

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 876 860 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.11.1998 Patentblatt 1998/46

(51) Int. Cl.⁶: **B21D 26/02**, B21D 53/90

(21) Anmeldenummer: 98107665.6

(22) Anmeldetag: 28.04.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY 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: 09.05.1997 DE 19719628

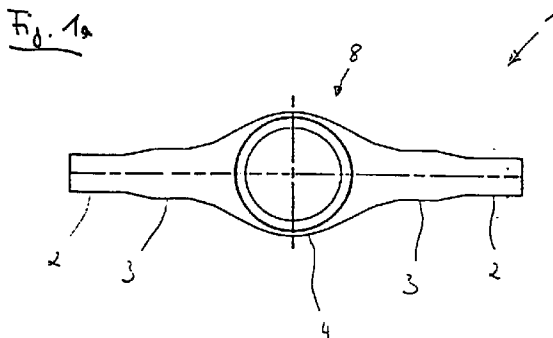
(71) Anmelder:
**Daimler-Benz Aktiengesellschaft
70567 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Hülsberg, Thomas
21224 Rosengarten (DE)**
• **Pünjer, Ralf
21217 Seevetal (DE)**

(54) Verfahren und Einrichtung zur Herstellung von ausgebauchten Hohlprofilen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Herstellung von ausgebauchten Hohlprofilen. Dabei wird das Hohlprofil mittels Innenhochdruckumformen unter Benutzung des Aufweitstauchens von einer längeren, schlanken, linearen rohrförmigen Ausgangsform in eine kürzere ausgebauchte Endform gebracht wird. Um in einfacher Weise ein Hohlprofil mit einer Ausbauchung hohen Umformgrades prozeßsicher

herzustellen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß das Hohlprofil vor der Innenhochdruck-Umformung im Bereich der auszubildenden Ausbauchung abgeplattet wird und daß danach unter Beibehaltung der Abplattung die Innenhochdruck-Umformung des Restumfangs des Hohlprofiles an dieser Stelle erfolgt.



EP 0 876 860 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von ausgebauchten Hohlprofilen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und eine Einrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 14 zur Durchführung des Verfahrens.

Ein gattungsgemäßes Verfahren bzw. eine gattungsgemäße Einrichtung ist aus der EP 0 439 764 B1 bekannt. Hierbei wird die Unterart des Innenhochdruck-Umformens, das Aufweitstauchen beschrieben, bei dem ein lineares rohrförmiges Hohlprofil beiderseits in jeweils eine rückseitig verschlossene hohlzylindrische Hohlprofilaufnahme eingesteckt wird. In jeder Hohlprofilaufnahme ist dazu ein zylindrischer Stempel mit geringem Spiel aufgenommen, der im Bereich seiner Stirnseite stufig verjüngt ist, wodurch der Stempel mit der Aufnahmewandung einen ringförmigen Spalt ausbildet. In diesen Spalt wird das Hohlprofil verklemmen eingesteckt. An den einander zugewandten Stirnflächen ist jeweils eine Matrize mit einer bauchigen zur anderen Matrize geöffneten Aussparung befestigt, wobei in der späteren Anlage der beiden Matrizen aneinander die Aussparungen die gesamte Gravur ausbilden. Die Tennebene des von den Matrizen gebildeten Innenhochdruck-Umformwerkzeuges verläuft somit quer zur axialen Erstreckung des Hohlprofils, wobei die Matrizen zentrale Durchführungen aufweisen, die von dem Hohlprofil durchragt werden. In den Stempeln ist ein Fluidkanal ausgebildet, der nach außen hin an eine Fluidhochdruck-Erzeugungsanlage angeschlossen ist. Nach Befüllen des Hohlprofils über den Fluidkanal wird das Fluid durch Anlegen eines Hochdruckes gespannt, wonach das Hohlprofil sich im Bereich der Aussparung aufweitert, bis es bei Anlage der Matrizen aneinander eine rotationssymmetrische Ausbauchung ausbildet. Gleichzeitig werden die Hohlprofilaufnahmen mittels eines Antriebs aufeinanderzubewegt, wodurch das Hohlprofil gestaucht wird. Da das Hohlprofil bezüglich seiner Enden in dem Stauchvorgang keine axiale Relativbewegung zur Hohlprofilaufnahme und zur Matrize ausführt, entsteht keine Reibung zwischen Hohlprofilaufnahme bzw. Matrize und Hohlprofil, die unter Aufwendung einer besonders hohen Kraft und dadurch unter Gefahr einer ungewünschten Auffaltung der Hohlprofilwandung überwunden werden müßte. Weiterhin unterstützt die Stauchung das Aufweiten durch die zusätzliche von ihr aufgebrachte Umformung und durch das nachgeschobene Hohlprofilmaterial, wodurch der aufzubringende Aufweitdruck reduziert werden kann. Beim Aufweitstauchen werden zwar höhere Umformgrade ermöglicht als beim normalen Aufweiten, jedoch versagt das Material des Hohlprofils im Umformvorgang bei Vorgabe der in der Druckschrift (Fig. 9) gezeigten kleinen Aufweitradien und von gleichzeitig hohen Umformgraden ($>80^\circ$ bezüglich der urpünglichen rohrförmigen Ausgangsform), wonach das Hohlprofil birst.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein gattungsgemäßes Verfahren bzw. eine gattungsgemäße Einrichtung dahingehend weiterzubilden, daß in einfacher Weise ein Hohlprofil mit einer Ausbauchung hohen Umformrades prozeßsicher hergestellt werden kann.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 hinsichtlich des Verfahrens und durch die Merkmale des Patentanspruches 14 hinsichtlich der Einrichtung gelöst.

