



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 849 011 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.06.1998 Patentblatt 1998/26**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B21D 26/02**

(21) Anmeldenummer: **97119522.7**

(22) Anmeldetag: **07.11.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: **20.11.1996 DE 19648091**

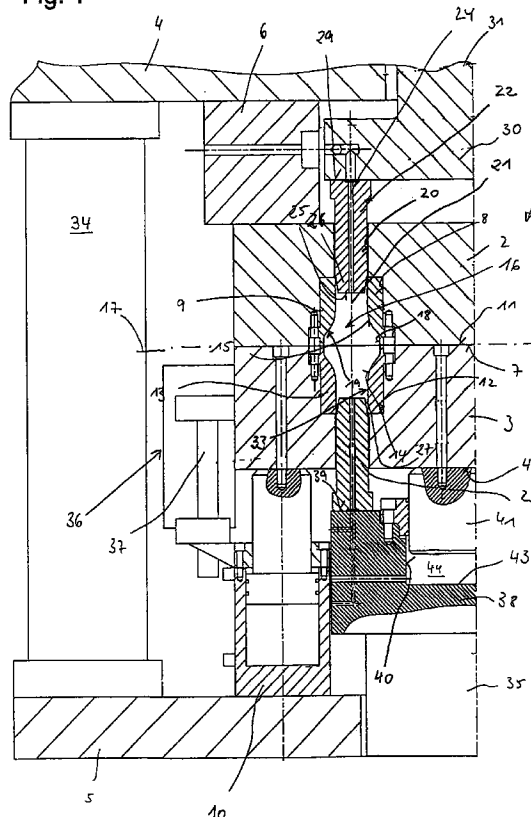
(71) Anmelder:  
**Daimler-Benz Aktiengesellschaft  
70546 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Augustin, Helmut  
21147 Hamburg (DE)**  
• **Blöcker, Henning  
21435 Stelle (DE)**  
• **Dudziak, Kai-Uwe, Dr.  
21435 Stelle (DE)**  
• **Hardtke, Uwe  
21629 Neu Wulmstorf (DE)**  
• **Rogowski, Carsten  
22307 Hamburg (DE)**

(54) **Verfahren und Einrichtung zur Herstellung von Hohlprofilen mit endseitigen Querschnittserweiterungen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Hohlprofilen mit endseitigen Querschnittserweiterungen und eine Einrichtung zu dessen Durchführung. Dabei wird ein hohler Rohling (28) durch Innenhochdruckumformen mittels eines diesen aufnehmenden Umformwerkzeuges (1) aufgeweitet und kalibriert und nach der Kalibrierung im Bereich der Aufweitung unter Bildung zweier Hohlprofile mit in Trennlage einander zugekehrten querschnittserweiterten Enden durchtrennt. Um aus einem hohlen Rohling Hohlprofile mit geringstmöglicher Ausschußquote und damit prozeßsicher herzustellen, die mit hohen Umformgraden endseitig querschnittserweitert sind, wird vorgeschlagen, den Rohling bei geöffnetem Umformwerkzeug aufzuweiten und gleichzeitig durch eine von außen auf zumindest eines der beiden Rohlingsenden axial gerichtete Druckkraft zu einem rotationsymmetrischen bauchigen Hohlprofil zu stauchen.

Fig. 1



EP 0 849 011 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Hohlprofilen mit endseitigen Querschnittserweiterungen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 9.

Ein gattungsgemäßes Verfahren bzw. eine gattungsgemäße Einrichtung ist aus der DE 44 44 759 A1 bekannt. Beim darin beschriebenen Verfahren zur Herstellung von Abgaseinlaßstutzen für Kraftfahrzeug-Katalysatoren wird ein rohrförmiger Rohling in die Gravur eines zweiteiligen Innenhochdruck-Umformwerkzeuges eingelegt, worauf das Umformwerkzeug geschlossen wird. Die Gravur jedes Werkzeugteils weist eine ausladende, von der axialen Längserstreckung der Rohlingsform abweichende keilförmige Ausnehmung auf, wobei die Ausnehmungen gleichförmig ausgebildet, jedoch spiegelverkehrt unter einem Drehwinkel von 180° um eine vertikale Achse versetzt zueinander angeordnet sind. Der Rohling und gleichzeitig die Gravur werden in der Schließstellung des Umformwerkzeuges beidseitig axial durch zwei mit einem Anschluß zur Einleitung von Hochdruckfluid versehene Stempel druckdicht verschlossen, welche während der durch das eingeleitete unter Hochdruck stehende Fluid erfolgende Aufweitung des Rohlings in die Ausnehmungen hinein Wandungsmaterial des Rohlings zur Mitte hin nachschieben. Der fertigumgeformte Rohling ist hierbei entsprechend der Gravurform im Aufweitungsbereich asymmetrisch ausgebildet. Nach Entnahme des umgeformten Rohlings wird dieser von einer Trennvorrichtung im Aufweitungsbereich mit einem planaren Schrägschnitt derart geteilt, daß zwei Hohlprofile identischer Form entstehen, deren in Trennlage einander zugekehrten Enden in der Weise bezüglich des restlichen hohlzylindrischen Verlaufes querschnittserweitert sind, daß sie eine schräg verlaufenden Trichterform aufweisen. Die Herstellung von Hohlprofilen mit derartig großen Umformgraden mittels des bekannten Verfahrens ist mit einer hohen Ausschußrate behaftet, da bei der Ausbildung von kleinen Radien an den Aufweitungsrändern, in diesem Fall sogar einseitig von 90°, den dazu erforderlichen sehr hohen Drücken von über 1000 bar und den hohen Umformgraden, d.h. dem Verhältnis von Einlegerohlingsdurchmesser zum größten Durchmesser des umgeformten Bauteils, von über 60% kann nicht genügend Wandungsmaterial trotz Nachschiebens über die Nachführstempel in den Aufweitungsbereich geliefert werden, so daß durch die in diesem Bereich entstehende Materialarmut die Wandung des Rohlings teilweise so dünn wird, daß es zum Bersten des Rohlings kommen kann. Das geeignete Nachfließen des Wandungsmaterials verhindert die hohe Reibung des von den Stempel nachgeschobenen Wandungsmaterials an der Gravur trotz Einbringen eines Schmierstoffes zwischen Gravur und Rohling.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren bzw. eine gattungsgemäße

Einrichtung zu dessen Durchführung dahingehend weiterzuentwickeln, daß aus einem hohlen Rohling Hohlprofile mit geringstmöglicher Ausschußquote und damit prozeßsicher hergestellt werden können, die mit hohen Umformgraden endseitig querschnittserweitert sind.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 hinsichtlich des Verfahrens und durch die Merkmale des Patentanspruches 9 hinsichtlich der Einrichtung gelöst.

