

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 216 768 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.06.2004 Patentblatt 2004/24

(51) Int Cl.7: **B21D 25/02**, B21D 11/02

(21) Anmeldenummer: **01127928.8**

(22) Anmeldetag: **23.11.2001**

(54) **Anordnung und Verfahren zum Umformen eines Metallbleches**

Device and method for forming a metal sheet

Dispositif et procédé de formage d'une tôle métallique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **19.12.2000 DE 10063287**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.06.2002 Patentblatt 2002/26

(73) Patentinhaber: **Airbus Deutschland GmbH
21129 Hamburg (DE)**

(72) Erfinder: **Juhl, Knut, Dipl.-Ing.
28279 Bremen (DE)**

(74) Vertreter: **Hansmann, Dierk, Dipl.-Ing.
Patentanwälte
Hansmann-Klickow-Hansmann
Jessenstrasse 4
22767 Hamburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**GB-A- 543 040 US-A- 2 808 501
US-A- 6 063 216**

EP 1 216 768 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung und ein Verfahren zum Umformen eines Metallbleches gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1, 10 und 11. Mit ihr wird ein Metallblech, das einer Auflagefläche nahezu reibungsfrei aufliegt, plastisch formverändert, die sich auch für die Umformung von großflächigen Blechstrukturen eignet, wobei auf weitere Verfahren, die der gesonderten Zwischen- und / oder Nachbehandlung des Metallbleches zweckdienlich sind, verzichtet wird.

[0002] Bekannte Technologien unterziehen ein Metallblech, auf das durch mechanische Umformung eine Wölbung übertragen wird, einem Streck-Zieh-Prozeß. Vor der Durchführung dieser Prozedur besteht die Notwendigkeit, dass das umzuformende Metallblech vor dem randseitlichen Strecken oder Ziehen auf der (über die) Oberfläche eines geeigneten Streck-Zug-Mittels entsprechend eingefettet wird, um die Reibung zwischen der (auf das Blech) zu übertragenden (geformten) Kontur der Auflagefläche des Streck-Zug-Mittels, die unter der Bezeichnung "Spannpratze" geläufig ist, und der ihr aufliegenden Blechauflagefläche auf ein vertretbares Maß herabzusetzen, zumindestens günstig zu beeinflussen. Dabei wird traditionell die klassisch bekannte Öl- oder Fettschmierung angewendet. Oftmals besteht auch die Notwendigkeit einer Zwischenglühlung des dermaßen vorbehandelten Metallbleches, um letzteres in einem (so genannten) weiteren Kalibrierzug nochmals umzuformen, wodurch eine geringe Rückfederung dieses Metallbleches erhalten wird. Vor dieser eventuellen Zwischenkühlung wird sich eine Entfettung des umgeformten Metallbleches kaum vermeiden lassen. Man kann wahrscheinlich davon ausgehen, dass diese bekannte Vorgehensweise zur Umformung eines Metallbleches nur mit hohem Aufwand bewältigt wird, zumindestens wird der Eindruck vermittelt. Entsprechende Maßnahmen, nach denen mit geeigneten Maßnahmen eine Zwischenbehandlung des Metallbleches während der Umformung des Metallbleches entfallen wird und keine Notwendigkeit der Nachbehandlung des gewölbten Metallbleches bestehen wird, sind nicht bekannt.

[0003] Demzufolge liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung und ein Verfahren zum Umformen eines Metallbleches vorzuschlagen, mit denen die plastische Umformung des Metallbleches ohne zusätzlich vorzusehene Maßnahmen, wonach auf eine Verbesserung der Plastizität des Werkstoffes durch Wärmebehandlung und auf eine Schmierung des Umformteiles verzichtet wird, die zumindestens während der Umformphase(n) entfallen, nahezu reibungsfrei und rationell umgesetzt wird.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen 1, 10 und 11 angegebenen Maßnahmen gelöst. In den weiteren Unteransprüchen sind zweckmäßige Ausgestaltungen dieser Maßnahmen angegeben.

[0005] Die Erfindung ist in einem Ausführungsbeispiel

anhand der beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Dazu zeigt die

Fig. 1 eine Anordnung zum Umformen eines Metallbleches mit dessen Luftkissenauflage;

Fig. 2 die Anordnung zum Umformen eines Metallbleches und dessen mechanische Befestigung an einem Streck-Zug-Mittel;

Fig. 3 eine Darstellung von Diagrammen des Umformprozesses, welche die Luftdruck-, Temperatur- und Weg-Veränderungen zeitabhängig veranschaulichen.

[0006] Mit einem Blick auf die Fig. 1 wird man den prinzipiellen Aufbau einer Anordnung 1 zum Umformen eines Metallbleches 2 wahrnehmen. Danach wird eine Streckziehform 5 eingesetzt, deren so genannte Streckziehform-Auflagefläche 8 eine gekrümmte Form aufweist. Diese Streckziehform-Auflagefläche 8 ist in horizontaler Richtung nach außen gewölbt, wobei beabsichtigt wird, deren Kontur auf das Metallblech 2 zu übertragen. Auf dieser Streckziehform-Auflagefläche 8 wird (mit geeigneten Maßnahmen) das Metallblech 2 abgelegt, welches (nach dieser Darstellung und auch mit einem Vorgriff auf später geschilderte Verfahrensschritte nach der Fig. 3) sich in einem (mit Hilfe eines Streck-Zug-Mittels 3 nach der Fig. 2) blechrandseitlich vorgespannten und in einem auf ein Vorbiegeniveau gestreckten Zustand befindet. Die Streckziehform 5 verfügt über mehrere Bohrungen 4, die vertikal austretend der Streckziehform-Auflagefläche 8 angeordnet sind. Durch diese Bohrungen 4 wird in einen Zwischenraum, den die Streckziehform-Auflagefläche 8 und die Metallblech-Auflagefläche 11 einschließen, Druckluft 6 geblasen, innerhalb dem - durch die lokalisierte(n) Druckluftmenge(n) - sich ein (zwischen)räumlich ausgebreitetes Luftkissen 7 bildet.

[0007] Es ist vorgesehen, dass unterhalb der Metallblech-Auflagefläche 11 eine weitestgehend vollständig perforierte Streckziehform-Auflagefläche 8 mit einer weitestgehend einheitlichen Bohrloch-Architektur der Bohrungen 4 angeordnet ist. Dabei wird auch beachtet, dass unterhalb dieser Metallblech-Auflagefläche 11 nur bestimmte Teilbereiche der Streckziehform-Auflagefläche 8 mit Bohrungen 4 ausgestattet sind, womit man einen partiellen Aufbau des Luftkissens 7 realisiert. Um eine nahezu reibungsfreie Bewegung des Metallbleches 2 während des Umformprozesses oberhalb der Streckziehform-Auflagefläche 8 zu gewährleisten, ist ein Luftkissen 7 mit ausreichend konstantem Umformluftdruck P_3 (nach Fig. 3) aufzubauen, auf dem das Metallblech 2 während des Umformens schwebt. Deshalb werden die erwähnten Bohrungen 4 mit zylindrischen oder nicht zylindrischen Bohrlöchern realisiert, deren Lochachse lotrecht zur Streckziehform-Auflagefläche 8 angeordnet ist. Welche Bohrloch-Geometrie man für

zweckmäßig erachtet wird, bleibt dem Einzelfall überlassen. Dabei wird bedacht, dass der Bohrloch-Querschnitt der nicht zylindrisch gestalteten Bohrlöcher 4 an der Streckziehform-Auflagefläche 8 größer demjenigen ist, der an einer ihm vertikal vorgeordneten Eintrittsstelle der Druckluft 6 in die einzelne Bohrung 4 gelegen ist. Wie dem auch sei, ein nicht zylindrischer Bohrlochaustritt an der Streckziehform-Auflagefläche 8 wird allerdings wenigstens den Vorteil von besserer Reinigung der Bohrungen 4 genießen.