Dank der Erfindung wird durch die vorhergehende Abplattung des Hohlprofils im Ausbauchbereich zum einen das Hohlprofil in eine Aufweitrichtung von vorne herein gestreckt und zum anderen im Anschlußbereich zur Abplattung in Umfangsrichtung verlaufend mit einer Wölbung versehen, wodurch dort der Anfangsradius der späteren Ausbauchung der Endform angenähert vorgebogen wird.

Des weiteren wird durch die Abplattung Material zum Restumfang hinverschoben, so daß beim anschließenden Aufweitstauchen genügend Hohlprofilmaterial zur Verfügung steht, um eine Ausdünnung der Hohlprofilwandung weitgehend zu verhindern, was wesentlich zur schadensfreien, d.h. prozeßsicheren Innenhochdruck-Umformung beiträgt. Da durch die abplattende Vorverformung das Hohlprofil in den Ausbauchbereich hinein verformt wird, kann trotz gleichbleibend hohem Umformgrad von der Ausgangsform zur ausgebauchten Endform aufgrund der erreichten abgeplatteten Zwischenform, von der aus zur Erreichung der Endform durch die Innenhochdruck-Umformung ein erheblich geringerer Umformgrad erforderlich ist, in einfacher Weise eine voluminöse Ausbauchung am Hohlprofil schadensfrei ausgebildet, bzw. ein ausgebauchtes Hohlprofil, das zu seiner Fertigung große Umformgrade erfordert, hergestellt werden, ohne daß durch Bersten des Hohlprofils infolge des Versagens des Hohlprofilmaterials während des Innenhochdruck-Umformvorganges Teileausschuß produziert wird. Die Beibehaltung der Abplattung während des gesamten Umformprozesses sichert das Vorhalten des Hohlprofilmaterials für den Innenhochdruck-Umformprozeß, wobei die Endform an - entsprechend der Anzahl der Abplattungsstellen - zumindest einer Umfangsstelle im Ausbauchbereich abgeplattet bleibt. Das erfindungsgemäße Verfahren ist daher für die Herstellung von umfänglich voll verrundeten Teilen ungeeignet. Andererseits ist das Verfahren wiederum sehr vorteilhaft zur Herstellung von Bauteilen, an denen an dieser Stelle eine Abplattung für die spätere Weiterverarbeitung oder Weiterverwendung erwünscht oder gar geradezu notwendig ist, wobei durch die Konturtreue bei der Umformung mittels Innenhochdruck hochpräzise, d.h. toleranzfrei ausgebauchte Hohlprofile prozeßsicher herstellbar sind.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend

näher erläutert; dabei zeigt:

Fig. 1a das erfindungsgemäß umgeformte Hohlprofil in einer Seitenansicht,

Fig. 1b das Hohlprofil aus Fig. 1a in einer axial zum Hohlprofil gerichteten Sichtweise,

