

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 216 768 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

26.06.2002 Patentblatt 2002/26(51) Int Cl.7: **B21D 25/02, B21D 11/02**(21) Anmeldenummer: **01127928.8**(22) Anmeldetag: **23.11.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

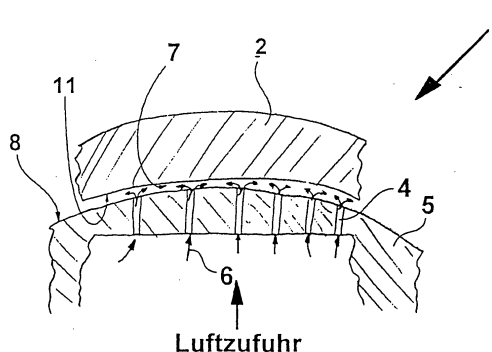
Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorität: **19.12.2000 DE 10063287**(71) Anmelder: **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)**(54) **Anordnung und Verfahren zum Umformen eines Metallbleches**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung und ein Verfahren zum Umformen eines Metallbleches (2). Mit ihr wird ein Metallblech (2), das einer Auflagefläche (8) 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 (2) zweckdienlich sind, verzichtet wird.

Es wird eine Anordnung zum Umformen des Metallbleches (2) vorgestellt, die eine Streckziehform (5) und ein Zug-Streck-Mittel (3) umfasst, wobei das Metallblech (2) auf einer gekrümmten Streckziehform-Auflagefläche (8), die in horizontaler Richtung nach außen gewölbt ist, positioniert ist. Die ausgangsseitlich der Wölbung befindlichen Seitenränder (9,10) des Metallbleches (2) sind dem Zug-Streck-Mittel (3) befestigt. Dabei wird das Zug-Streck-Mittel (3) zu beiden Blechseiten an den sich gegenüberstehenden Seitenrändern (9,10) des Metallbleches jeweils mit einer Zugkraft (F_{Z1}, F_{Z2}) angreifen und über dessen Blechlänge oberhalb der Streckziehform-Auflagefläche (8) das Metallblech (2) einer Streckung unterziehen, wodurch auf das Metallblech (2) auch unterstützt durch dessen Streckung die Oberflächenkontur der Streckziehform (5) übertragen wird. Der Streckziehform (5) sind mehrere Bohrungen (4) ausgenommen, die vertikal austretend der Streckziehform-Auflagefläche (8) angeordnet sind. Oberhalb dieser Streckziehform-Auflagefläche (8) ist ein von einer Metallblech-Auflagefläche (11) eingeschlossenes Luftkissen (7) ausgebreitet, das von einer durch die Bohrungen (4) geleiteten Druckluft (6) aufgebaut wird. Das Verfahren, 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, wird mit der angegebenen Anordnung umgesetzt. Es umfasst mehrere Schritte, welche alle Phasen an zeitabhängigen Luftdruck-, Temperatur- und Weg-Veränderungen während des Umformprozesses eines Metallbleches (2) angeben.

**Fig. 1**

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 Zwischenglühung 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 knittig 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 ausgangseitig 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 Umgebungsdruck 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. Daraufaufgehend 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 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.

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.