Dank der Erfindung werden in einfacher Weise durch das gleichzeitige Aufweiten mittels eines Fluiddruckes und axiale, durch die Schließbewegung des anfangs des Umformvorgangs geöffneten Umformwerkzeuges bewirktes Zusammendrücken des Rohlings hohe Umformgrade ermöglicht, wobei ein hinsichtlich dem beim Umformen durch reines Aufweiten erforderlichen hohen Fluiddruck (> 1000 bar) vergleichsweise geringer Fluiddruck von etwa 200-300 bar aufzubringen ist. Damit wird die Fluiddruckerzeugungsanlage gleichfalls vereinfacht, da die für sehr hohe Drücke notwendigen Druckübersetzer entfallen. Die Abstimmung des Fluiddruckes und der Stauchbewegung erfolgt derart, daß die Knickgefahr für den Rohling praktisch auszuschließen ist. Durch das Stauchen wird ausreichend Material in die Aufweitzzone nachgeliefert, so daß sogar Umformgrade von über 90% möglich sind ohne daß eine Reißbildung oder gar eine Zerstörung des Rohlings durch Aufplatzen auftritt. Da keine Relativbewegung beim Umformprozeß zwischen dem Rohling und der Gravur des Umformwerkzeuges stattfindet, ergibt sich auch keine Reibung, so daß auf die übliche Schmierung verzichtet werden kann. Dies hat zur Folge, daß keine Probleme beim Wiederaufbereiten der Fluiddruckflüssigkeit durch filterverstopfende Schmierstoffe auftreten können. Die beim Umformprozeß entstehenden bauchigen rotationssymmetrischen Rohlinge sind in einfacher Weise durch einen einfachen Schnitt quer zu ihrer Längserstreckung in zwei Hohlprofile zu trennen. Aufgrund ihrer Rotationssymmetrie sind diese in der Verwendung als Anschlußstutzen für Katalysatorengehäuse für die herkömmlich ausgebildeten Gehäuse optimal geeignet, wobei durch den geradlinigen konischen Verlauf (straight cone) des zu einem derartigen Stutzen erfindungsgemäß umgeformten Hohlprofils bestmögliche Anströmungsverhältnisse für den Katalysatorkörper gewährleistet sind. Weiterhin erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren aufgrund der geringeren Ansprüche an ein hohes Umformvermögen den Einsatz von nichtrostenden ferritischen im Vergleich zu den bisher verwandten austenitischen Werkstoffen wesentlich preisgünstigeren Werkstoffen. Durch die Verwendung von ferritischen Werkstoffen können aufgrund der geringeren Wärmedehnung gegenüber austenitischen Werkstoffen kompaktere Hohlprofile bzw. aus diesen bestehende oder diese beinhaltende Zusammenbauten hergestellt werden.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung kön-

nen den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt:

Fig. 1 in einem seitlichen Längsschnitt einen Abschnitt des Umformwerkzeuges der erfindungsgemäßen Einrichtung,

Fig. 2 das Umformwerkzeug aus Fig. 1 in perspektivischer Darstellung,

Fig. 3a-g in einem seitlichen Längsschnitt die Herstellungsabfolge des erfindungsgemäßen Verfahrens mit dem Umformwerkzeug aus Fig. 1 einschließlich der Entnahme des fertigungsgestalteten Rohlings.

In Fig. 1 wie auch in Fig. 2 ist ein Innenhochdruck-Umformwerkzeug 1 dargestellt, welches aus zwei Werkzeughälften, einer oberen 2 und einer unteren 3 besteht. Das Umformwerkzeug 1 ist in einer Umformpresse integriert, die einen Pressenstößel 4 und einen Pressentisch 5 beinhaltet. Die obere Werkzeughälfte 2 ist über eine Kopfplatte 6 mit dem Pressenstößel 4 fest verbunden. Sie weist des weiteren eine auf pressenstößelabgewandter Stirnseite 7 eine Aussparung 8 auf, in die ein austauschbarer oberer Matrizeneinsatz 9 eingelassen und an der Stirnseite 7 mit der Werkzeughälfte 2 verschraubt ist. Die untere Werkzeughälfte 3 ist mit dem Pressentisch 5 über mehrere dort verankerte hydraulisch arbeitende Antriebszylinder 10 verbunden, die kreisförmig über die Unterseite 42 der unteren Werkzeughälfte 3 verteilt angeordnet sind und durch die die untere Werkzeughälfte 3 hubbeweglich antreibbar ist. In der der oberen Werkzeughälfte 2 zugewandten Stirnseite 11 der unteren Werkzeughälfte 3 ist eine hinsichtlich der Aussparung 8 gleichgestaltete Aussparung 12 ausgebildet, in welcher ein unterer Matrizeneinsatz 13 eingelassen und an der Stirnseite 11 mit der Werkzeughälfte 3 verschraubt ist.

Die Matrizeneinsätze 9,13 weisen jeweils hohle, die Einsätze 9,13 axial durchsetzende Gravurteile 14 und 15 auf, die bei Anlage aneinander eine gemeinsame rotationssymmetrische Gravur 16 bilden. Die beiden Gravurteile 14, 15 sind bezüglich der horizontal verlaufenden Trennebene 17 des Umformwerkzeuges 1 spiegelverkehrt zueinander angeordnet und weisen - ausgehend von der Trennebene 17 - zuerst einen ersten kürzeren hohlzylindrischen Abschnitt 18, dann anschließend einen zweiten konisch unter einem Winkel von etwa 45° sich verjüngenden Abschnitt 19 und einen dritten sich unmittelbar an diesen anschließenden längeren hohlzylindrischen Fortsatz 33 auf. Die Abschnitte 18 und 19 werden durch von der Kontur des Rohlings 28 abweichenden radialen Ausnehmungen der Gravur 16 gebildet. An die Gravurteile 14,15 schließt sich jeweils eine Führungsbohrung 20 an, die

die Werkzeughälften 2,3 koaxial zur Gravurachse 21 durchsetzen und in die jeweils ein Stempel 22,23 verschiebbar aufgenommen ist.

Die Stempel 22,23 weisen einen zentralen sie axial durchsetzenden Fluidkanal 24 auf, über den die Gravurteile 14,15 mit einer extern angeordneten Fluidhochdruckerzeugungsanlage verbunden sind. Die Stempel 22,23 sind auf gravurteilzugewandter Seite 25 als konisch sich verjüngender Zapfen 26 ausgebildet, wobei sich zwischen dem Gravurteil 14,15 und dem Zapfen 26 ein schräg verlaufender Ringspalt 27 ausbildet, in dem der umzuformende rohrförmige Rohling 28 durch die Keilwirkung verklemmend aufnehmbar ist. Die Aufnahme für den Rohling 28 bilden somit der Gravurteil 14,15 und der Zapfen 26 aus, wobei durch die Verklemmung des Rohlings 28 die Gravur 16 gegenüber der äußeren Umgebung eine fluidhochdruckdichte Abdichtung erreicht wird. In der Öffnungsstellung des Umformwerkzeuges 1 ist damit jeweils ein Ende eines eingebrachten Rohlings 28 gänzlich umschlossen und druckdicht gehalten. Auf gravurteilabgewandter Seite 29 des Stempels 22,23 ist dieser mit über eine Stempelplatte 30,38 mit einem hydraulisch arbeitenden Antriebszylinder 31,35 verbunden, durch welchen der Stempel 22,23 je nach Gebrauch anheb- oder absenkbar ist.