[0008] Die (figürlich nicht gezeigte) Druckluftquelle, von welcher die Bohrlöcher 4 mit Druckluft 6 gespeist wird, ist in- oder extern der Streckziehform 5 (je nach Zweckmäßigkeit) angeordnet. Außerdem wird ergänzt, dass die Druckluft 6 eine Drucklufttemperatur von bis zu 350 Grad Celsius aufweisen wird. Auf diesen Lufttemperaturwert wird die (das Luftkissens 7 aufbauende) Druckluft aufgeheizt, die später mit Aufheiztemperatur T_2 bezeichnet wird. Dieser aufgeheizte Temperaturwert (der Aufheiztemperatur T_2) wird während der eigentlichen Umformung des Metallbleches 2 konstant gehalten, den man beispielsweise mit einer (nicht gezeigten) regelbaren Heizquelle, welche die Druckluft 6 (vor ihrem Austritt an der Streckziehform-Auflagefläche 8) passieren wird, umsetzt. Weiter wird ergänzt, dass das Metallblech 2 aus einem Werkstoff besteht, der beispielsweise mit einer bei Raumtemperatur T_1 umformbaren Aluminium-Legierung ausgeführt ist, welche sich durch die Erwärmung und dadurch einhergehender Verringerung der Fließspannung während deren Belastung umformen lässt. Dabei wird sich der Werkstoff des Metallblechs 2 in der Hauptsache auf eine aushärtbare oder nicht aushärtbare Aluminium-Legierung beziehen, die weitestgehend im Flugzeugbau eingesetzt wird. Prinzipiell lässt sich ein (später näher beschriebenes) Verfahren mit jedem Metall(blech 2) realisieren, da nahezu alle Metalle bei Erwärmung an Festigkeit verlieren. Auch wird man in der Praxis entsprechend geartete Metallbleche 2 umformen, die nicht immer ein ebenflächiges Aussehen aufweisen. Die vorgestellte Anordnung wird auch dazu fähig sein, entsprechende Metallbleche 2, die mit einer regellosen Oberflächenkrümmung versehen sind, umzuformen. Anderenfalls besitzen diese Metallbleche 2 eine genau spezifizierte Oberflächenkrümmung. Unter dem regellosen Aussehen wird im ungünstigen Fall eine knitterig geartete Blechoberfläche verstanden.

[0009] In der Fig. 2 wird nun die (hinsichtlich der Fig. 1 vorgestellte) Anordnung 1 zum Umformen des Metallbleches 2, die mit einem (angedeuteten) Streck-Zug-Mittel 3 erweitert ist. Letzteres wird benötigt, um die Seitenränder 9, 10 des (der Streckziehform-Auflagefläche 8 horizontal aufliegenden) Metallbleches 2 ausgangsseitig der (nach dem Beispiel: konvexen) Wölbung zu befestigen. Dabei wird die Streckziehform 5 das Metallblech 2 zu beiden Blechseiten an diesen (sich gegenüberstehenden) Seitenrändern 9, 10 jeweils mit einer Zugkraft F_{21} oder F_{22} angreifen, sofern das Metallblech 2 randseitlich dem Streck-Zug-Mittel 3 auf geeignete Art

und Weise mechanisch befestigt ist. Anknüpfend an vorher erwähnte Betrachtungen wird man den einzelnen Seitenrand 9, 10 zwischen den Einspannflächen einer (vertikal absenkbaren) Einspannvorrichtung, die unter der Bezeichnung "Spannpratze" bekannt ist, einspannen. In dieser Darstellung wird das (hinsichtlich der Fig. 1 erwähnte) Luftkissen 7 und die Perforierung der Streckziehform-Auflagefläche 8 mit den in die Streckziehform 5 eingearbeiteten (kleinen) Bohrungen 4 nicht gezeigt. Weil die Fig. 2 auf die prinzipielle Erläuterung des Streckziehens abzielt, wird weiter ergänzt, dass mit dem Angreifen der Zugkräfte F_{21} , F_{22} das Metallblech 2 zunächst über die (horizontale) Blechlänge oberhalb der Streckziehform-Auflagefläche 8 einer Streckung unterzogen wird, wodurch auf das Metallblech 2 (auch unterstützt durch dessen Streckung) die Oberflächenkontur der Streckziehform 5 übertragen wird.

[0010] Sofern die randseitlich befestigten Seitenränder 9, 10 des Metallbleches 2 auf der Streckziehform-Auflagefläche 8 bei Einwirkung von Raumtemperatur (T_1) und atmosphärischem Umgebungsluftdruck P_1 bis zum Ablauf von einer definierten Vorspannzeit (t_1) vorgespannt werden, wird man beobachten, dass das Metallblech 2 (gemäß einem später angegebenen Verfahrensschritt) infolge der blechrandseitlichen mechanischen Vorspannung aus einer Ruhelage auf das Vorbiege-niveau eines Vorspannweges s_1 gestreckt wird.

[0011] In der Fig. 3 wird nun eine Darstellung von (zueinander korrelierenden) Diagrammen des Umformprozesses dargestellt, welche die Luftdruck-, Temperatur- und Weg-Veränderungen zeitabhängig veranschaulichen.

[0012] Diese Diagramme werden zur Vorstellung des Verfahrens zum Umformen des nehmlichen Metallbleches 2 verwendet, wobei das Verfahren mit der (hinsichtlich den Figuren 1 und 2 vorgestellten) Anordnung 1 umgesetzt wird. Wie erwähnt - wird das Metallblech 2 einer Streck-Zieh-Prozedur unterzogen, um eine einfach oder doppelt gekrümmte und konvexe oder konkave Wölbung (Krümmung) auf das Metallblech 2 zu übertragen. Um zu dem beabsichtigten Zweck erfolgversprechend zu handeln, werden die nachfolgend angegebenen Verfahrensschritte mit der Anordnung 1 und inclusive den auch zusätzlich installierten Komponenten, welche sich auf die (vorher angegebene) Wärmequelle und einen regelbaren Druckübersetzer, mit dem der Volumenstrom der eingespeisten Druckluft 6 druckabgestimmt wird, beziehen, in der angegebenen Reihenfolge realisiert. Diese Komponenten werden in den Figuren 1 und 2 nicht gezeigt. Die nachfolgend angegebenen Schritte werden deutlich, sofern man die Angaben mit den Darstellungen der Diagramme vergleicht. Danach werden folgende Schritte verfahrensmäßig umgesetzt:

[0013] Das nehmliche Metallblech 2 wird zunächst über der Streckziehform 5 positioniert und danach auf der gekrümmten Streckziehform-Auflagefläche 8 abgelegt. Daraufhin werden die in horizontaler Ebene sich

gegenüberliegenden Seitenränder 9, 10 des Metallblechs 2 randseitlich der Streckziehform 5 [also nahe dem Beginn der konvex geformten Wölbung der so gekrümmten Streckziehform-Auflagefläche 8] dem Zug-Streck-Mittel (3) befestigt, vorzugsweise eingespannt, und danach auf dessen gekrümmten Streckziehform-Auflagefläche 8 bei Einwirkung von Raumtemperatur T_1 und atmosphärischem Umgebungsluftdruck P_1 bis zum Ablauf von einer definierten Vorspannzeit t_1 , vorgespannt, wobei das Metallblech 2 infolge der blechrandseitlichen mechanischen Vorspannung aus einer Ruhelage auf das Vorbiegeniveau eines Vorspannweges s_1 gestreckt wird. Dann wird über die Bohrungen 4 der Streckziehform 5 mit einem konstanten Aufheizluftdruck P_2 eine temperierte Druckluft 6, die nach dem Ablauf einer Aufheizzeit t_2 eine Aufheiztemperatur T_2 erreichen wird, geleitet. Diese Druckluft 6 wird sich danach zwischen der Streckziehform-Auflagefläche 8 und der Metallblech-Auflagefläche 11 ausbreiten, wodurch zwischen diesen beiden Auflageflächen ein Luftkissen 7 gebildet wird. Dabei wird während der Aufheizphase ($t_2 - t_1$) das unter Vorspannung befindliche Metallblech (2) die Wärme der Aufheiztemperatur (T_2) aufnehmen wird, aber keine Veränderungen des Vorbiegeniveaus erfahren.

