - | Spalt |
| 22 - | Isolierlage |
| 23 - | Rückseite zu 6, 9 |
| 100 - | Platine |
| 101 - | Stahlbauteil |
| 102 - | Erwärmungsstation |
| 103 - | Temperaturzone über AC3 |
| 104 - | Temperaturzone unter AC1 |
| 105 - | erster Bereich zu 100 |
| 106 - | zweiter Bereich zu 100 |
| 106ü - | überdeckter zweiter Bereich |
| 107 - | Übergangsbereich zu 100 |
| 107o - | oberer Teil zu 107 |

- 107u - unterer Teil zu 107
- 108 - Trennwand
- 109 - temperierte Platine
- 110 - Warmumform- und Presshärte Werkzeug
- 111 - Temperiersegment
- 112 - weicher Bereich
- 113 - harter Bereich
- 114 - Übergangszone zu 101
- 115 - Grenzbereich

- b107 - Breite zu 107
- b114 - Breite zu 114
- U - Umgebung

Patentansprüche

1. Warmumformwerkzeug (1) aufweisend ein Oberwerkzeug (2) und ein Unterwerkzeug (3), welche aufeinander zu bewegbar sind und bei geschlossenem Warmumformwerkzeug (1) zwischen Oberwerkzeug (2) und Unterwerkzeug (3) ein Formhohlraum (19) ausgebildet ist, wobei das Oberwerkzeug (2) und/oder das Unterwerkzeug (3) in mindestens zwei Segmente (4, 5, 6, 7, 8, 9) unterteilt ist/sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Segment als Heizsegment (6, 9) ausgebildet ist und das Heizsegment (6, 9) auf einer dem Formhohlraum (19) gegenüberliegenden Seite ein Ausgleichselement (16) aufweist, so dass eine thermische Ausdehnung des Heizsegmentes (6, 9) in Pressenhubrichtung (18) kompensiert wird.
2. Warmumformwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizsegment (6, 9) aktiv beheizt ist, insbesondere durch eine in das Heizsegment (6, 9) integrierte Heizquelle (10).
3. Warmumformwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizsegment (6, 9) bei Raumtemperatur untermaßig ausgebildet ist.
4. Warmumformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgleichselement (16) ein mechanisches passives Element mit einem linearen Bewegungsfreiheitsgrad ist, insbesondere eine Feder, wobei das Heizsegment (6, 9) bevorzugt schwimmend gelagert ist.
5. Warmumformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgleichselement (16) ein Kissen ist, insbesondere ein hydraulisches Kissen.
6. Warmumformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Oberwerkzeug (2) an einem Stößeltisch (13) gelagert ist und/oder dass das Unterwerkzeug (3) an einem

Pressentisch (15) gelagert ist.

7. Warmumformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Rückseite (23) des Heizsegmentes (6, 9) eine Isolierlage (22) angeordnet ist und/oder dass an den Seitenrändern des Heizsegmentes (6, 9) Isolierlagen (22) angeordnet sind.
8. Warmumformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizsegment (6, 9) mit mindestens einer linearen Führung (17) gelagert ist.
9. Warmumformwerkzeug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lineare Führung (17) einen axialen Freiheitsgrad in Pressenhubrichtung (18) aufweist und bezogen auf eine Ebene quer zur Pressenhubrichtung (18) an dem Heizsegment (9) mittig angeordnet ist, so dass sich das Heizsegment (9) ausgehend von der linearen Führung (17) in alle Richtungen der Ebene thermisch ausdehnen kann.
10. Warmumformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizsegment (6, 9) aus einem Werkstoff ausgebildet ist, der eine geringere Wärmeleitfähigkeit gegenüber den benachbarten Segmenten (4, 5, 7, 8) des Oberwerkzeuges (2) und/oder Unterwerkzeuges (3) aufweist, insbesondere weist der Werkstoff des Heizsegmentes (6, 9) eine höhere Warmfestigkeit auf.
11. Warmumformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Segmenten (4, 5, 7, 8) des Oberwerkzeuges (2) und/oder des Unterwerkzeuges (3) Kühlkanäle (11) zur Durchleitung eines Kühlmediums angeordnet sind.
12. Warmumformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Heizsegment (6, 9) Kühlkanäle (11) ausgebildet sind.
13. Warmumformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Heizsegment (6, 9) und dem diesen benachbarten Segment (4, 5, 7, 8) ein Spalt (21), insbesondere ein Luftspalt ausgebildet ist.
14. Warmumformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Platine aus einer Stahllegierung umgeformt wird oder dass eine Platine aus einer Leichtmetalllegierung umgeformt wird.
15. Warmumformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** es als

Warmumform- und Presshärtewerkzeug ausgebildet ist.