Fig. 2 die Vorrichtung zum Innenhochdruck-Umformen der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Herstellung eines ausgebauchten Hohlprofils in einer seitlichen Längsschnittdarstellung in der Arbeitsstellung mit in das Werkzeugteil der Vorrichtung eingelegtem abgeplattetem Hohlprofil,

Fig. 3 die Vorrichtung aus Fig. 2 in einer seitlichen Längsschnittdarstellung in der Folgearbeitsstellung mit eingezogenen Hohlprofilenden und Abdichtung des Hohlprofils,

Fig. 4 die Vorrichtung aus Fig. 3 in einer seitlichen Längsschnittdarstellung in einer Folgearbeitsstellung während des erfindungsgemäßen Aufweitstauchens des Hohlprofils.

In Fig. 1a und 1b ist ein mittels Innenhochdruck umgeformtes längliches (Länge: 1-2 m) Hohlprofil 1 dargestellt, das sich in drei Abschnitte 2,3,4 gliedert. Die Abschnitte 2 und 3 sind rohrförmig ausgebildet, wobei der jeweilige Abschnitt 3 sich an den das Hohlprofilende bildenden Abschnitt 2 unmittelbar und konzentrisch aufgeweitet anschließt. Der Übergang zum Abschnitt 3 verläuft dabei flach konisch. Der sich auf der vom Hohlprofilende abgewandten Seite des Abschnittes 3 unmittelbar anschließende den mittleren Bereich des Hohlprofils 1 bildende Abschnitt 4 ist hier lotrecht zur Längserstreckung ausgebaucht und ist, wie aus Fig. 1b zu ersehen ist, quer zur Ausbauchrichtung beiderseits abgeplattet.

Das Hohlprofil 1 kann beispielsweise ein Achsgehäuse eines Kraftfahrzeuges, insbesondere eine Nutzfahrzeuges sein, in dessen Ausbauchbereich 8, also in dem Abschnitt 4 des Hohlprofils 1 das Differentialgetriebe angeordnet werden kann. An der Stelle der Abplattung weist das Hohlprofil durch einen Trennvorgang eine Öffnung auf, die einerseits nach Einbau des Differentials durch Anschraubung eines bauchigen Deckels 5 verschlossen wird. Auf der anderen gegenüberliegenden abgeplatteten Seite 6 ist ein die Öffnung umgebender Gewinding 7 angeschweißt, an dem das Differential befestigt wird. Denkbar ist - alternativ zum Vorhergegangenen - die Abplattung nur einseitig vorzusehen, so daß es bei der Innenhochdruck-Umformung auch zu einer Ausbauchung in von der Abplattung wegweisender, der Flächennormalen der abgeplatteten Seite des Hohlprofils 1 folgender Richtung kommt. Diese Ausbauchung bildet dabei quasi einen in das Hohlprofil 1 integrierten Deckel 5, wodurch dieser als

separat zu fertigendes und zu montierendes Zusatzbauteil unter Erleichterung des Fertigungs- und Montageaufwandes für das Achsgehäuse entfallen könnte.

Die Fig. 2-4- zeigen die einzelnen Arbeitsstationen zur Herstellung des in Fig. 1 beschriebenen Hohlprofils 1. Gemäß Fig. 2 wird ein im auszubauchenden Bereich an zwei gegenüberliegenden Umfangsbereichen abgeplattetes Hohlprofil 1 mit länglicher, schlanker, linearer rohrförmiger Ausgangsform in ein Werkzeugteil 9 eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges 10 eingelegt, wobei die Hohlprofilachse 14 in der Trennebene des Werkzeugteils 9 verläuft.

Die Abplattung wird mit einer Abplattvorrichtung in einer vom Umformwerkzeug 10 separat angeordneten Arbeitsstation hergestellt. Es ist jedoch denkbar, daß die Abplattung erst beim Schließen des zweigeteilten in zwei den Ausbauchbereich 8 umgebenden Matrizen 11,12 geteilten Werkzeugteiles 9 durch eine entsprechende Gestaltung der Matrizengravur 13 erzeugt wird. Dies hat zum Vorteil, daß anstatt zweier Fertigungsverfahren, der Abplattungsvorrichtung und des Werkzeugteiles 9, nur ein einziges Herstellungswerkzeug erforderlich ist, da die Abplattungsvorrichtung im Werkzeugteil 9 integriert ist. Dies erspart zum einen Investitionskosten, zum anderen ist das Hohlprofil 1 mit der erzeugten Abplattung exakt für das spätere Innenhochdruckumformen im Werkzeugteil 9 lagedefiniert angeordnet.