[0014] Dann werden die gegenüberliegenden Seitenränder 9, 10 des Metallblechs 2 bis zum Ablauf einer Umformzeit t_3 mit einem konstanten Umformluftdruck P_3 gespannt. Gleichzeitig wird das Metallblech 2 mit Horizontalbewegungsrichtung über dem Luftkissen 7 schwebend nahezu reibungsfrei bewegt, wodurch das Metallblech (2), dessen Blechtemperatur auf Aufheiztemperatur (T_2) konstant gehalten wird. Infolge der Blechbewegung wird das Metallblech 2 nach dem Ablauf der Umformzeit t_3 (durch dessen randseitlichen Zugbelastung mit nachfolgender Streckung des Metallblech-Profils) eine der Oberflächenkontur der Streckziehform 5 angepasste (bspw. konvexe) Wölbung annehmen, die sich innerhalb der Umformphase $t_3 - t_2$ iterativ auf das Umformniveau eines Umformweges s_2 verändern wird. Dann wird das dermaßen formveränderte Metallblech 2 durch eine bis zum Ablauf einer Abkühlzeit t_4 auf die Raumtemperatur T_1 abgekühlte Druckluft 6 mit einem konstanten Abkühlluftdruck, der dem Niveau des Aufheizdruckes P_2 entspricht, abgekühlt. Diese abgekühlte Druckluft wird ebenfalls über die Bohrungen 4 der Streckziehform 5 an das geformte Metallblech 2 geführt, wobei das formveränderte Metallblech 2 während der Abkühlphase $t_4 - t_3$ keine Veränderungen des Umformniveaus erfahren wird.

[0015] Außerdem wäre eine geringfügige Abänderung der vorgestellten Verfahrensschritte anfänglich derweise denkbar, wonach zunächst die in horizontaler Ebene sich gegenüberliegenden Seitenränder 9, 10 des Metallblechs 2 randseitlich der Streckziehform 5 dem Zug-Streck-Mittel (3) befestigt, vorzugsweise eingespannt werden. Darauf folgend wird das randseitlich befestigte Metallblech 2 über der Streckziehform 5 posi-

tioniert, das anschließend vertikal soweit abgesenkt wird, bis das es auf der gekrümmten Streckziehform-Auflagefläche 8 abgelegt wird. Daraufhin werden die randseitlich befestigten Seitenränder 9, 10 des Metallblechs 2 auf der Streckziehform-Auflagefläche 8 bei Einwirkung von Raumtemperatur T_1 und atmosphärischem Umgebungsluftdruck P_1 bis zum Ablauf von einer definierten Vorspannzeit t_1 vorgespannt, wobei das Metallblech 2 infolge der blechrandseitlichen mechanischen Vorspannung aus einer Ruhelage auf das Vorbiegeniveau eines Vorspannweges s_1 gestreckt wird. Erst dann wird über die Bohrungen 4 der Streckziehform 5 mit einem konstanten Aufheizluftdruck P_2 eine temperierte Druckluft 6, die nach dem Ablauf einer Aufheizzeit t_2 eine Aufheiztemperatur T_2 erreichen wird, geleitet. Diese Druckluft wird sich danach zwischen der Streckziehform-Auflagefläche 8 und der Metallblech-Auflagefläche 11 ausbreiten, wodurch zwischen diesen beiden Auflageflächen ein Luftkissen 7 gebildet wird. Dabei wird während der Aufheizphase $t_2 - t_1$ das unter Vorspannung befindliche Metallblech (2) die Wärme der Aufheiztemperatur T_2 aufnehmen, aber keine Veränderungen des Vorbiegeniveaus erfahren.

[0016] Anschließend des Schrittes der Abkühlung des formveränderten Metallbleches 2 wäre denkbar, dass dieses Metallblech 2 bei Einwirkung von Raumtemperatur T_1 bis zum Ablauf einer Abschlusszeit t_5 kalibriert [also auf ein genaues Maß gebracht] wird, wobei dieses Metallblech 2 während der Kalibrierphase $t_5 - t_4$ eine Veränderung [des Umformniveaus] auf das Kalibrierniveau eines Kalibrierweges s_3 erfahren wird.

[0017] Dem wird ergänzend hinzu gefügt, dass die gegenüberliegenden Seitenränder 9, 10 des Metallbleches 2 nahe dem Beginn der Wölbung der gekrümmten Streckziehform-Auflagefläche 8 dem Zug-Streck-Mittel 3 befestigt werden. Dabei wird man den betreffenden Seitenrand 9, 10 des Metallbleches 2 einem in vertikaler Richtung positionsveränderlichen Greifmittel des Zug-Streck-Mittels 3 einspannen.

[0018] Ferner wird hinzu gefügt, dass während der Umformphase $t_3 - t_2$ eine Flächenpressung von bis zu 200 bar /cm² und ein Zustrom von temperierter Druckluft 6 mit einer Aufheiztemperatur T_2 von bis zu 350 °C umgesetzt wird

[0019] Auch wird letztlich erwähnt, dass die Metallblech-Auflagefläche 11 wenigstens während der Umformphase $t_3 - t_2$ von der Streckziehform-Auflagefläche 8 infolge des vorhandenen Luftkissens 7 abheben wird.

[0020] Zusammenfassen lässt sich folgendes resümieren. Mit der beschriebenen Vorrichtung und dem angegebenen Verfahren wird die Umformung von insbesondere großflächigen Strukturen, die im Fahrzeugbau keine Seltenheit darstellen, umgesetzt, deren Herstellung gegenwärtig nur unter Verwendung von bekannten Schmierv Verfahren und teilweise nur mit Zwischenglühungen möglich wird. Mit der(n) vorgeschlagenen Lösung(en) wird die Umformung derartiger (großflächiger) Metallbleche (Metalllegierungen, vorzugsweise Alumi-

niumlegierungen) reibungsfrei auf einem Luftkissen 7 erfolgen. Letzteres wird zwischen der Streckziehform 5 und dem Metallblech 2 mittels (kleiner) Bohrungen in der Streckziehform 5 aufgebaut. Durch eine geschaffene Möglichkeit, die eingeblasene Druckluft 6 zu erwärmen, werden sich auch schwer umformbare Metalllegierungen und andere (bei Raumlufttemperatur formbare) Werkstoffe durch die Verringerung der Fließspannung des Metall(blech)s umformen lassen. Am Ende des Formvorganges wird die Streckziehform 5 und das Metallblech 2 durch eingebrachte Kaltluft wieder abgekühlt. Diese Maßnahme wirkt sich positiv auf die Rückfederung und die Konturengenauigkeit des formveränderten Metallbleches 2 aus. Durch die Benutzung der vorgestellten Lösungen werden (im Vergleich mit bekannten Lösungen) Einsparungen von Streckziehzügen erreicht. Auch werden die aufwendigen Schmiervorgänge (Öl- und Fettschmierung) sowie deren Beseitigung (vor einer eventuellen Zwischenglühung) gänzlich entfallen.

Bezugszeichen

[0021]

1	Anordnung zum Umformen eines Metallbleches	25
2	Metallblech	
3	Zug-Streck-Mittel	
4	Bohrung	
5	Streckziehform	
6	Druckluft	30
7	Luftkissen	
8	Streckziehform-Auflagefläche	
9	Seitenrand (des Metallbleches 2)	
10	Seitenrand (des Metallbleches 2)	
11	Metallblech-Auflagefläche	35

F_{Z1} , F_{Z2} Zugkraft

P_1	atmosphärischer Umgebungsluftdruck	
P_2	Vorheizluftdruck	40
P_3	Umformluftdruck	

T_1	Raumtemperatur	
T_2	Aufheiztemperatur	45

t_1	Vorspannzeit	
t_2	Aufheizzeit	
t_3	Umformzeit	
t_4	Abkühlzeit	50
t_5	Abschlusszeit	