Es ist natürlich denkbar, die Aufnahme des Rohlings 28 im Umformwerkzeug 1 ohne Führungsbohrung 20 und Stempel 22,23 zu gestalten, so daß der sich an den zylindrischen Fortsatz 33 des Gravurteiles 14,15 anschließende Grund der Werkzeughälfte 2,3 und das Gravurteil 14,15 selbst die Aufnahme bilden. Gegebenenfalls kann am Grund entsprechend der Ausbildung des Stempels 22,23 ein Aufnahmezapfen angeformt sein. Diese werkzeugtechnisch einfache Alternative zu dem Vorsehen von verschiebbaren Stempeln 22,23 ist allerdings nur dann sinnvoll, wenn nach der eigentlichen Umformung des Rohlings 28 dieser nicht noch nachkalibriert werden muß, so daß auf eine Nachführung von Stempeln 22,23 zur Aufrechterhaltung einer ausreichenden Abdichtung verzichtet werden kann. Gleichfalls sollte die Anpressung des fertigungsgestalteten Rohlings 28 in den Gravurteilen 15,16 nicht so groß sein, daß eine Entnahme des aus dem Rohling 28 entstandenen bauchig aufgeweiteten Hohlprofils 47 aufgrund mangelnder aufzubringender hoher Entnahmekräfte einer Entnahmeverrichtung verhindert wird. Die Entnahme könnte dahingehend beispielsweise durch eine geeignete Schmierung zwischen Rohling 28 und Gravurteil 15,16 erleichtert werden.

Zur Herstellung von endseitig querschnittserweiterten Hohlprofilen mit Erweiterungen hohen Umformgrades (>90%) wird der Rohling 28 mit seinem unteren Ende 48 in die Aufnahme der unteren Werkzeughälfte 3 mittels eines Produktionsroboters eingesetzt, wobei der konische Abschnitt 19 des Gravurteiles 14 zur Einbringung des Rohlings 28 zentrierend wirkt (Fig.3a). Der Pressenstößel 4 befindet sich dabei mit der oberen

Werkzeughälfte 2 in einer oberen Endposition. Wie Fig. 2 entnehmbar, sind in der unteren Werkzeughälfte 3 in kreisförmiger Anordnung zueinander sechs Matrizen-einsätze 13 eingelassen, die parallel zueinander verlaufen und mit sechs Matrizen-einsätzen 9 in der oberen Werkzeughälfte 2 korrespondieren. Dadurch können in einem einzigen Arbeitsgang verfahrensökonomisch mehrere Rohlinge 28 gleichzeitig und unter gleichen Arbeitsbedingungen umgeformt werden.

Nach dem Einsetzen des Rohlings 28 in die Aufnahme der unteren Werkzeughälfte 3 wird die obere Werkzeughälfte 2 angetrieben vom Pressenstößel 4 in eine Fangposition abgesenkt (Fig. 3b), in der der gleichzeitig zum Pressenstößel 4 mittels des Arbeitszylinders 31 synchron angetriebene obere Stempel 22 in das obere Ende 32 des Rohlings 28 eingeschoben ist und in der oberen Aufnahme abdichtend verklemmt. Die Fangposition ist definiert durch die Höhe eines säulenförmigen Distanzkörpers 34, der einerseits am Pressentisch 5 fest verankert ist und auf dem andererseits der Pressenstößel 4 unter Einnahme einer während des weiteren Herstellungsprozesses ortsfesten Lage zu liegen kommt. Somit hat die obere Werkzeughälfte 2 in der Fangposition ihre unterste Absenkung erreicht, wobei der Pressenstößel 4 die erforderliche Schließkraft aufbringt.

Als dann wird die untere Werkzeughälfte 3 von den Antriebszylindern 10 angehoben, wobei der untere Stempel 23 angetrieben durch den zugehörigen unteren Antriebszylinder 35 synchron zur Anhebung der unteren Werkzeughälfte 3 angehoben wird. Bei der Anhebung wird über den Fluidkanal 24 mittels der Fluidhochdruckerzeugungsanlage ein Hochdruck auf den Rohling 28 innenseitig ausgeübt, der diesen aufzuweiten beginnt. Durch das Anheben der unteren Werkzeughälfte 3 wird gleichzeitig der Rohling 28 axial gestaucht, wobei die Stauchbarkeit von der Aufweitwirkung des Fluiddruckes begünstigt wird. Der Prozeß des Aufweitstauchens endet bei Anlage der beiden Werkzeughälften 2,3 aneinander, d.h. bei Erreichen der Schließstellung des Umformwerkzeuges 1 (Fig. 1). Der umgeformte Rohling 28 liegt dann nahezu, wenn nicht gar vollständig an der Gravur 16 des Umformwerkzeuges 1 an.

Um eine kontrollierte Umformung zu erhalten, ist die Abhängigkeit der Drucksteuerung der Anlage zur Fluiddruckerzeugung von der Bewegungssteuerung der unteren Werkzeughälfte 3 unerlässlich. Hierbei ist die Ausbildung der Bewegungssteuerung als Kennfeldsteuerung mit in einer elektronischen Steuereinheit gespeicherten Druck-Position-Wertepaaren sinnvoll, bei der der Druckwert eines momentan erzeugten Fluiddruckes einem Positionswert der einzunehmenden Stellung der unteren Werkzeughälfte 3 in vertikaler Richtung zugemessen wird, in die die untere Werkzeughälfte 3 je nach vorhergehender Lage dann angehoben oder abgesenkt wird. Zur Realisierung ist für die erfindungsgemäße Einrichtung eine Wegmeßvorrichtung 36

vorgesehen, deren Wegmeßgeber 37 an der hubbeweglichen unteren Werkzeughälfte 3 einenorts und ortsfest am unbeweglichen Teil der Arbeitszylinder 10 anderenorts angebracht ist. Der Wegmeßgeber 37 ist mit den hydraulisch arbeitenden Antriebszylindern 10 der unteren Werkzeughälfte 3 in der Weise gekoppelt, daß die von der Kennfeldsteuerung ausgegebenen Soll-Positionswerte ein Maß für die Größe und Richtung der Antriebskraft bilden. Die Ist-Position der unteren Werkzeughälfte 3 wird danach der Soll-Position durch Erhöhung bzw. Erniedrigung der Antriebskraft der Antriebszylinder 10 angeglichen.