Die obere Matriz 12 wird durch einen hydraulischen Antrieb zur Anlage an die untere Matriz 11 hin-
verfahren, wonach die Schließstellung des Werkzeugteiles 9 erreicht ist. Die Matrizengravur 13, die die Umformgravur des Werkzeugteiles 9 des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges 10 für den Ausbauchbereich 8 bildet, ist entsprechend der herzustellenden Ausbauchung formnegativ ausgebildet und weist entsprechend der jeweiligen Abplattung einen ebenen Bereich auf, an dem diese in Schließstellung des Werkzeugteiles 9 anliegt. Dieser ebene Bereich kann auch gleichzeitig die Abplattvorrichtung bilden. Der ebene Bereich liegt während des gesamten Umformprozesses unverrückbar an der Abplattung an, so daß diese beibehalten wird. Die Gravur 13 des Werkzeugteiles 9 ist von dessen Rand ausgehend bis zum Scheitelpunkt des Ausbauchbereiches 8 hin flach ansteigend eingewölbt, so daß bei dem Ausbauchvorgang nur große Radien im Werkzeugteil 9 vorliegen, an denen sich das Hohlprofil 1 anlegt. Aufgrund der großen Radien wird die Reibung des Hohlprofils 1 während des Ausbauchens gering gehalten und es entsteht keine Abstreckkante. Dies trägt vorteilhaft dazu bei, daß ein ausbauchendes Umformen des Hohlprofils 1 mit höheren Umformgraden möglich ist, ohne daß diese im Umformprozeß Schaden nimmt.

Die Matrizen 11,12 besitzen zwei vom Rand ausgehende gegenüberliegende, zur Gravur 13 hinführende, in der Trennebene des Werkzeugteiles 9 gelegene halbzylindrische Aussparungen, die gemeinsam in Schließ-

stellung des Werkzeugteils 9 zwei in dessen Trennebene gegenüberliegend und randseitig angeordnete Durchführungen 15 bilden, in denen das in das Werkzeugteil 9 eingelegte Hohlprofil 1 umfänglich umschlossen gehalten ist. Gleichzeitig durchragt das Hohlprofil 1 die Durchführungen 15 beiderseits. Um beim Aufweitstauchen an den Durchführungen 15 möglichst wenig Reibung zu erzeugen, sind die Matrizen 11,12 des Werkzeugteils 9 derart ausgebildet, daß sie lediglich mit einem schmalen Randstreifen 16 in Schließstellung aneinander anliegen.

Die Matrizen 11,12 weisen des weiteren eine radial zum Hohlprofil 1 gerichtete, in die Gravur 13 mündende zentrale Führungsbohrung 17 auf, in der ein Stützstempel 18 relativ zur Lage der Matrize 11,12 verschiebbar geführt ist. Der Stützstempel 18 trägt an seiner dem eingelegten Hohlprofil 1 zugewandten Stirnseite 19 die für den zentralen Abschnitt der Umformgravur 13 der jeweiligen Matrize 11,12 entsprechende Kontur und liegt in der Schließstellung des Werkzeugteils 9 an dem Hohlprofil 1 an. Dabei dient der Stützstempel 18 als Gegenhalter für das sich ausbauchende Hohlprofil 1, wobei er mit einem Hydraulikantrieb 20 versehen ist, der mit einer Steuerung für den Innenhochdruck und die Bewegung der unten erwähnten Hohlprofilaufnahmen korreliert ist. Mittels dieses während des Aufweitstauchens durch den Antrieb 20 radial nach außen ausweichend verschiebbaren Stützstempels 18 ist die Ausbauchbewegung des Hohlprofils 1 kontrollierbar, so daß der Mittelteil der Ausbauchung gleichmäßig mit deren Randteil umgeformt wird und somit eine sukzessive Anlage an der Gravur 13 vom Rand der Matrize 11,12 aus erfolgt, wodurch Risse am Hohlprofil 1 durch vorzeitige Materialausdünnung im Mittelteil verhindert werden.