$t_2 - t_1$	Aufheizphase	
$t_3 - t_2$	Umformphase	
$t_4 - t_3$	Abkühlphase	
$t_5 - t_4$	Kalibrierphase	55

s_1	Vorspannweg	
s_2	Umformweg	

s_3 Kalibrierweg

Patentansprüche

1. Anordnung zum Umformen eines Metallbleches, mit einer Streckziehform (5) und einem Zug-Streck-Mittel (3), wobei das Metallblech (2) auf einer gekrümmten Streckziehform-Auflagefläche (8), die in horizontaler Richtung nach außen gewölbt ist, positioniert ist, deren ausgangsseitlich der Wölbung befindlichen Seitenränder (9, 10) dem Zug-Streck-Mittel (3) befestigt sind, dabei das Zug-Streck-Mittel (3) das Metallblech (2) zu beiden Blechseiten an den sich gegenüberstehenden Seitenrändern (9, 10) mit einer Zugkraft (F_{Z1} , F_{Z2}) angreifen wird und über dessen Blechlänge oberhalb der Streckziehform-Auflagefläche (8) das Metallblech (2) einer Steckung unterziehen wird, wodurch auf das Metallblech (2) auch unterstützt durch dessen Streckung die Oberflächenkontur der Streckziehform (5) übertragen wird,
dadurch gekennzeichnet, dass der Streckziehform (5) mehrere Bohrungen (4) äusenommen sind, die vertikal austretend der Streckziehform-Auflagefläche (8) angeordnet sind, und oberhalb dieser Streckziehform-Auflagefläche (8) ein von einer Metallblech-Auflagefläche (11) eingeschlossenes Luftkissen (7) ausgebreitet ist, das von einer durch die Bohrungen (4) geleiteten Druckluft (6) aufgebaut wird.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** unterhalb der Metallblech-Auflagefläche (11) eine weitestgehend vollständig perforierte Streckziehform-Auflagefläche (8) mit einer weitestgehend einheitlichen Bohrloch-Architektur der Bohrungen (4) angeordnet ist.
3. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** unterhalb der Metallblech-Auflagefläche (11) nur bestimmte Teilbereiche der Streckziehform-Auflagefläche (8) mit Bohrungen (4) ausgestattet sind und dadurch ein partieller Aufbau des Luftkissens (7) realisiert ist.
4. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bohrungen (4) mit zylindrischen oder nicht zylindrischen Bohrlöchern realisiert sind, deren Lochachse lotrecht zur Streckziehform-Auflagefläche (8) angeordnet ist.
5. Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bohrloch-Querschnitt der nicht zylindrischen Bohrlöchern an der Streckziehform-Auflagefläche (8) größer demjenigen ist, der an einer ihm vertikal vorgeordneten Eintrittsstelle der Druckluft (6) in die einzelne Bohrung (4) gelegen ist.

6. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in- oder extern der Streckziehform (5) einer Druckluftquelle angeordnet ist, von der aus durch die Bohrungen (4) eine Druckluft (6) geleitet wird. 5
7. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Lufttemperatur der Druckluft (6), mit der das Luftkissen (7) aufgebaut wird, von bis zu 350 Grad Celsius vorhanden ist. 10
8. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff des Metallblechs (2) in der Hauptsache eine aushärtbare oder nicht aushärtbare Aluminium-Legierung ist. 15
9. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallblech (2) mit einer regellosen oder genau spezifizierten Oberfläche oder mit ebenflächiger Oberfläche versehen ist, die weitestgehend der Oberflächenkontur der Streckziehform-Auflagefläche (8) angepasst ist. 20
10. Verfahren zum Umformen eines Metallbleches mit einer Anordnung nach Anspruch 1, bei dem das Metallblech (2) einer Streck-Zieh-Prozedur unterzogen wird, um eine einfach oder doppelt gekrümmte und konvexe oder konkave Wölbung auf das Metallblech (2) zu übertragen, 25
- gekennzeichnet durch** folgende Schritte: 30
- a) es wird ein Metallblech (2) über der Streckziehform (5) positioniert und danach auf der gekrümmten Streckziehform-Auflagefläche (8) abgelegt, 35
- b) daraufhin werden die in horizontaler Ebene sich gegenüberliegenden Seitenränder (9, 10) des Metallblechs (2) randseitlich der Streckziehform (5) dem Zug-Streck-Mittel (3) befestigt und danach auf dessen gekrümmten Streckziehform-Auflagefläche (8) bei Einwirkung von Raumtemperatur (T_1) und atmosphärischem Umgebungsdruck (P_1) bis zum Ablauf von einer definierten Vorspannzeit (t_1) vorgespannt, wobei das Metallblech (2) infolge der blechrandseitlichen mechanischen Vorspannung aus einer Ruhelage auf das Vorbiegniveau eines Vorspannweges (s_1) gestreckt wird. 40
- c) dann wird über die Bohrungen (4) der Streckziehform (5) mit einem konstanten Aufheizluftdruck (P_2) eine temperierte Druckluft (6), die nach dem Ablauf einer Aufheizzeit (t_2) eine Aufheiztemperatur (T_2) erreichen wird, geleitet, welche sich danach zwischen der Streckziehform-Auflagefläche (8) und der Metallblech-Auflagefläche (11) ausbreiten wird, wodurch zwischen diesen beiden Auflageflächen ein Luftkissen (7) gebildet wird, wobei während der 45

Aufheizphase ($t_2 - t_1$) das unter Vorspannung befindliche Metallblech (2) die Wärme der Aufheiztemperatur (T_2) aufnehmen wird, aber keine Veränderungen des Vorbiegniveaus erfahren wird,

d) dann werden die gegenüberliegenden Seitenränder des Metallblechs (2) bis zum Ablauf einer Umformzeit (t_3) mit einem konstanten Umformluftdruck (P_3) gespannt, gleichzeitig wird das Metallblech (2) mit Horizontalbewegungsrichtung über dem Luftkissen (7) schwebend nahezu reibungsfrei bewegt, wodurch das Metallblech (2), dessen Blechtemperatur auf Aufheiztemperatur (T_2) konstant gehalten wird, infolge der Blechbewegung nach dem Ablauf der Umformzeit (t_3) [durch dessen randseitlichen Zugbelastung mit nachfolgender Streckung des Metallblech-Profiles] eine der Oberflächenkontur der Streckziehform (5) angepasste Wölbung annehmen wird, die sich innerhalb der Umformphase ($t_3 - t_2$) iterativ auf das Umformniveau eines Umformweges (s_2) verändern wird,

e) dann wird das dermaßen formveränderte Metallblech (2) **durch** eine bis zum Ablauf einer Abkühlzeit (t_4) auf die Raumtemperatur (T_1) abgekühlte Druckluft (6) mit einem konstanten Abkühlluftdruck, der dem Niveau des Aufheizdruckes (P_2) entspricht, abgekühlt, die ebenfalls über die Bohrungen (4) der Streckziehform (5) an das geformte Metallblech (2) geführt wird, wobei das formveränderte Metallblech (2) während der Abkühlphase ($t_4 - t_3$) keine Veränderungen des Umformniveaus erfahren wird.

11. Verfahren zum Umformen eines Metallbleches mit einer Anordnung nach Anspruch 1, bei dem das Metallblech (2) einer Streck-Zieh-Prozedur unterzogen wird, um eine einfach oder doppelt gekrümmte und konvexe oder konkave Wölbung auf das Metallblech (2) zu übertragen,

gekennzeichnet durch folgende Schritte:

a) zunächst werden die in horizontaler Ebene sich gegenüberliegenden Seitenränder (9, 10) des Metallblechs (2) randseitlich der Streckziehform (5) dem Zug-Streck-Mittel (3) befestigt und darauffolgend das randseitlich befestigte Metallblech (2) über der Streckziehform (5) positioniert, das anschließend vertikal soweit abgesenkt wird, bis das es auf der gekrümmten Streckziehform-Auflagefläche (8) abgelegt wird.