Als Alternative zur oben beschriebenen Steuerung der unteren Werkzeughälfte 3 ist gleichermaßen denkbar, daß diese mittels in besagter Steuereinheit gespeicherter, vorprogrammierter Antriebswerte bewegungs-gesteuert ist. Danach wird der zu erzeugende Druck der Fluiddruckerzeugungsanlage gesteuert, wobei diese Steuerung ebenfalls eine Kennfeldsteuerung mit in der elektronischen Steuereinheit gespeicherten Position-Druck-Wertepaaren ist. Die Steuerung erfolgt derart, daß ein von der mit den Antriebszylindern 10 der unteren Werkzeughälfte 3 gekoppelten Wegmeßvorrichtung 36 in Abhängigkeit von einem momentanen antriebs-spezifischen Wert, vorzugsweise der Antriebskraft ausgegebener, auf die momentane Stellung der unteren Werkzeughälfte 3 bezogener sensorisch erfaßter Positionswert über das Kennfeld einem Soll-Druckwert des von der Fluiddruckerzeugungsanlage zu erzeugenden Fluiddruckes zugemessen ist, worauf die Druckerzeugungsanlage ihren vorhergehenden Ist-Druckwert dem Soll-Druckwert angleicht.

Nach dem Schließen des Umformwerkzeuges 1 wird die Bewegungssteuerung der unteren Werkzeughälfte 3 von der Drucksteuerung abgekoppelt. Danach wird unter hohem Fluiddruck zwischen 800 und 1000 bar die vorläufige Form des umgeformten Rohlings 28 in den Endzustand kalibriert, wonach dieser an die Gravurform angepreßt wird und wobei die kleinen Radien am Rohling 28 erzeugt werden (Fig. 3c). Da es sich hierbei nur um eine geringe Umformung handelt, muß nur wenig Wandungsmaterial nachfließen. Dieses fließt unter Einwirkung des Fluiddruckes von selbst zum Aufweitbereich mit geringfügiger Verkürzung des den zylindrischen Fortsätzen 33 der Gravur 16 entsprechenden zylindrischen Abschnittes des umgeformten Rohlings 28. Es ist somit kein Nachführstempel bekannter Art notwendig, über den Wandungsmaterial mit großem Kraftaufwand nachgeliefert wird. Aufgrund der gleichermaßen geringen Relativbewegung des Rohlings 28 zur Gravur 16 ist nur eine leichte Schmierung erforderlich. Natürlich ist es auch prinzipiell denkbar, mittels des Stempels 22,23 Wandungsmaterial nachzuschieben.

Um die Dichtigkeit des Rohlings 28 und der Gravur 16 bei der axialen Verkürzung des Rohlings 28 zu gewährleisten, ist allerdings ein Nachführen des jeweiligen Stempels 22,23 notwendig. Dabei bringen die Stempel 22,23 jedoch keine zusätzliche den Rohling 28

stauchende Kraft auf, sondern werden nur mit der Verkürzungsbewegung mitverschoben. Die Stempel 22,23 sind zur Nachführung in Schließstellung des Umformwerkzeuges 1 in Abhängigkeit vom Kalibrierdruck nach einem Kennfeld verschiebbar gesteuert, in dem der Druckwert des momentanen Fluiddruckes einem Verschiebewert für den Stempel 22,23 zugeordnet wird, der von einem hier nicht gezeigten Wegmeßsystem auf den Stempelantrieb übertragen wird. Zur Verschiebung des unteren Stempels 23 relativ zur unteren Werkzeughälfte 3 ist in der Oberseite 39 der unteren Stempelplatte 38 ein Distanzzylinder 40 angeordnet, dessen Kolben 41 an der Unterseite 42 der unteren Werkzeughälfte 3 befestigt ist. Der Kolben 41 begrenzt mit dem Zylindergrund 43 einen Druckraum 44. Die Wechselwirkung der Druckkraft innerhalb des Druckraumes 44 und die Antriebskraft des Antriebszylinders 35 definieren die Lage des Stempels 23 relativ zur unteren Werkzeughälfte 3. Zum Nachführen des Stempels 23 wird der Druck innerhalb des Druckraumes 44 bedarfsgerecht erniedrigt, wonach der Kolben 41 tiefer in den vom Antriebszylinder 35 getriebenen Distanzzylinder 40 eintaucht. Der Stempel 23 wird somit in den Gravurteil 14 hineinverschoben. Der Stempel 22 wird synchron zum Stempel 23 durch entsprechende Betätigung des Antriebszylinders 31 in den Gravurteil 15 hineinverschoben.

Nach erfolgter Kalibrierung wird der Fluiddruck entspannt, worauf der Pressenstößel 4 mit der oberen Werkzeughälfte 2 und dem Stempel 22 in seine obere Endposition angehoben wird und das Umformwerkzeug 1 sich somit öffnet. Dabei wird der fertigungsgestaltete Rohling 28 bis zur Trennebene 17 freigegeben (Fig. 3d). Um das Hohlprofil 47 in einfacher Weise aus dem unteren Gravurteil 14 zu entnehmen, wird im Druckraum 44 der Druck noch weiter abgesenkt, wonach der Kolben 41 noch tiefer in den Distanzzylinder 40 eintaucht, wodurch angetrieben durch den Antriebszylinder 35 der Stempel 23 weiter in den Gravurteil 14 hineinverschoben wird. Dabei beaufschlagt er axial das Hohlprofil 47 und schiebt diesen gleichermaßen aus der Aufnahme heraus, bis die oberste Verschiebestellung des Stempels 23 erreicht ist, in der der untere Öffnungsrand 45 des Hohlprofils 47 im Übergang hohlzylindrischen Fortsatzes 33 zum von diesem aus konisch erweiterten Abschnitt 19 des Gravurteils 14 der unteren Werkzeughälfte 3 angeordnet ist (Fig. 3e). Denkbar sind jedoch auch Stellungen über diese hinaus. Um die Haftung der oberen Werkzeughälfte 2 am Hohlprofil 47 im Gegensatz zu der der unteren Werkzeughälfte 3 zu verringern, kann die Trennebene 17 der beiden Werkzeughälften 2,3 zu dem konischen Abschnitt 19 des oberen Gravurteils 15 hinversetzt sein, so daß der untere Gravurteil 14 axial länger ist als der obere. In diesem Fall bildet die Trennebene 17 nicht wie bisher die Spiegelebene zwischen den Gravurteilen 14,15.