Es ist jedoch auch denkbar, auf derartige Stützstempel 18 zu verzichten und keine Abstützung des Hohlprofils 1 im auszubauchenden Bereich vorzusehen. Dabei wird die Fertigung der Gravur 13 vereinfacht, die nun ohne Unterbrechung durchgängig verläuft. Des weiteren fällt der Antrieb 20 und die damit verbundene Steuerung der Stützstempel 18 weg, was den apparativen Aufwand erheblich schmälert. Die Anordnung dieser starr ausgebildeten Gravur 13 ist beispielsweise bei relativ flachen Ausbauchungen verwendbar.

In der Schließstellung des Werkzeugteils 9 wird jeweils eine bezüglich des Werkzeugteils 9 gesondert angeordnete Hohlprofilaufnahme 21,22, die mit den Hohlprofilenden fluchten, von Hydraulikzylindern 23 angetrieben an die Hohlprofilenden herangefahren. Die beiden Hohlprofilaufnahmen 21,22 sind hohlzylindrisch ausgebildet, wobei jede der beiden Hohlprofilaufnahmen 21,22 sich aus einem Führungsgehäuse 25 und einer Hülse 26 zusammensetzt. Das Führungsgehäuse 25 ist mit dem Hydraulikzylinder 23 verbunden und besitzt eine zentrale Durchführung 27 sowie einen die Durchführung 27 umgebenden Ringraum 28.

Die Hülse 26 ist im Ringraum 28 zwischen zwei

Anschläge bildenden gegenüberliegenden Stirnseiten 29,30 des Ringraumes 28 axial verschiebbar geführt. Das dem Werkzeugteil 9 abgewandte Ende 31 der Hülse 26 ist druckbelastet, wobei sich an diesem Ende 31 und an der gegenüberliegenden Stirnseite 29 des Ringraumes 28 eine Druckfeder 32 abstützt. Dieses Ende 31 weist einen Ringbund 40 auf, der in der Arbeitsstellung der Fig. 2 mit der der Druckfeder 32 abgewandten Seite an der Stirnseite 30 des Ringraumes 28 anliegt. Das andere Ende 33 der Hülse 26 durchragt das Führungsgehäuse 25 zum Werkzeugteil 9 hin. Die rücksseitige Druckbelastung der Hülse 26 kann auch hydraulisch oder pneumatisch erfolgen.

Die Durchführung 27 des Führungsgehäuses 25 ist bezüglich der rohrförmigen Ausgangsform des Hohlprofils 1 konturgleich ausgebildet, weist jedoch einen kleineren Querschnitt bzw. einen kleineren Durchmesser auf. Am werkzeugteilzugewandten Ende 34 weist die Durchführung 27 einen Zentrierkonus 35 auf, an den sich unmittelbar eine in der Hülse 26 ausgebildete Durchführung 36 übergangslos anschließt. Die bezüglich der Ausgangsform des Hohlprofils 1 ebenfalls konturgleiche Durchführung 36 weist einen um ein geringes Spiel größeren Querschnitt bzw. Durchmesser auf als die rohrförmige Ausgangsform des Hohlprofils 1.

Die Hohlprofilaufnahme 21,22 kann anstatt einem zweiteiligen aus einem Führungsgehäuse 25 und einer in diesem verschiebbaren Hülse 26 bestehenden Bauteil einstückig ausgebildet sein, wobei die Druckfeder 32 und der Ringraum 28 entfallen. Die starre Hohlprofilaufnahme 21,22 weist vergleichsweise baulich vereinfacht nur zwei Bauteilabschnitte mit Durchführungen unterschiedlichen Durchmessers auf, die sich aneinander über einen konisch zum Werkzeugteil 9 hin öffnenden Übergang anschließen. Die Durchmesser sind relativ zu dem der Ausgangsform des Hohlprofils 1 - wie oben erwähnt - entsprechend bemessen.

Die Durchführung 27 des Führungsgehäuses 25 der Hohlprofilaufnahmen 21,22 ist rücksseitig von einem Nachschiebestempel 37 verschlossen, der in ihr mittels eines separaten Antriebs fluiddicht verschiebbar geführt ist. Der Nachschiebestempel 37 weist stirnseitig einen konisch sich verjüngenden Zapfen 38 auf, zwischen dessen Anschrägung und der Durchführungs wandung 39 des Führungsgehäuses 25 das in die Hohlprofilaufnahme 21,22 einzuschiebende Hohlprofil 1 dichtend einklemmbar ist. Innerhalb des Nachschiebestempels 37 verläuft ein Fluidkanal, der einerseits über den Hochdruckfluidanschluß mit einer Fluidhochdruckherstellung verbunden ist und andererseits durch den Zapfen 38 axial hindurch in die Hohlprofilaufnahme 21,22 mündet, wonach das eingeschobene Hohlprofil 1 mit dem Druckfluid befüllbar und mit Hochdruck beaufschlagbar ist.