b) daraufhin werden die randseitlich befestigten Seitenränder (9, 10) des Metallblechs (2) auf der Streckziehform-Auflagefläche (8) bei Einwirkung von Raumtemperatur (T_1) und atmosphärischem Umgebungsdruck (P_1) bis

zum Ablauf von einer definierten Vorspannzeit (t_1) vorgespannt, wobei das Metallblech (2) infolge der blechrandseitlichen mechanischen Vorspannung aus einer Ruhelage auf das Vorbiegeniveau eines Vorspannweges (s_1) gestreckt wird,

c) dann wird über die Bohrungen (4) der Streckziehform (5) mit einem konstanten Aufheizluftdruck (P_2) eine temperierte Druckluft (6), die nach dem Ablauf einer Aufheizzeit (t_2) eine Aufheiztemperatur (T_2) erreichen wird, geleitet, welche sich danach zwischen der Streckziehform-Auflagefläche (8) und der Metallblech-Auflagefläche (11) ausbreiten wird, wodurch zwischen diesen beiden Auflageflächen ein Luftkissen (7) gebildet wird, wobei während der Aufheizphase ($t_2 - t_1$) das unter Vorspannung befindliche Metallblech (2) die Wärme der Aufheiztemperatur (T_2) aufnehmen wird, aber keine Veränderungen des Vorbiegeniveaus erfahren wird,

d) dann werden die gegenüberliegenden Seitenränder des Metallblechs (2) bis zum Ablauf einer Umformzeit (t_3) mit einem konstanten Umformluftdruck (P_3) gespannt, gleichzeitig wird das Metallblech (2) mit Horizontalbewegungsrichtung über dem Luftkissen (7) schwebend nahezu reibungsfrei bewegt, wodurch das Metallblech (2), dessen Blechtemperatur auf Aufheiztemperatur (T_2) konstant gehalten wird, infolge der Blechbewegung nach dem Ablauf der Umformzeit (t_3) [durch dessen randseitlichen Zugbelastung mit nachfolgender Streckung des Metallblech-Profils] eine der Oberflächenkontur der Streckziehform (5) angepasste Wölbung annehmen wird, die sich innerhalb der Umformphase ($t_3 - t_2$) iterativ auf das Umformniveau eines Umformweg (s_2) verändern wird,

e) dann wird das dermaßen formveränderte Metallblech (2) **durch** eine bis zum Ablauf einer Abkühlzeit (t_4) auf die Raumtemperatur (T_1) abgekühlte Druckluft (6) mit einem konstanten Abkühlluftdruck, der dem Niveau des Aufheizdruckes (P_2) entspricht, abgekühlt, die ebenfalls über die Bohrungen (4) der Streckziehform (5) an das geformte Metallblech (2) geführt wird, wobei das formveränderte Metallblech (2) während der Abkühlphase ($t_4 - t_3$) keine Veränderungen des Umformniveaus erfahren wird.

12. Verfahren zum Umformen einer Metallbleches nach den Ansprüchen 10 oder 11,

dadurch gekennzeichnet, dass nachfolgend dem Schritt e) das im abgekühlten Zustand befindliche vorveränderte Metallblech (2) bei Einwirkung von Raumtemperatur (T_1) bis zum Ablauf einer Abschlusszeit (t_5) kalibriert [auf genaues Maß bringen]

wird, wobei dieses Metallblech (2) während der Kalibrierphase ($t_5 - t_4$) eine Veränderung [des Umformniveaus] auf das Kalibrierniveau eines Kalibrierweges (s_3) erfahren wird.

13. Verfahren zum Umformen einer Metallbleches nach den Ansprüchen 10 oder 121,

dadurch gekennzeichnet, dass die gegenüberliegenden Seitenränder (9, 10) des Metallbleches (2) nahe dem Beginn der Wölbung der gekrümmten Streckziehform-Auflagefläche (8) dem Zug-Streck-Mittel (3) befestigt werden.

14. Verfahren zum Umformen eines Metallbleches nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass der betreffende Seitenrand (9, 10) des Metallbleches (2) einem in vertikaler Richtung positionsveränderlichen Greifmittel des Zug-Streck-Mittels (3) eingespannt wird.

15. Verfahren zum Umformen einer Metallbleches nach den Ansprüchen 10 oder 11,

dadurch gekennzeichnet, dass während der Umformphase ($t_3 - t_2$) eine Flächenpressung von bis zu 200 bar und ein Zustrom von temperierter Druckluft (6) mit einer Aufheiztemperatur (T_2) von bis zu 350 °C umgesetzt wird.

16. Verfahren zum Umformen eines Metallbleches nach den Ansprüchen 10 oder 11,

dadurch gekennzeichnet, dass die Metallblech-Auflagefläche (11) wenigstens während der Umformphase ($t_3 - t_2$) von der Streckziehform-Auflagefläche (8) infolge des vorhandenen Luftkissens (7) abheben wird.

Claims

1. An arrangement for forming a metal sheet, having a stretch form die (5) and a tension stretching means (3), wherein the metal sheet (2) is positioned on a curved stretch form die bearing surface (8), which is curved outwards in the horizontal direction and whose side edges (9, 10) located at the starting points of the curvature are attached to the tension stretching means (3), the tension stretching means (3) acting on the metal sheet (2) on both sheet sides at the mutually opposing side edges (9, 10) with a tensile force (F_{Z1} , F_{Z2}) and subjecting the metal sheet (2) over its sheet length to stretching over the stretch form die bearing surface (8), whereby the surface contour of the stretch form die (5) is transferred to the metal sheet (2) with the assistance of the stretching thereof, **characterised in that** a plurality of holes (4) are formed in the stretch form die (5), which holes are arranged so as to exit vertically from the stretch

form die bearing surface (8), and above this stretch form die bearing surface (8) there is spread an air cushion (7) enclosed by a metal sheet bearing surface (11), which air cushion (7) is built up by compressed air (6) passing through the holes (4).

2. An arrangement according to claim 1, **characterised in that** an as far as possible completely perforated stretch form die bearing surface (8) with an as far as possible uniform drill hole architecture of the holes (4) is arranged beneath the metal sheet bearing surface (11). 5
3. An arrangement according to claims 1 to 2, **characterised in that** only certain portions of the stretch form die bearing surface (8) beneath the metal sheet bearing surface (11) are provided with holes (4) and in this way partial build-up of the air cushion (7) is achieved. 10
4. An arrangement according to claim 1, **characterised in that** the holes (4) take the form of cylindrical or non-cylindrical drill holes, the hole axes of which are arranged perpendicularly to the stretch form die bearing surface (8). 15
5. An arrangement according to claim 4, **characterised in that** the drill hole cross-section of the non-cylindrical drill holes is larger at the stretch form die bearing surface (8) than the cross-section at a vertically upstream inlet point for the compressed air (6) into the individual holes (4). 20
6. An arrangement according to claim 1, **characterised in that** a compressed air source is arranged in- or outside the stretch form die (5), from which compressed air (6) is passed through the holes (4). 25
7. An arrangement according to claim 1, **characterised in that** the air temperature of the compressed air (6), with which the air cushion (7) is built up, is up to 350 degrees Celsius. 30
8. An arrangement according to claim 1, **characterised in that** the material of the metal sheet (2) is mainly a precipitation-hardenable or non-precipitation-hardenable aluminium alloy. 35
9. An arrangement according to claim 1, **characterised in that** the metal sheet (2) is provided with an irregular or precisely specified surface or with a level surface, which is conformed as far as possible to the surface contour of the stretch form die bearing surface (8). 40
10. A method for forming a metal sheet using an arrangement according to claim 1, in which the metal sheet (2) is subjected to a stretch-forming process, 45

in order to transfer to the metal sheet (2) a singly or doubly curved and convex or concave curvature, **characterised by** the following steps:

- a) a metal sheet (2) is positioned over the stretch form die (5) and then laid on the curved stretch form die bearing surface (8),
- b) the side edges (9, 10) of the metal sheet (2) opposite one another in a horizontal plane are then attached at the edges of the stretch form die (5) to the tension stretching means (3) and then pretensioned on the curved stretch form die bearing surface (8) thereof at room temperature (T_1) and atmospheric ambient air pressure (P_1) until the end of a defined pretensioning time (t_1), wherein the metal sheet (2) is stretched from a rest position to the level of prebending of a pretensioning path (s_1) as a result of the mechanical pretensioning at the sheet edges,
- c) then, temperature-controlled compressed air (6), which will reach a heating temperature (T_2) at the end of a heating time (t_2), is passed through the holes (4) in the stretch form die (5) at a constant heating air pressure (P_2), which compressed air then spreads between the stretch form die bearing surface (8) and the metal sheet bearing surface (11), whereby an air cushion (7) is formed between these two bearing surfaces, wherein, during the heating phase (t_2-t_1), the pretensioned metal sheet (2) will absorb the heat of the heating temperature (T_2), but not experience any changes to the level of prebending,
- d) then, the mutually opposing side edges of the metal sheet (2) are tensioned at a constant forming air pressure (P_3) until the end of a forming time (t_3), at the same time the metal sheet (2) is moved in floating manner and virtually without friction over the air cushion (7) with a horizontal movement direction, whereby the metal sheet (2), whose sheet temperature is kept constant at heating temperature (T_2), will assume a curvature conformed to the surface contour of the stretch form die (5) at the end of the forming time (t_3) as a result of the sheet movement [due to the tensile loading thereof at the edges with subsequent stretching of the metal sheet profile], which curvature will change within the forming phase (t_3-t_2) iteratively to the forming level of a forming path (s_2),
- e) then the metal sheet (2), which has changed thus in shape, is cooled by compressed air (6), cooled to room temperature (T_1) until the end of a cooling time (t_4), at a constant cooling air pressure which corresponds to the level of the heating pressure (P_2), which compressed air (6) is likewise conveyed via the holes (4) in the

stretch form die (5) to the shaped metal sheet (2), wherein the metal sheet (2), which has changed shape, will not experience any changes in forming level during the cooling phase (t_4 - t_3).

11. A method for forming a metal sheet using an arrangement according to claim 1, in which the metal sheet (2) is subjected to a stretch-forming procedure, in order to transfer to the metal sheet (2) a singly or doubly curved and convex or concave curvature, **characterised by** the following steps:

a) first of all, the side edges (9, 10) of the metal sheet (2) opposite one another in a horizontal plane are attached at the edges of the stretch form die (5) to the tension stretching means (3) and then the metal sheet (2) attached at the edges is positioned over the stretch form die (5), which is then lowered vertically until it is laid on the curved stretch form die bearing surface (8),
 b) then the side edges (9, 10) of the metal sheet (2) attached at the edges are pretensioned on the stretch form die bearing surface (8) at room temperature (T_1) and atmospheric ambient air pressure (P_1) until the end of a defined pretensioning time (t_1), wherein the metal sheet (2) is stretched from a rest position to the level of prebending of a pretensioning path (s_1) as a result of the mechanical pretensioning at the sheet edges,
 c) then, temperature-controlled compressed air (6), which will reach a heating temperature (T_2) at the end of a heating time (t_2), is passed through the holes (4) in the stretch form die (5) at a constant heating air pressure (P_2), which compressed air then spreads between the stretch form die bearing surface (8) and the metal sheet bearing surface (11), whereby an air cushion (7) is formed between these two bearing surfaces, wherein, during the heating phase (t_2 - t_1), the pretensioned metal sheet (2) will absorb the heat of the heating temperature (T_2), but not experience any changes to the level of prebending,
 d) then, the mutually opposing side edges of the metal sheet (2) are tensioned at a constant forming air pressure (P_3) until the end of a forming time (t_3), at the same time the metal sheet (2) is moved in floating manner and virtually without friction over the air cushion (7) with a horizontal movement direction, whereby the metal sheet (2), whose sheet temperature is kept constant at heating temperature (T_2), will assume a curvature conformed to the surface contour of the stretch form die (5) at the end of the forming time (t_3) as a result of the sheet

movement [due to the tensile loading thereof at the edges with subsequent stretching of the metal sheet profile], which curvature will change within the forming phase (t_3 - t_2) iteratively to the forming level of a forming path (s_2), e) then the metal sheet (2), which has changed thus in shape, is cooled by compressed air (6), cooled to room temperature (T_1) until the end of a cooling time (t_4), at a constant cooling air pressure which corresponds to the level of the heating pressure (P_2), which compressed air (6) is likewise conveyed via the holes (4) of the stretch form die (5) to the formed metal sheet (2), wherein the metal sheet (2), which has changed shape, will not experience any changes in forming level during the cooling phase (t_4 - t_3).

12. A method for forming a metal sheet according to claims 10 or 11, **characterised in that**, after step e), the prechanged metal sheet (2) in the cooled state is calibrated [brought to a precise dimension] at room temperature (T_1) until the end of a final time (t_5), wherein this metal sheet (2) will experience a change [in forming level] to the calibration level of a calibration path (s_3) during the calibration phase (t_5 - t_4).
13. A method for forming a metal sheet according to claims 10 or 11, **characterised in that** the mutually opposing side edges (9, 10) of the metal sheet (2) are attached to the tension stretching means (3) close to the beginning of curvature of the curved stretch form die bearing surface (8).
14. A method for forming a metal sheet according to claim 13, **characterised in that** the relevant side edge (9, 10) of the metal sheet (2) is clamped in a gripping means, capable of vertical changes in position, of the tension stretching means (3).
15. A method for forming a metal sheet according to claims 10 or 11, **characterised in that**, during the forming phase (t_3 - t_2), a surface pressure of up to 200 bar is implemented, together with a feed stream of temperature-controlled compressed air (6) with a heating temperature (T_2) of up to 350°C.
16. A method for forming a metal sheet according to claims 10 or 11, **characterised in that** the metal sheet bearing surface (11) is raised from the stretch form die bearing surface (8) at least during the forming phase (t_3 - t_2) as a result of the air cushion (7) present.

Revendications

1. Dispositif de formation d'une tôle métallique, avec une forme d'étirage (5) et un moyen de traction et d'étirage (3), la tôle métallique étant positionnée sur une surface d'applique de la forme d'étirage (8) voûtée horizontalement vers l'extérieur, et dont les bords latéraux situés sur le côté externe de la courbure (9, 10) ont été fixés au moyen d'étirage (3), le moyen d'étirage (3) saisissant la tôle métallique (2) des deux côtés de la tôle, aux bords latéraux (9, 10) opposés, avec une force de traction (F_{21} , F_{22}) et soumettra, sur sa longueur de tôle, au-delà de la surface d'applique de la forme d'étirage (8), la tôle métallique (2) à un enfichage, le contour superficiel de la forme d'étirage (5) étant transmis sur la tôle métallique (2), avec l'appui, également, de son étirage, et **caractérisé en ce que** plusieurs alésages (4) sortant verticalement de la surface d'applique de la forme d'étirage (8) ont été pratiqués dans la forme d'étirage (5) et **en ce que** au-delà de cette surface d'applique de la forme d'étirage (8) a été déployé un coussin d'air (7) enserré par une surface d'applique de la tôle métallique, coussin constitué par de l'air comprimé (6) guidé à travers des alésages (4). 5 10 15 20 25
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** une surface d'applique de la forme d'étirage (8) essentiellement perforée a été disposée sous la surface d'applique de la tôle métallique (11), avec une architecture en trou de forage essentiellement unitaire des alésages (4). 30 35
3. Dispositif selon les revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que**, sous la surface d'applique de la tôle métallique, seules certaines sous-parties de la surface d'applique de la forme d'étirage (8) ont été équipées d'alésages (4) et **en ce qu'**ainsi, un montage partiel du coussin d'air (7) a été réalisé. 40 45
4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les alésages (4) ont été conçus avec des alésages de forage cylindriques ou non cylindriques, dont l'axe d'ouverture a été disposé perpendiculairement à la surface d'applique de la forme d'étirage (8). 50
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la section transversale des trous de forage non cylindriques situés contre la surface d'applique de la forme d'étirage (8) est plus grande que celle située en un point d'entrée d'air comprimé disposé verticalement et en amont par rapport à la section transversale des trous de forage non cylindriques, dans l'alésage (4). 55
6. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** une source d'air comprimé a été disposée à l'intérieur ou à l'extérieur de la forme d'étirage (5), source à partir de laquelle de l'air comprimé (6) est guidé à travers les alésages (4). 5
7. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la température de l'air compris (6) constituant le coussin d'air (7) peut atteindre 350 degrés Celsius. 10
8. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau de la tôle métallique (2) est principalement un alliage d'aluminium durcissable ou non durcissable. 15
9. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la tôle métallique (2) a été dotée d'une surface irrégulière ou spécifiée avec précision ou d'une surface plane, largement adaptée au contour superficiel de la surface d'applique de la forme d'étirage (8). 20
10. Procédé de déformation d'une tôle métallique avec un dispositif selon la revendication 1, dans lequel une tôle métallique (2) est soumise à une procédure d'étirage destinée à conférer à la tôle métallique une courbure simple ou double, convexe ou concave, **caractérisé par** les étapes suivantes : 25
 - a) une tôle métallique (2) est positionnée au-dessus de la forme d'étirage puis déposée sur la surface d'applique incurvée de la forme d'étirage (8).
 - b) les côtés latéraux de la tôle métallique opposés dans un plan horizontal sont ensuite fixés au moyen d'étirage, sur les bords de la forme d'étirage puis prétendus sur la surface d'applique incurvée de la forme d'étirage (8), sous l'effet de la température ambiante (T_1) et de la pression atmosphérique ambiante (P_1), jusqu'à l'écoulement d'un temps de prétension défini, la tôle métallique (2) étant, à cause de la prétension mécanique sur les bords de la tôle, étirée jusqu'au niveau de flexion préalable d'une voie de prétension (S_1),
 - c) De l'air comprimé tempéré (6) est ensuite guidé via les alésages (4) de la forme d'étirage (5), avec une pression d'air de chauffe constante (P_2). Cet air comprimé tempéré atteindra, à l'expiration d'un temps de chauffe (t_2), une température de chauffe (T_2) qui s'étendra ensuite entre la surface d'applique de la forme d'étirage (8) et la surface d'applique de la tôle métallique (11), formant, entre ces deux surfaces d'applique, un coussin d'air (7), et la tôle métallique (2) prétendue recevant, pendant la phase de chauffe (t_2-t_1), la chaleur de la température de