Eine mit einem zangenförmigen Greifer 46 bestückte robotische Entnahmevorrichtung untergreift

die bauchige Aufweitung des Hohlprofils 47 form-schlüssig und stützt sich dabei an der Stirnseite 11 der unteren Werkzeughälfte 3 ab. Anschließend wird der Druck im Druckraum 44 erhöht und gleichzeitig die Antriebskraft des Antriebszylinders 35 verringert. Dabei wird die untere Stempelplatte 38 samt Stempel 23 nach unten zurückgezogen, wobei das Hohlprofil 47 durch die Hintergreifung mittels des Greifers 46 vom Stempel 23 abgestreift wird (Fig. 3f). Hierauf ist das Hohlprofil 47 von der unteren Werkzeughälfte 3 vollständig losgelöst, so daß die Entnahme des Hohlprofils 47 erfolgen kann (Fig. 3g). Anstelle eines Greifers 46 ist auch eine Entnahme mit einem saugnapfbestückten Roboterarm denkbar. Schließlich wird die untere Werkzeughälfte 3 in ihre untere Ausgangsposition unter Hydraulikdruckentspannung der Antriebszylinder 10 mittels ihres Eigengewichtes zurückgefahren.

Angemerkt sei an dieser Stelle, daß der Stempel 22,23 in werkzeugtechnisch einfacher und bezüglich des Arbeitsablaufes einfacher Weise sowohl die Funktion des Abdichtens der Gravur 16 und des Rohlings 28 als auch der Bildung der Aufnahme für den Rohling 28 sowie des Auswerfens des fertigungsgestalteten Rohlings 28 in sich trägt.

Nach der Entnahme wird der umgeformte Rohling 28 im Bereich seiner Ausbauchung mittig durch einen quer zu seiner Längserstreckung verlaufenden Schnitt mittels einer geeigneten Trennvorrichtung beispielsweise mittels eines Lasers in zwei identische Hohlprofile mit querschnittserweitertem Ende getrennt. Die Herstellung von einem Doppelteil pro Gravur 16 in einem Arbeitsgang erbringt damit für den Umformvorgang eine sehr hohe Effektivität und Produktivität. Die beschriebene Form der Gravur 16 und der Hohlprofile dienen in besonderer Anwendung als Anschlußstutzen für Katalysatorengehäuse, die mit diesen verschweißt werden.

Alternativ kann der Distanzzylinder 40 während des Umformvorganges für eine starre Verbindung zwischen der unteren Stempelplatte 38 und der unteren Werkzeughälfte 3 sorgen. Die Zylinder 10 werden durch die Bewegung des als Umformzylinder dienenden Antriebszylinder 35 des Stempels 23 mitgeschleppt. Bei Erreichen der Anlagestellung der beiden Werkzeughälften 2,3 werden die Zylinder 10 mit hohem Druck beaufschlagt, um das Umformwerkzeug 1 beim nachfolgenden Kalibriervorgang geschlossen zu halten. Der Distanzzylinder 40 wird dagegen drucklos geschaltet, so daß ein Nachführen des Stempels 23 während des Kalibrierens möglich wird, um den Druck innerhalb der Gravur 16 aufrechterhalten zu können.

Alternativ zur Umformung durch eine einerseits ortsfeste obere Werkzeughälfte 2 und eine andererseits hubbewegliche untere Werkzeughälfte 3 ist auch denkbar, daß die untere Werkzeughälfte 3 ortsfest angeordnet ist und daß die obere, mit dem Pressenstößel 4 einer Umformpresse fest verbundene Werkzeughälfte 2 hubbeweglich ist und zur Umformung des Rohlings 28

auf die untere Werkzeughälfte 3 verfahrbar ist. Hierzu entfällt natürlich der Distanzkörper 34. Bezüglich der Steuerung des Pressenstößels 4 in Abstimmung mit der Fluidhochdrucksteuerung gilt oben gesagtes. Im übrigen ist auch eine Steuerung denkbar, bei der beide Werkzeughälften 2,3 hubbeweglich sind und bis in die Anlagstellung aneinander aufeinanderzu verfahren werden können.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Hohlprofilen mit endseitigen Querschnittserweiterungen, wobei ein hohler Rohling durch Innenhochdruckumformen mittels eines diesen aufnehmenden aus zwei Hälften bestehenden Umformwerkzeuges aufgeweitet und kalibriert wird und nach der Kalibrierung im Bereich der Aufweitung unter Bildung zweier Hohlprofile mit in Trennlage einander zugekehrten querschnittserweiterten Enden durchtrennt wird,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Rohling (28) in einem kontinuierlich ablaufenden Vorgang bei geöffnetem Umformwerkzeug (1) aufgeweitet und gleichzeitig durch eine von außen auf zumindest eines der beiden Rohlingsenden (32,48) axial gerichtete Druckkraft zu einem rotationssymmetrischen bauchigen, der gewünschten Endform des Hohlprofiles (47) angenäherten Vorform gestaucht wird, wobei die Ausbauchung spiegelsymmetrisch zur Mittelquerachse des Hohlprofiles (47) ausgebildet ist, und daß danach im Schließzustand des Umformwerkzeuges (1) die durch den Aufweitstauchvorgang erhaltene vorläufige Form des umgeformten Rohlings (28) mittels eines gegenüber dem Innendruck beim Aufweitstauchen gesteigerten Innendruckes in eine an der Gravur (16) des Umformwerkzeuges (1) gänzlich angepreßte Endform des Hohlprofiles (47) kalibriert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß das nach dem Innenhochdruckumformen erzeugte Hohlprofil (47) nach dessen Entnahme aus dem Umformwerkzeug (1) im Bereich seiner Ausbauchung mittig in Querrichtung zur Längserstreckung des Hohlprofiles (47) getrennt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß beim Kalibrieren axial Wandungsmaterial des Rohlings (28) zu dessen bauchigen Bereich hin nachgeschoben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß am Rohling (28) durch den Umformvorgang ein konisch aufgeweiteter Bauchbereich erzeugt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß durch die Trennung des Hohlprofiles (47) im Bauchbereich formgleiche Einzelhohlprofile als Anschlußstutzen für Katalysatorengehäuse hergestellt werden.