Falls ein Nachschieben von Hohlprofilmaterial während des Innenhochdruckumformens nicht erforderlich ist, kann der Zapfen 38 auch an einem an der Hohlprofilaufnahme 21,22 rücksseitig angeordneten Boden

angeformt sein, der die Durchführung 27 verschleißt und der einen Fluidhochdruckanschluß aufweist. Die Durchführung 27 wird hierbei von einer Sackbohrung ersetzt. Der Nachschiebestempel 37 und seine Ansteuerung können dadurch unter Verringerung des apparativen Aufwandes entfallen.

Die Hohlprofilaufnahmen 21,22 werden nun gemäß Fig. 3 durch die Hydraulikzylinder 23 in Pfeilrichtung weiter aufeinanderzu verfahren, wobei die Hohlprofilenden aufgrund des etwas größeren Durchmessers der Durchführung 36 der Hülse 26 in diese eingeschoben werden. Bei weiterem Verfahren der Aufnahmen 21,22 werden die Hohlprofilenden über den Zentrierkonus 35 der Durchführung 27 in diese eingeführt, wobei infolge der Einwirkung der hinsichtlich der Hohlprofilenden mit kleinerem Durchmessers behafteten Durchführung 27 und der Schubkraft der Zylinder 23 die Enden eingezogen werden. Gleichzeitig wird der Nachschiebestempel 37 in Richtung des Werkzeugteils 9 verschoben, wobei er in das Hohlprofilende eingesteckt wird und so dessen Form im wesentlichen aufrechterhält. Darüber hinaus wird dabei ein Kraftschluß zwischen dem Zapfen 38 des Nachschiebestempels 37 und dem Hohlprofil 1 einerseits und zwischen diesem und der Durchführungswandung 39 des Führungsgehäuses 25 der Aufnahmen 21,22 erreicht, durch den das Hohlprofil 1 zum einen gehalten ist und zum anderen eine fluiddichte Abdichtung erhält.

Das Hohlprofilende ist von der Hohlprofilaufnahme 21,22 gänzlich umschlossen. Durch den Einzug des Hohlprofilendes wird dessen Durchmesser auf bis zu 30% des Durchmessers der Ausgangsform verkleinert, wodurch das Hohlprofil 1 nach der abschließenden Innenhochdruckumformung die drei Abschnitte 2,3,4 unterschiedlich großen Querschnittes erhält. Ausgehend von dem Hohlprofilende als Abschnitt 2 kleinsten Durchmessers ist der Umformgrad bezüglich des mit der Ausbauchung versehenen Abschnittes 4 sehr groß, jedoch ist der Umformgrad ausgehend vom Abschnitt 3, der einen größeren Durchmesser besitzt, und von dem aus die eigentliche Aufweitung ausgeht, geringer. Somit kann das Hohlprofil 1 im Innenhochdruck-Umformwerkzeug 10 insgesamt mit sehr hohen Umformgraden umgeformt werden. Für die praktische Handhabung wird ein Hohlprofil 1 mit größerem Durchmesser als Ausgangsform gewählt als dieser für den fertigungs- und/oder montagetechnischen Anschluß der Hohlprofilenden an weitere Bauteile geeignet ist. Den geeigneten Durchmesser besitzt dann das Hohlprofil 1 an seinen Enden durch den Einzug im Innenhochdruck-Umformwerkzeug 10.

Während des Einschlebens des Hohlprofils 1 in die Aufnahme 21,22, das erst nach Anlage des Endes 33 der Hülse 26 an der diesem zugewandten Stirnseite 41 des Werkzeugteils 9 beendet ist, wird, um unerwünschte, unkontrollierte beim Einschleiben schubinduzierte Auffaltungen zu vermeiden, das Hohlprofil 1 vom Stützstempel 18 im auszubauchenden Bereich abge-

stützt.