chauffe (T_2), mais ne connaîtra aucune modification du niveau de prétension,

d) les bords latéraux opposés de la tôle métallique (2) sont ensuite tendus jusqu'à l'expiration d'un temps de déformation (t_3), avec une pression d'air de déformation constante (P_3). La tôle métallique (2) coulisse en même temps au-dessus du coussin d'air (7), presque sans frottement et dans une direction de déplacement horizontale, la tôle métallique (2) dont la température de tôle est maintenue constante, à une température de chauffe (T_2), adoptant, à la suite du mouvement de tôle après expiration d'un temps de déformation (t_3) [et par sollicitation de traction marginale avec étirement consécutif du profil en tôle métallique], une courbure adaptée au contour superficiel de la forme d'étirage (5), qui, dans une phase de déformation ($t_3 - t_2$), changera de façon itérative pour adopter le niveau de déformation d'une voie de déformation (S_2),

e) la tôle métallique (2) dont la forme a ainsi changée est ensuite refroidie par l'intermédiaire d'air comprimé (6) refroidi jusqu'à l'expiration d'un temps de refroidissement (t_4) à la température ambiante (T_1), avec une pression d'air de refroidissement constante correspondant au niveau de la pression de chauffe (P_2), l'air comprimé étant également guidé via les alésages (4) de la forme d'étirage (5) jusque contre la tôle métallique formée (2) et la tôle métallique à forme modifiée (2) ne connaissant, pendant la phase de refroidissement ($t_4 - t_3$), aucune modification du niveau de déformation.

11. Procédé de déformation d'une tôle métallique avec un dispositif selon la revendication 1, dans lequel une tôle métallique (2) est soumise à une procédure d'étirage destinée à conférer à la tôle métallique une courbure simple ou double, convexe ou concave,

caractérisé par les étapes suivantes :

a) les bords latéraux (9, 10) de la tôle métallique (2) opposés dans un plan horizontal sont tout d'abord fixés sur les côtés marginaux de la forme d'étirage (5) au moyen d'étirage (3), la tôle métallique (2) fixée sur les bords marginaux est positionnée au-dessus de la forme d'étirage puis abaissée verticalement jusqu'à ce qu'elle soit déposée sur la surface d'applique de la forme d'étirage incurvée (8),

b) les bords latéraux (9, 10) de la tôle métallique (2) fixés sur les côtés marginaux sont ensuite prétendus sur la surface d'applique de la forme d'étirage (8), sous l'effet de la température ambiante (T_1) et de la pression atmosphérique ambiante (P_1), jusqu'à l'écoulement d'un

temps de prétension défini, la tôle métallique (2) étant, à cause de la prétension mécanique sur les côtés marginaux de la tôle, étirée d'une position de repos jusqu'au niveau de flexion préalable d'une voie de prétension (s_1),

c) De l'air comprimé tempéré (6) est ensuite guidé via les alésages (4) de la forme d'étirage (5), avec une pression d'air de chauffe constante (P_2). Cet air comprimé tempéré atteindra, à l'expiration d'un temps de chauffe (t_2), une température de chauffe (T_2) qui s'étendra ensuite entre la surface d'applique de la forme d'étirage (8) et la surface d'applique de la tôle métallique (11), formant, entre ces deux surfaces d'applique, un coussin d'air (7), et la tôle métallique (2) prétendue recevant, pendant la phase de chauffe ($t_2 - t_1$), la chaleur de la température de chauffe (T_2), mais ne connaîtra aucune modification du niveau de prétension,

d) les bords latéraux opposés de la tôle métallique (2) sont ensuite tendus jusqu'à l'expiration d'un temps de déformation (t_3), avec une pression d'air de déformation constante (P_3). La tôle métallique (2) coulisse en même temps au-dessus du coussin d'air (7), presque sans frottement et dans une direction de déplacement horizontale, la tôle métallique (2) dont la température de tôle est maintenue constante, à une température de chauffe (T_2), adoptant, à la suite du mouvement de tôle après expiration d'un temps de déformation (t_3) [et par sollicitation de traction marginale avec étirement consécutif du profil en tôle métallique], une courbure adaptée au contour superficiel de la forme d'étirage (5), qui, dans une phase de déformation ($t_3 - t_2$), changera de façon itérative pour adopter le niveau de déformation d'une voie de déformation (S_2),

e) la tôle métallique (2) dont la forme a ainsi changée est ensuite refroidie par l'intermédiaire d'air comprimé (6) refroidi jusqu'à l'expiration d'un temps de refroidissement (t_4) à la température ambiante (T_1), avec une pression d'air de refroidissement constante correspondant au niveau de la pression de chauffe (P_2), l'air comprimé étant également guidé via les alésages (4) de la forme d'étirage (5) jusque contre la tôle métallique formée (2) et la tôle métallique à forme modifiée (2) ne connaissant, pendant la phase de refroidissement ($t_4 - t_3$), aucune modification du niveau de déformation.

12. Procédé de déformation d'une tôle métallique selon les revendications 10 ou 11, **caractérisé en ce que**, à la suite de l'étape e), la tôle métallique (2) préalablement modifiée à l'état refroidi est calibrée [exactement dimensionnée] sous l'effet de la température ambiante (T_1) jusqu'à l'expiration d'un

temps final (t_5), cette tôle métallique (2) connaissant, pendant la phase de calibrage ($t_5 - t_4$),

13. Procédé de déformation d'une tôle métallique selon les revendications 10 ou 12, **caractérisé en ce que** les bords latéraux (9, 10) opposés de la tôle métallique (2) sont fixés au moyen d'étirage (3) près du début de la courbure de la surface d'applique de la forme d'étirage incurvée (8). 5
10
14. Procédé de déformation d'une tôle métallique selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le bord latéral concerné (9, 10) de la tôle métallique (2) est encastré dans un moyen de saisie du moyen d'étirage (3) déplaçable verticalement. 15
15. Procédé de déformation d'une tôle métallique selon les revendications 10 ou 11, **caractérisé en ce que**, pendant la phase de déformation ($t_3 - t_2$), une pression spécifique de surface de maximum 200 bars et un afflux d'air comprimé tempéré (6) avec une température de chauffe (T_2) de maximum 350°C, ont lieu. 20
16. Procédé de déformation d'une tôle métallique selon les revendications 10 ou 11, **caractérisé en ce que** la surface d'applique de la tôle métallique (11), au moins pendant la phase de déformation ($t_3 - t_2$) de la surface d'applique de la forme d'étirage (8), se soulève à cause du coussin d'air présent (7). 25
30