16. Verfahren zur Herstellung eines warmumgeformten und pressgehärteten Stahlbauteils (101), insbesondere Kraftfahrzeugbauteils, mit partiell voneinander verschiedenen Festigkeitseigenschaften, **gekennzeichnet, durch** folgende Verfahrensschritte:
- Erwärmen einer Platine (100) aus einer härtbaren Stahlliegierung in einer Erwärmungsstation (102), wobei mindestens ein erster Bereich (105) auf über Austenitisierungstemperatur erwärmt wird und mindestens ein zweiter Bereich (106) auf unterhalb Austenitisierungstemperatur, vorzugsweise kleiner Ac1 erwärmt wird und zwischen beiden Bereichen ein Übergangsbereich (107) ausgebildet wird,
 - Überführen der so erwärmten Platine (100) in eine Temperierstation oder ein Warmumform- und Presshärtewerkzeug, wobei die Temperierstation oder das Warmumform- und Presshärtewerkzeug (110) segmentiert ausgebildet ist und mindestens ein Temperiersegment (111) aufweist, wobei das Temperiersegment (111) im Bereich des sich ergebenden Übergangsbereichs (107) der partiell voneinander verschiedenen temperierten Platine (109) angeordnet ist,
 - Temperieren des Übergangsbereichs (107) vor oder während des Presshärtens,
 - Warmumformen und Presshärten des Stahlbauteils (101) mit mindestens einem harten Bereich (113) und einem weichen Bereich (112) sowie einer dazwischen liegenden Übergangszone (114), wobei die Übergangszone (114) flächenmäßig kleiner ist als der Übergangsbereich (107).
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erwärmungsstation (103) ein Etagenofen oder ein Durchlaufofen mit voneinander verschiedenen Temperaturzonen (103, 104) ist, wobei die Temperaturzonen (103, 104) insbesondere durch eine Trennwand (108) thermisch voneinander isoliert sind.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Erwärmungsstation (103) ein Übergangsbereich (107) zwischen dem ersten Bereich (105) und dem zweiten Bereich (106) mit einer Breite zwischen 50 mm und 200 mm erzeugt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Temperiersegment (111) einen Flächenanteil des Übergangsbereichs (107) von 50 bis 95% überdeckt.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Temperiersegment (111) als Heizsegment ausgebildet ist und der Übergangsbereich (107) während des Warmumform- und Presshärteprozesses durch das Heizsegment derart geheizt wird, dass keine vollständige Härtung eintritt, insbesondere so dass bei dem pressgehärteten Stahlbauteil (101) in dem von dem Temperiersegment (111) überdeckten Übergangsbereich (107) ein mit dem weichen Bereich (112) gleiches Werkstoffgefüge eingestellt wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Übergangszone (114) zwischen dem harten Bereich (113) und dem weichen Bereich (112) mit einer Breite (b114) zwischen 1 mm und 50 mm, insbesondere mit einer Breite zwischen 10 mm und 40 mm und besonders bevorzugt zwischen 20 mm und 30 mm erzeugt wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizsegment den auf unter Ac1 erwärmten Bereich (106) von dem Übergangsbereich (107) aus bis zu 70 mm, insbesondere bis zu 60 mm und bevorzugt bis zu 50 mm überlappt.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Warmumformwerkzeug (1) gemäß Anspruch 1 verwendet wird.