6. Einrichtung zur Herstellung von Hohlprofilen mit endseitigen Querschnittserweiterungen, mit einem aus zwei in vertikaler Richtung relativ zueinander verfahrbaren und in Schließstellung aufeinanderliegenden Werkzeughälften bestehenden Innenhochdruck-Umformwerkzeug, das eine von den einander zugekehrten Stirnseiten beider Werkzeughälften gebildete Gravur zum Einbringen eines umzuformenden hohlen länglichen Rohlings aufweist, die von der Kontur des Rohlings abweichende radiale Ausnehmungen aufweist, mit einer Fluiddruckerzeugungsanlage, mittels der nach Einleiten eines Druckfluides in den Rohling ein diesen aufweitender Hochdruck aufbringbar ist, mit einer Vorrichtung zur axialen fluidhochdruckdichten Abdichtung der Gravur, und mit einer extern angeordneten Trennvorrichtung, mittels der im Bereich der Aufweitung des Rohlings dieser in zwei Hohlprofile mit querschnittserweiterten Enden trennbar ist, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Trennebene (17) der Werkzeughälften (2,3) quer zur Längserstreckung der rotationssymmetrisch ausgebildeten Gravur (16) verläuft und von der mittig durch die den Aufweitbereich bildenden radialen Ausnehmungen der aus zwei hohlen Gravurteilen (14,15) bestehenden Gravur (16) verlaufenden Spiegelebene zur oberen Werkzeughälfte (2) hin derart versetzt beabstandet ist, daß sie den Übergang von einem von der Trennebene (17) ausgehenden hohlzylindrischen Abschnitt (18) des Gravurteils (15) zu einem sich an diesen anschließenden sich verjüngenden Abschnitt (19) bildet,  
daß die Werkzeughälften (2,3) eine Aufnahme aufweisen, in der in einer Öffnungsstellung des Umformwerkzeuges (1) jeweils ein Ende (32,48) eines eingebrachten Rohlings (28) gänzlich umschlossen und druckdicht gehalten ist, wobei die Aufnahmen von linear verlaufen-

den hohlzylindrischen Fortsätzen (33) der Gravur (16) und von konisch ausgebildeten Enden jeweils eines Stempels (22,23) gebildet sind, der in einer die jeweilige Werkzeughälfte (2,3) durchsetzenden und im Gravurteil (16) der Werkzeughälfte (2,3) ausmündenden Führungsbohrung (20) mit einem hinsichtlich der beweglichen Werkzeughälfte gesonderten Antrieb verschiebbar geführt ist, und daß die Einrichtung eine Steuereinheit zur Steuerung der Relativbewegung der Werkzeughälften (2,3) zueinander beinhaltet, welche Steuerung mit der Drucksteuerung der Fluiddruckerzeugungsanlage korreliert ist, derart, daß die Werkzeughälften (2,3) - ausgehend vom offenen Umformwerkzeug (1) - sich in einer resultierenden axialen Stauchwirkung auf den sich gleichzeitig durch Innenhochdruck aufweitenden Rohling (28) in einer kontinuierlichen Bewegung einander annähern, bis die Anlagestellung der beiden Werkzeughälften (2,3) erreicht ist, die die Schließstellung des Umformwerkzeuges (1) bildet, in der die Bewegungssteuerung von der Drucksteuerung abgekoppelt ist, wonach die Fluiddruckerzeugungsanlage zum Kalibriervorgang des aufweitgestauchten Hohlprofiles (47) einen gegenüber dem Fluiddruck beim Aufweitstauchen erheblich höheren Fluiddruck erzeugt.

7. Einrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß die obere Werkzeughälfte (2) an einem Pressenstößel (4) einer Umformpresse befestigt ist, der auf einen am Pressentisch (5) verankerten Distanzkörper (34) verfahrbar ist, wobei die obere Werkzeughälfte (2) eine Fangposition einnimmt, in der der eingebrachte Rohling (28) in der dortigen Aufnahme gehalten ist.

8. Einrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß die untere Werkzeughälfte (3) mit einem hinsichtlich der oberen Werkzeughälfte (2) separaten Antrieb versehen ist, mittels dessen sie hubbeweglich verfahrbar ist.

9. Einrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Stempel (23) der unteren Werkzeughälfte (3) derart angetrieben ist, daß er beim Annäherungsvorgang der beiden Werkzeughälften (2,3) bis zum Erreichen deren Anlagestellung aneinander stets die gleiche

Relativlage zur unteren Werkzeughälfte (3) aufweist und in Anlagestellung relativ zur Lage der unteren Werkzeughälfte (3) verschiebbar ist.

10. Einrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Form eines jeden Gravurteils (14,15) entsprechend eines konischen Anschlußstutzens für einen Katalysator ausgebildet ist.

11. Einrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Stempel (23) der unteren Werkzeughälfte (3) nach durch eine Hubbewegung der oberen Werkzeughälfte (2) erfolgter Freigabe des oberen Endes (32) des fertigungsgestalteten Rohlings (28) soweit in den Gravurteil (14) der unteren Werkzeughälfte (3) hinein verschiebbar ist, daß der von ihm mitverschobene Rohling (28) von einer Entnahmevorrichtung der Herstellungseinrichtung abgreifbar ist.

12. Einrichtung nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß in der Abgreifstellung der Entnahmevorrichtung der Stempel (23) eine Rückzugslage in der Führungsbohrung (20) einnimmt, in der er von einer Beaufschlagung des fertigungsgestalteten das Hohlprofil (47) bildenden Rohlings (28) abgekoppelt ist.

13. Einrichtung nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß die oberste Verschiebestellung des Stempels (23) die ist, in der der untere Öffnungsrand (45) des vom umgeformten Rohling (28) gebildeten Hohlprofiles (47) im Übergang der Aufnahme zur Ausnehmung des Gravurteils (14) der unteren Werkzeughälfte (3) angeordnet ist.

14. Einrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß das Umformwerkzeug (1) mehrere parallel zueinander angeordnete Gravuren (16) mit zugehörigen Aufnahmen für den jeweils einzubringenden Rohling (28) aufweist.

15. Einrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Bewegungssteuerung der unteren Werkzeughälfte (3) zugeordnet ist, wobei die

Steuerung eine Kennfeldsteuerung mit in der elektronischen Steuereinheit gespeicherten Druck-Position-Wertepaaren ist, bei der der Druckwert eines momentan erzeugten Fluiddruckes einem Positionswert der einzunehmenden Stellung der unteren Werkzeughälfte (3) zugemessen ist, in die die untere Werkzeughälfte (3) je nach Lage anhebbar oder absenkbar ist.

5

16. Einrichtung nach Anspruch 15,  
**dadurch gekennzeichnet,**

10

daß die Einrichtung eine Wegmeßvorrichtung (36) enthält, deren Wegmeßgeber (37) an der hubbeweglichen unteren Werkzeughälfte (3) einenenends und ortsfest anderenends angebracht ist und die mit dem Antrieb der unteren Werkzeughälfte (3) in der Weise gekoppelt ist, daß die von der Kennfeldsteuerung ausgegebenen Positionswerte ein Maß für die Größe und Richtung der Antriebskraft bilden.

15

20

17. Einrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**

25

daß die untere Werkzeughälfte (3) mittels in der Steuereinheit gespeicherter, vorprogrammierter Antriebswerte bewegungsgesteuert ist.