35

40

45

50

55

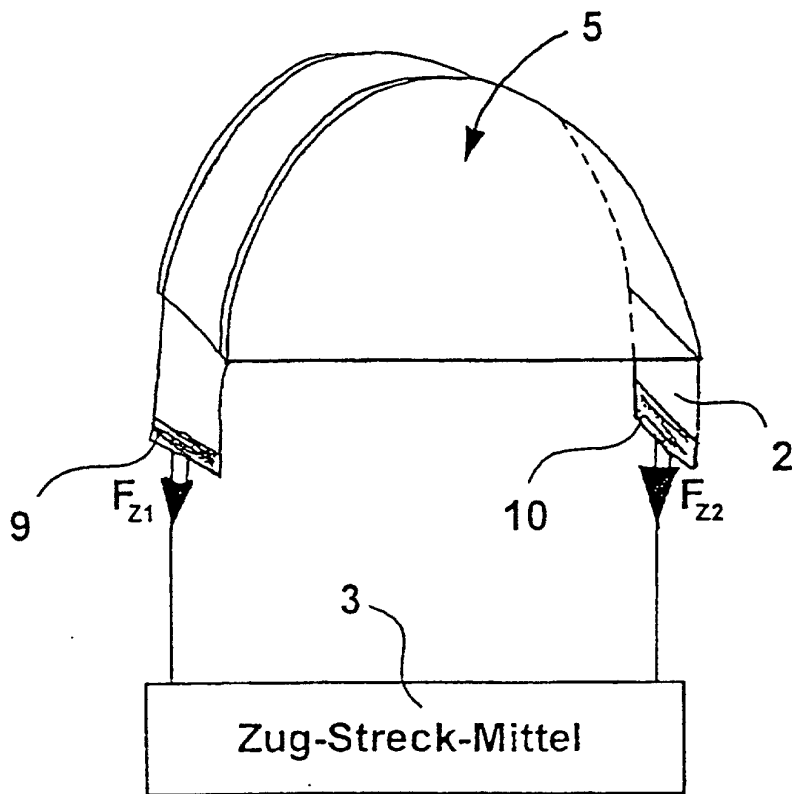


Fig. 2

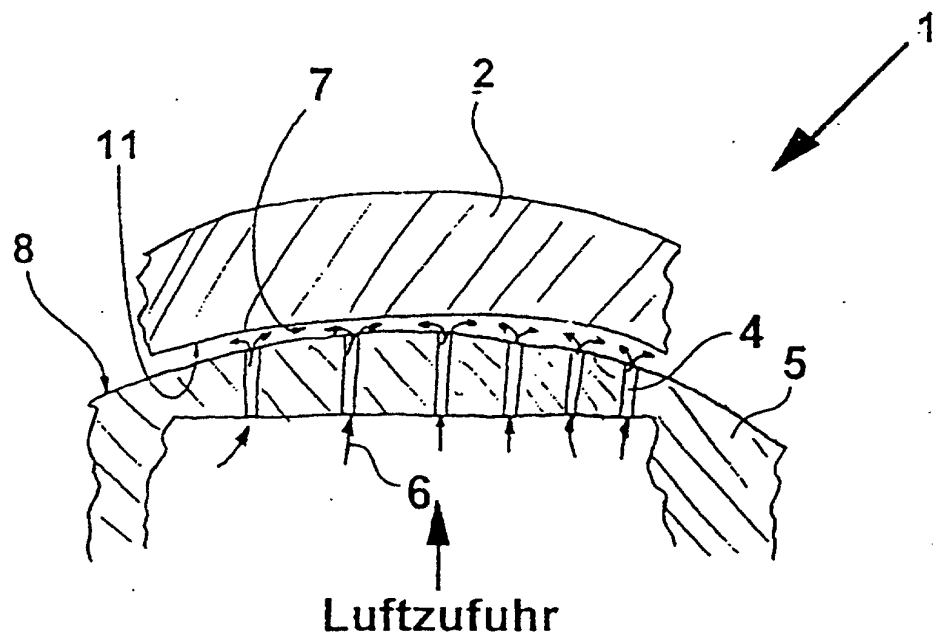


Fig. 1

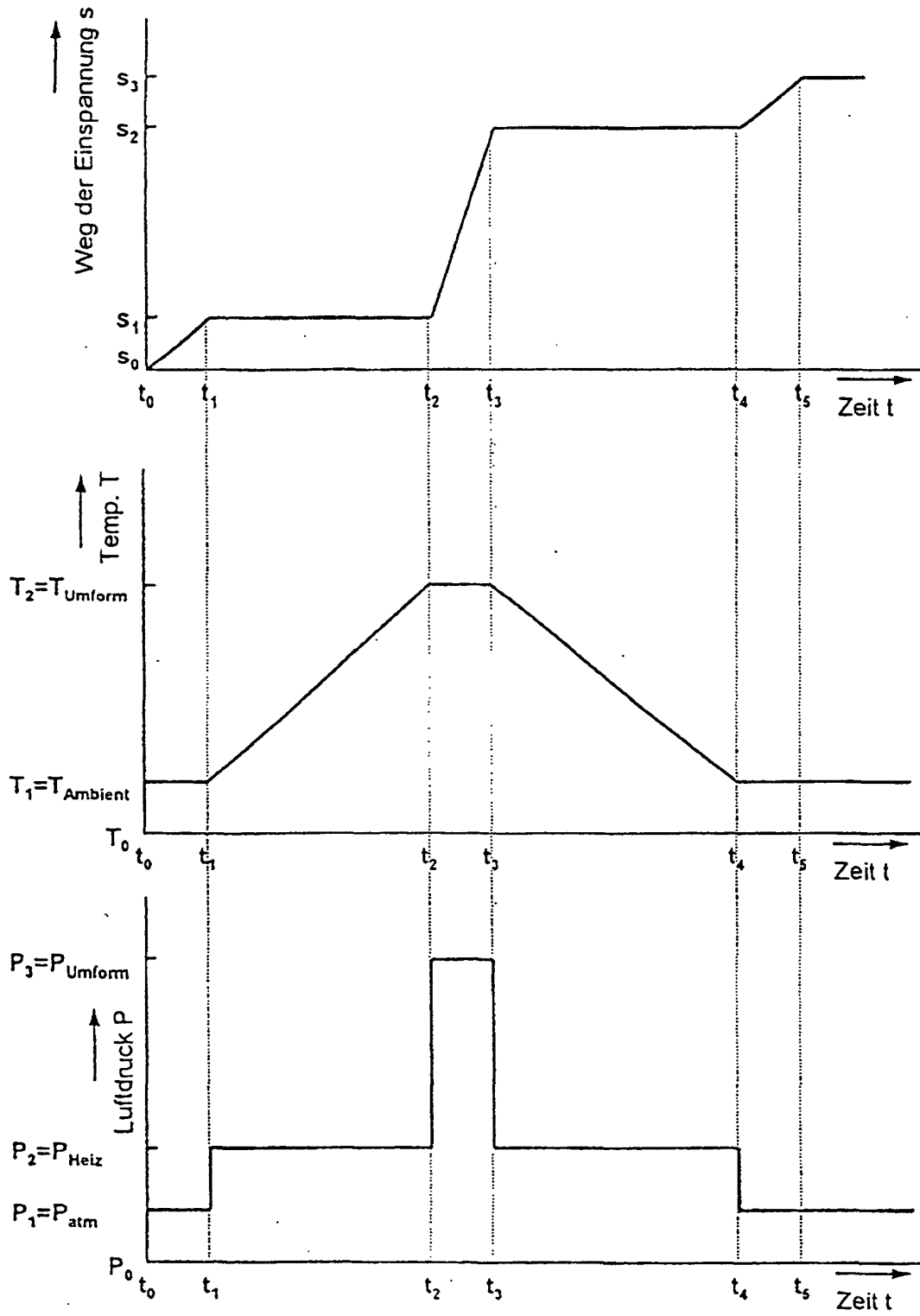


Fig. 3