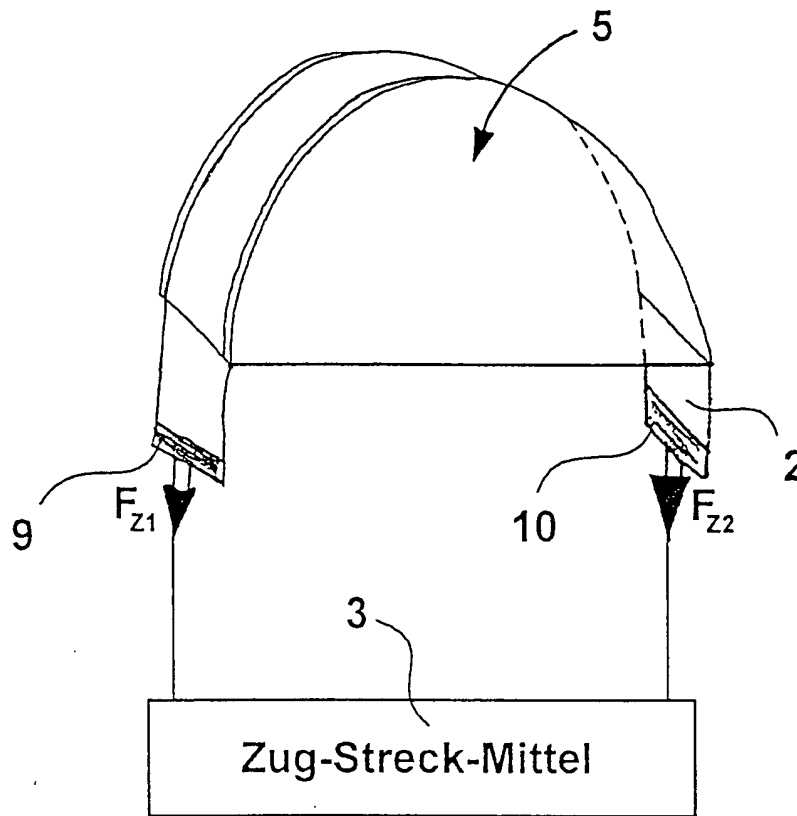


Fig. 2

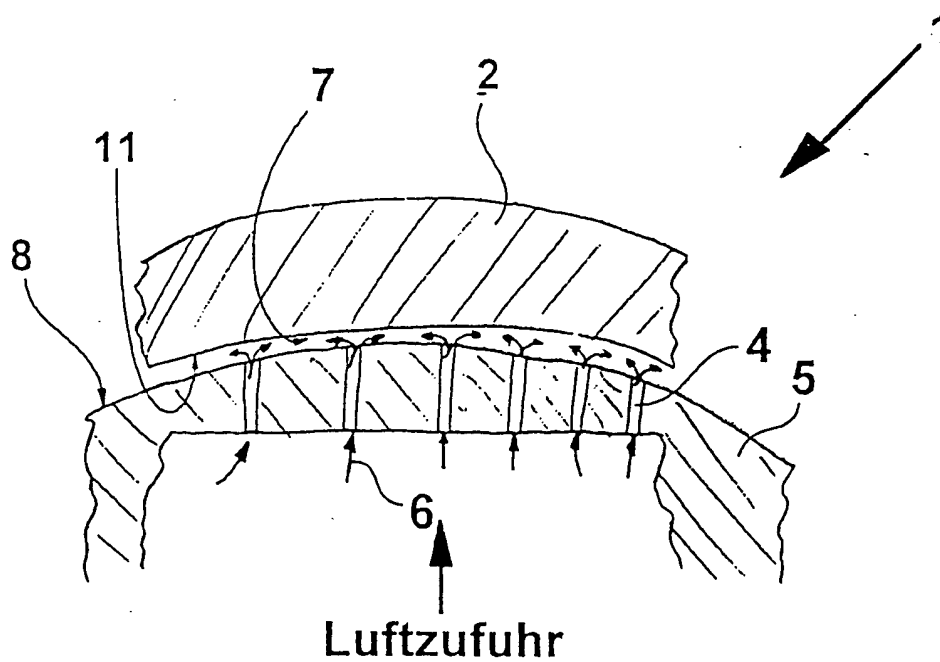


Fig. 1

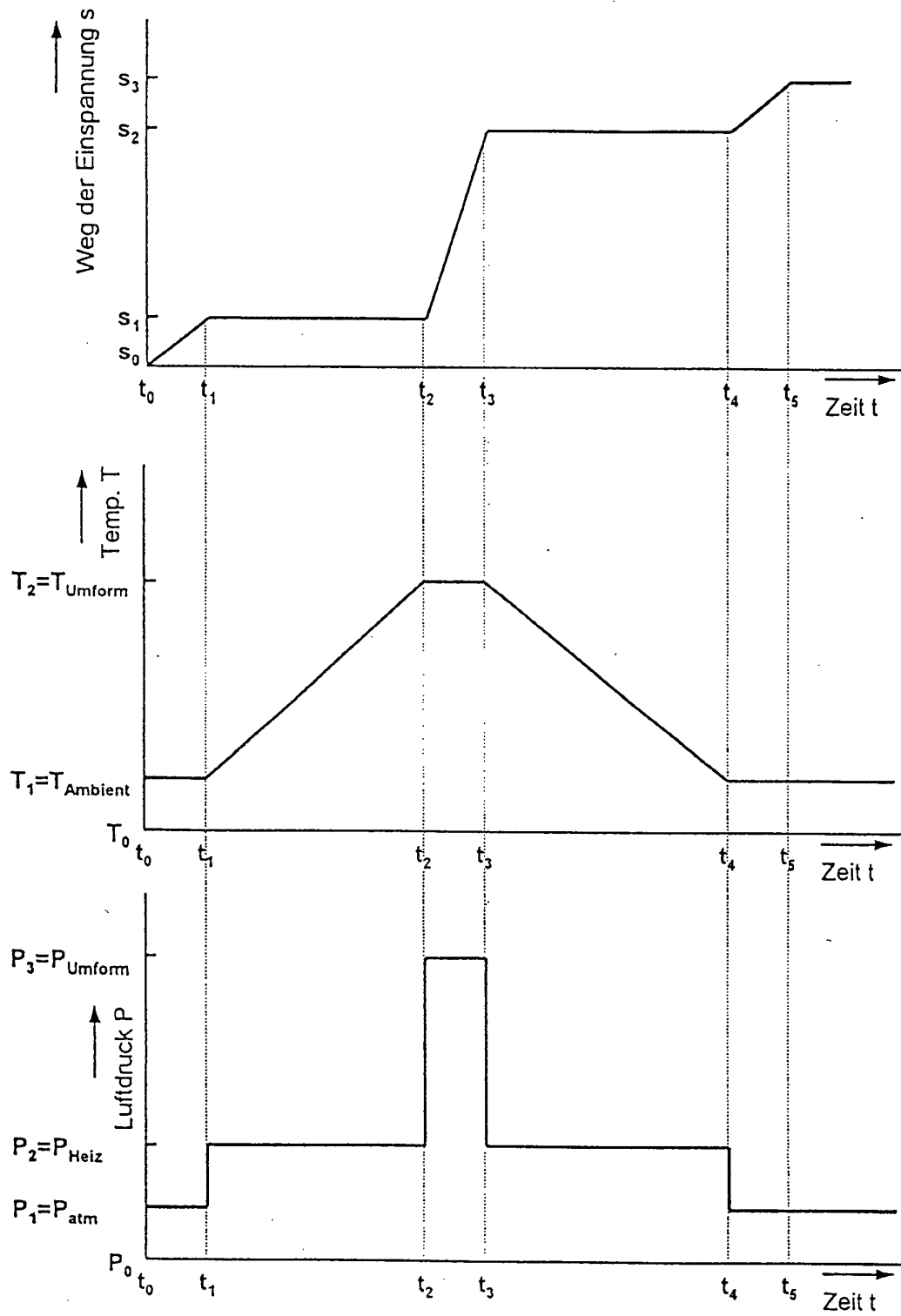


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 12 7928

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 6 063 216 A (GREEN WARWICK JOHN ET AL) 16. Mai 2000 (2000-05-16) * Abbildung 1 *	1,10,11	B21D25/02 B21D11/02
A	GB 543 040 A (ALFRED HENRY PETHER; STANDARD PRESSED STEEL CO) 6. Februar 1942 (1942-02-06) * Abbildungen 1-3 *	1,10,11	
A	US 2 808 501 A (AIKEN STOVALL FRANK ET AL) 1. Oktober 1957 (1957-10-01) * Abbildungen 1-3 *	1,10,11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 15. April 2002	Prüfer Vinci, V
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 01 12 7928

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

15-04-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6063216 A	16-05-2000	AU 735691 B2	12-07-2001
		AU 8742098 A	08-03-1999
		BR 9811197 A	25-07-2000
		CA 2300443 A1	25-02-1999
		EP 1017514 A1	12-07-2000
		WO 9908818 A1	25-02-1999
		JP 2001514974 T	18-09-2001
		ZA 9807264 A	02-11-1999
GB 543040 A	06-02-1942	KEINE	
US 2808501 A	01-10-1957	KEINE	

EPO FORM P0461

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