30

18. Einrichtung nach Anspruch 17,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Drucksteuerung der Fluiddruckerzeugungsanlage eine Kennfeldsteuerung mit in der elektronischen Steuereinheit gespeicherten Position-Druck-Wertepaaren ist, bei der ein von einer mit dem Antrieb der unteren Werkzeughälfte (3) gekoppelten Wegmeßvorrichtung (36) in Abhängigkeit von dem momentanen Antriebswert ausgegebener, auf die momentane Stellung der Werkzeughälfte (3) bezogener Positionswert einem Soll-Druckwert des von der Fluiddruckerzeugungsanlage zu erzeugenden Fluiddruckes zugemessen ist, dem die Druckerzeugungsanlage ihren vorhergehenden Ist-Druckwert angleicht.

35

40

45

19. Einrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**

50

daß die untere Werkzeughälfte (3) ortsfest angeordnet ist und daß die obere, mit einem Pressenstößel (4) einer Umformpresse fest verbundene hubbewegliche Werkzeughälfte (2) zur Umformung des Rohlings (28) auf die untere Werkzeughälfte (3) verfahrbar ist.

55

20. Einrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,** daß die Stempel (22,23) in Schließstellung des Umformwerkzeuges (1) in Abhängigkeit vom Kalibrierdruck derart verschiebbar gesteuert sind, daß sie entsprechend der aufweitbedingten Verkürzung des Rohlings (28) nachführbar sind.



Fig. 1

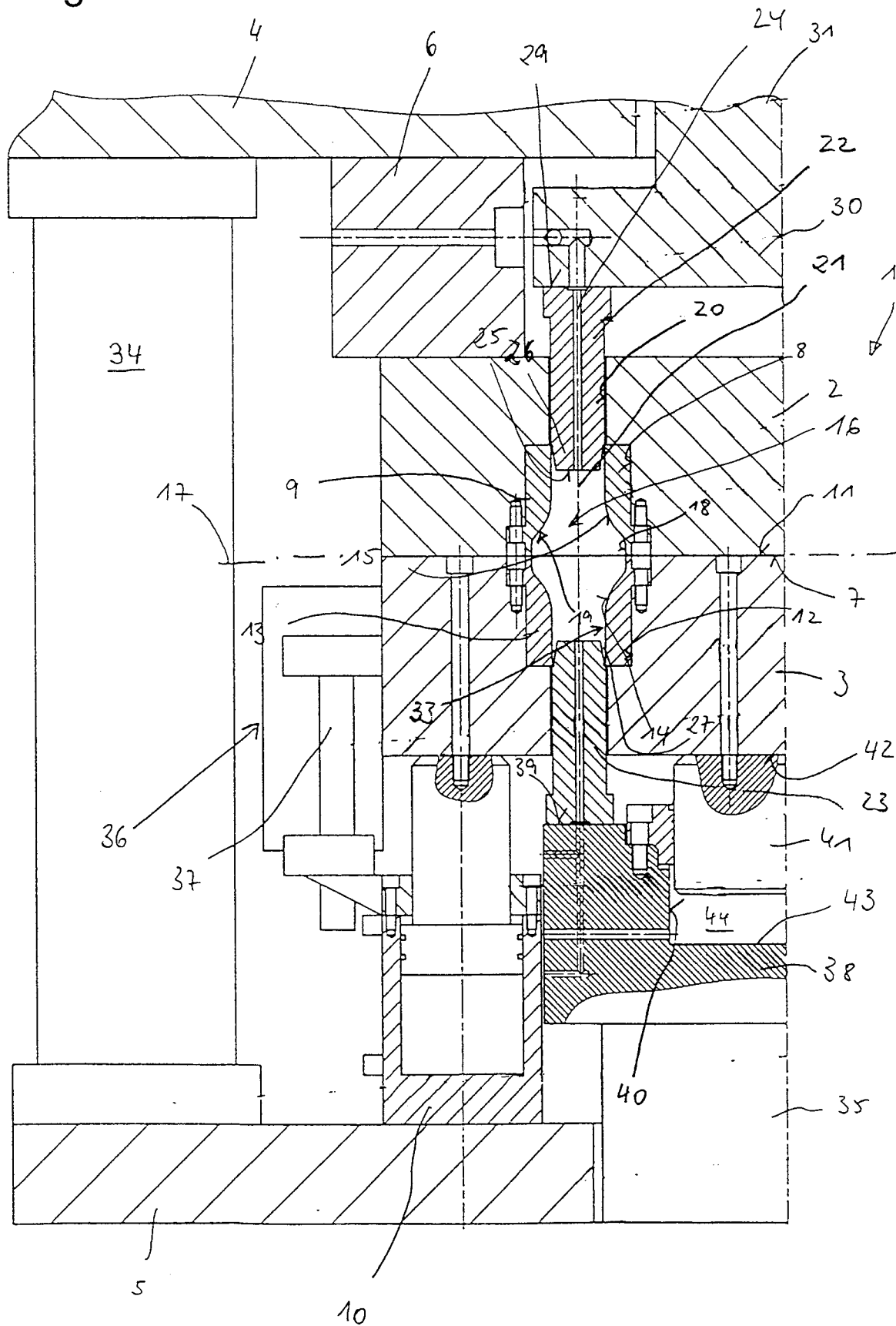
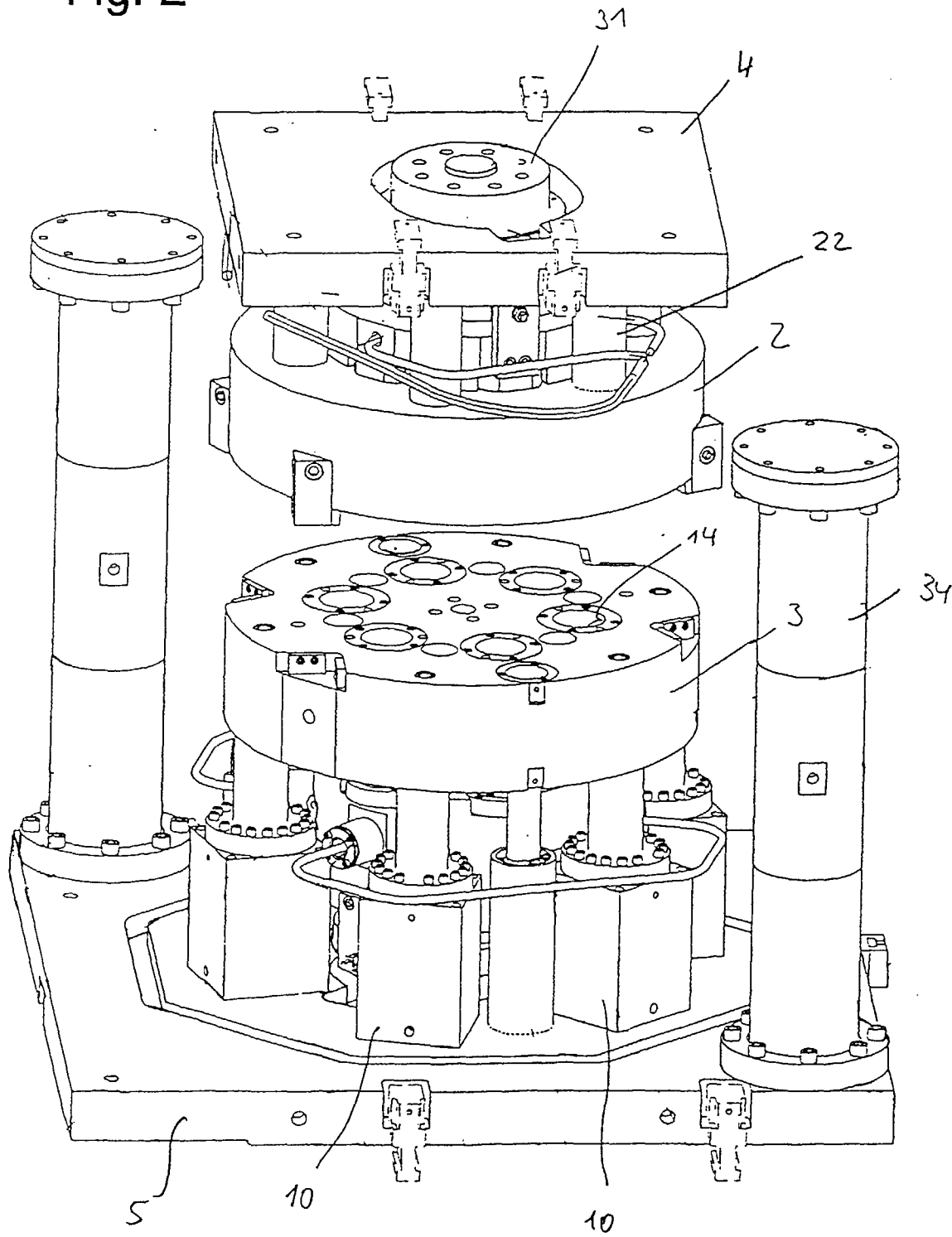