Nach dem Einschleiben der Hohlprofilenden in die Hohlprofilaufnahmen 21,22 wird das Hohlprofil 1 über den im Nachschiebestempel 37 verlaufenden Fluidkanal mit einem Druckfluid befüllt und mit Innenhochdruck von etwa 200-600 bar beaufschlagt. Gleichzeitig wird das Führungsgehäuse 25 der Hohlprofilaufnahme 21,22 mittels des Hydraulikzylinders 23 entgegen der Druckkraft der sich an der Hülse 26 abstützenden Druckfeder 32 weiter zum Werkzeugteil 9 hin, welche dabei zusammengedrückt wird, verschoben (Fig. 4). Durch die kraftschlüssige Umgreifung des Hohlprofils 1 an dessen Enden durch das Führungsgehäuse 25, die durch die umfängliche Anpressung mittels des Innenhochdruckes noch begünstigt wird, wird das Hohlprofil 1 in einem mittels des Hydraulikzylinders 23 betriebenen Stauchvorgang zusammengeschoben, ohne daß es zu reibungserzeugenden Relativbewegungen zwischen der Hohlprofilaufnahme 21 bzw. 22 und dem Hohlprofil 1 kommt. Um die wirkungsvolle Abdichtung des Hohlprofils 1 trotz des Verschiebens seiner Enden weiter zu gewährleisten, wird der Nachschiebestempel 37 entsprechend dem Vorschub des Führungsgehäuses 25 nachgeführt.

Aufgrund der Stauchbewegung und der gleichzeitigen Beaufschlagung mit Innenhochdruck wird das Hohlprofil 1 im Werkzeugteil 9 ausgebaucht, wobei sich das Hohlprofil 1 an die Gravur 13 der Matrizen 11,12 zumindest annäherungsweise anlegt. Mit der Stauchbewegung werden die Stützstempel 18 gemäß der Pfeilrichtung radial nach außen ausweichend zurückgefahren, wobei sie zur kontrollierten Umformung im Ausbauchbereich 8 während des gesamten Ausbauchvorganges am Hohlprofil 1 anliegen und in der Endstellung des Fertigungsablaufes bündig in den Gravurverlauf mit ihrer Stirnseite 19 engepaßt sind. Während des Aufweitstauchens des Hohlprofils 1 im Ausbauchbereich 8 werden auch gleichzeitig die Abschnitte 2 und 3 in geringem Maße aufgeweitet, die sich an die Durchführungswandungen 39 und 42 des Führungsgehäuses 25 und der Hülse 26 anschmiegen. Hierbei werden beim Einziehen am Abschnitt 2 des Hohlprofils 1 entstandene Formveränderungen in der Kontur gemäß der gewünschten Form egalisiert. Der Abschnitt 3 bleibt hinsichtlich seines Durchmessers im wesentlichen unverändert.

Um zusätzlich Hohlprofilmaterial zum Ausbauchbereich 8 hin zu liefern kann während des Aufweitstauchens der das Hohlprofilende auch stirnseitig beaufschlagende Nachschiebestempel 37 in einer Relativbewegung zur Hohlprofilaufnahme 21,22 weiter zum Werkzeugteil 9 hin verschoben werden. Es ist alternativ auch denkbar, nach dem Aufweitstauchen und bei bestehendem Innenhochdruck Hohlprofilmaterial der Hohlprofilenden mittels der Nachschiebestempel 37 zum Ausbauchbereich 8 hin zu verschieben.

Zum Abschluß des Umformvorganges, bei dem das Hohlprofil 1 durch das Aufweitstauchen zu einer der

Endform hinsichtlich Kontur und Querschnittsgröße grob angenäherten Zwischenform umgeformt wird, kann dann unter Steigerung des Innenhochdruckes auf 1000-3000 bar die Zwischenform zur Endform aufweitend kalibriert werden.

Nach Beendigung des Umformprozesses werden der Fluiddruck entspannt und mittels der Hydraulikzylinder 23 die Hohlprofilaufnahmen 21,22 zurückgefahren, wobei sich die Druckfeder 32 wieder entspannen kann. Da das Hohlprofil 1 an seiner Ausbauchung von den Matrizen 11,12 festgehalten wird, wird beim Zurückfahren der Aufnahmen 21,22 die Hohlprofilenden aus dem durch das Einziehen und das Innenhochdruck-Umformen erzeugten Preßsitz an der Durchführungswandung 39 und 42 in einfacher Weise herausgelöst. Schließlich werden die Matrizen 11,12 aus dem Ausbauchbereich 8 heraus zurückgefahren, wodurch sich das Werkzeugteil 9 öffnet und das fertigumgeformte Hohlprofil 1 entnommen werden kann.