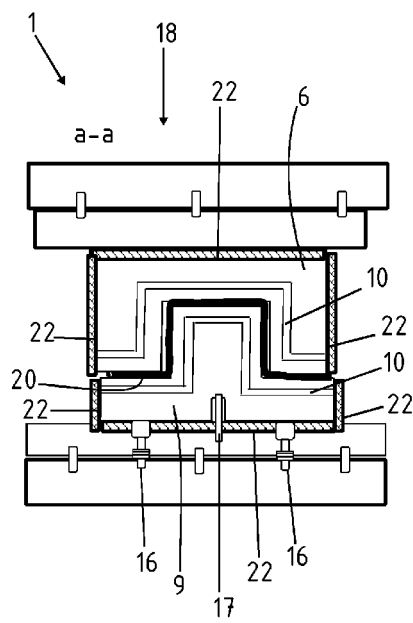


Fig. 1a

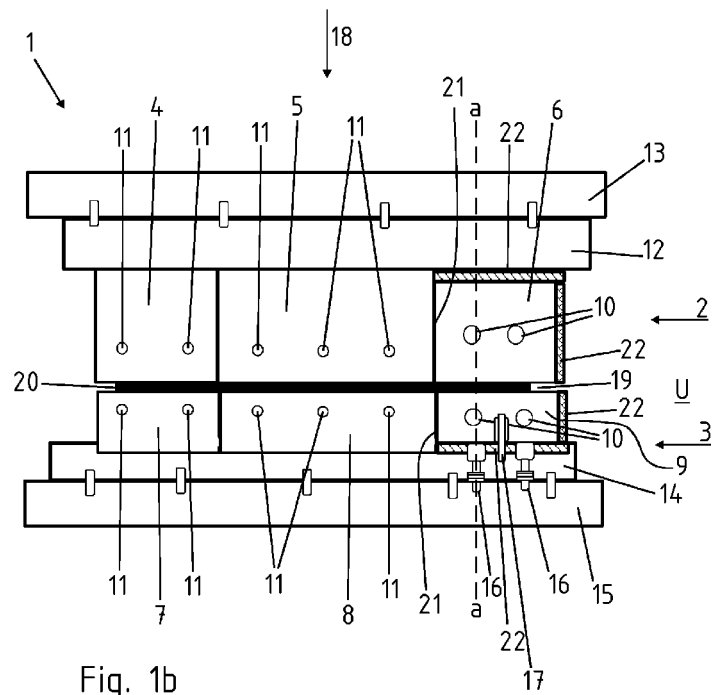


Fig. 1b

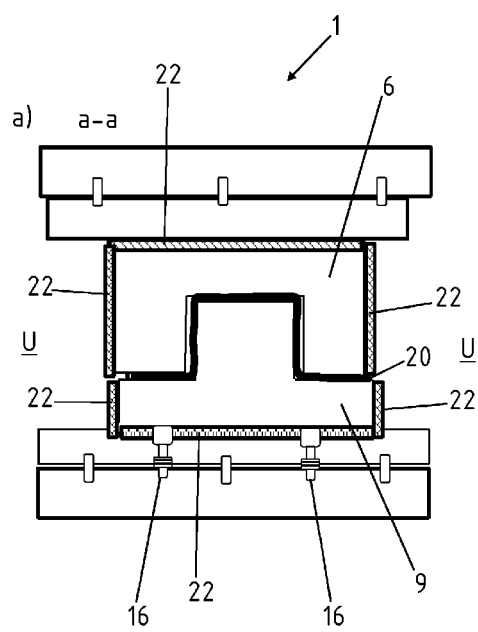


Fig. 2a

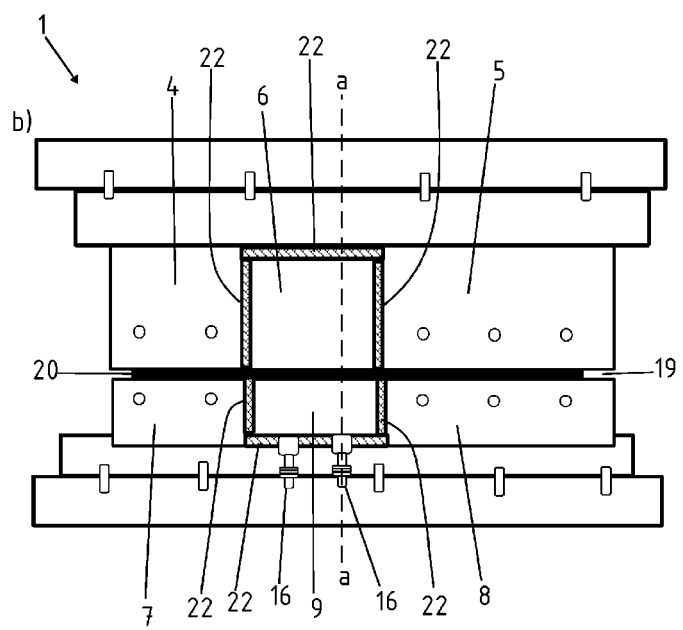


Fig. 2b

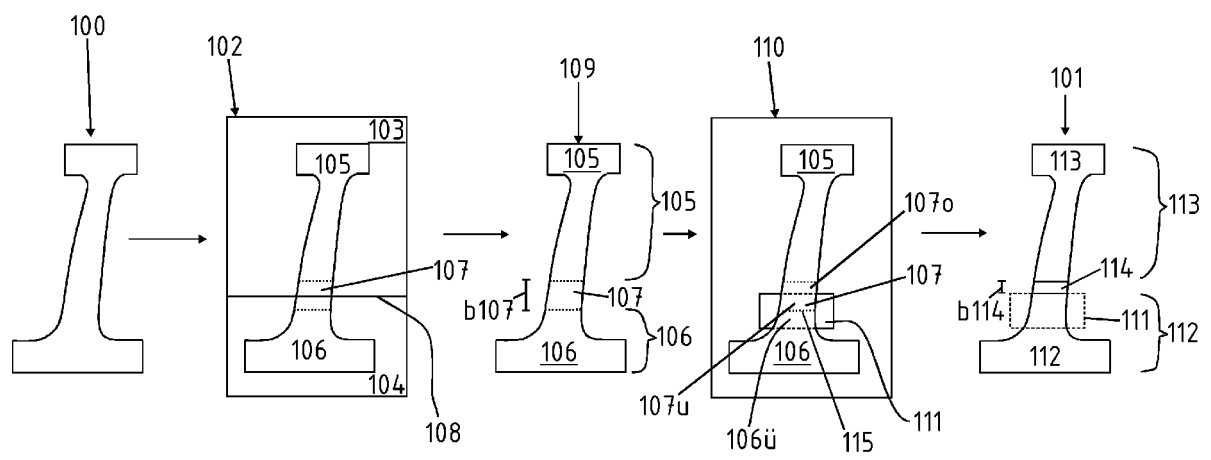


Fig. 3

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 102011018850 A1 [0006]