Fig. 2



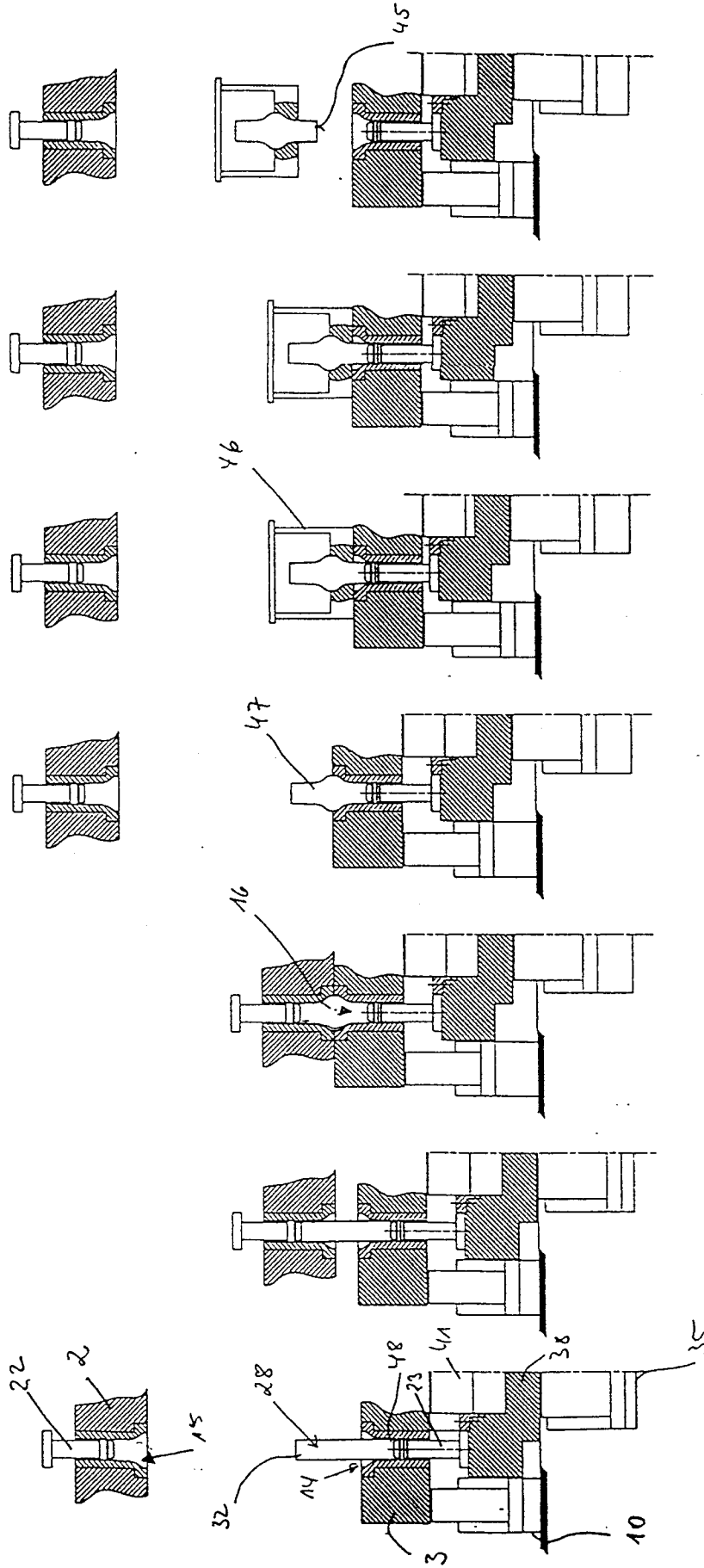


Fig. 3a Fig. 3b Fig. 3c Fig. 3d Fig. 3e Fig. 3f Fig. 3g



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 11 9522

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,Y	DE 44 44 759 A (EBERSPAECHER J) * das ganze Dokument *	1-6	B21D26/02
Y	EP 0 439 764 A (EUROPA METALLI LMI) * Spalte 4, Zeile 9 - Spalte 5, Zeile 47; Abbildungen 8,9 *	1-6	
A	F. KLAAS: "Aufweitstauchen von Rohren durch Innenhochdruckumformen" VDI-ZEITSCHRIFT, Bd. 130, Nr. 4, April 1988, DÜSSELDORF, Seiten 65-67, XP002056438 * das ganze Dokument *	1	
A	CH 525 046 A (TOKYU SHARYO SEIZO K. K.)		
A	US 4 730 474 A (IWAKURA SHOTA ET AL)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B21D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
BERLIN		20. Februar 1998	Korth, C-F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)