Im übrigen ist am Hohlprofil 1 eine einseitige Abplattung denkbar, wonach das Aufweitstauchen erfolgt. Dabei wird das Hohlprofil 1 an seinem aufzuweitenden Restumfang vom Innenhochdruck-Umformwerkzeug 10 während des Aufweitstauchens gesteuert nach außen ausweichend durch die Stützstempel 18, die hierzu mit einer schalenförmigen Stirnseite 19 ausgebildet sein müssen, abgestützt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von ausgebauchten Hohlprofilen, wobei das Hohlprofil mittels Innenhochdruckumformen unter Benutzung des Aufweitstauchens von einer längeren, schlanken, linearen rohrförmigen Ausgangsform in eine kürzere ausgebauchte Endform gebracht wird,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Hohlprofil (1) vor der Innenhochdruck-Umformung im Bereich (8) der auszubildenden Ausbauchung abgeplattet wird und daß danach unter Beibehaltung der Abplattung die Innenhochdruck-Umformung des Restumfangs des Hohlprofils (1) an dieser Stelle erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Hohlprofil (1) vor dem Einbringen in ein Innenhochdruck-Umformwerkzeug (10) abgeplattet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Hohlprofil (1) beim Schließen eines den Ausbauchbereich (8) umgebenden Werkzeugteiles (9) eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges (10) abgeplattet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Ausbauchung des Hohlprofils (1) frei in eine Umformgravur (13) eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges (10) hinein erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Hohlprofil (1) an seinem aufzuweitenden Restumfang vom Innenhochdruck-Umformwerkzeug (10) während des Umformvorganges gesteuert nach außen ausweichend abgestützt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abplattung an zwei gegenüberliegenden Umfangsbereichen des Hohlprofils (1) erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Hohlprofil (1) im Ausbauchbereich (8) während des Aufweitstauchens durch Einwirkung einer den Ausbauchbereich (8) des Hohlprofils (1) umgebenden Gravurform eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges (10) durchgängig mit großen Radien ausgeformt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Enden des Hohlprofils (1) durch Einschieben in eine jeweilige die Hohlprofilenden aufnehmende und die Aufweitstauchung ausführende Hohlprofilaufnahme (21,22) eingezogen werden, derart, daß zwischen dem Ausbauchbereich und dem eingezogenen Endabschnitt (2) ein über den gesamten Umformprozeß hinweg seine Ausgangsform im wesentlichen beibehaltender und sich unmittelbar an den Endbereich und den Ausbauchbereich anschließender Hohlprofilabschnitt (3) verbleibt.
9. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Hohlprofil (1) in der Ausgangsform in ein geteiltes Werkzeugteil (9) des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges (10) eingelegt wird, daß nach dem Schließen des den Ausbauchbereich (8) umgebenden, die Umformgravur (13) aufweisenden Werkzeugteils (9) die aus diesem herausragenden Enden des Hohlprofils durch Einschieben in die aufweitstauchenden Aufnahmen (21,22) des Umformwerkzeuges (10) eingezogen werden und daß danach der Aufweitstauchvorgang erfolgt.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Hohlprofil (1) in einem zentralen Abschnitt des Werkzeugteils (9) durch eine nach außen verschiebbare Abstützung gesteuert ausgebaucht

wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß nach dem Aufweitstauchen und bei bestehen- 5
dem Innenhochdruck in einer axialen Relativbewe-
gung des Hohlprofils (1) zu einer ein Hohlprofilende
aufnehmenden Hohlprofilaufnahme (21,22) Hohl-
profilmaterial aus dem Bereich der Hohlprofilenden
zum Ausbauchbereich (8) hin nachgeschoben wird. 10
 12. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß während des Aufweitstauchens in einer axialen
Relativbewegung des Hohlprofils (1) zu einer ein 15
Hohlprofilende aufnehmenden Hohlprofilaufnahme
(21,22) Hohlprofilmaterial aus dem Bereich der
Hohlprofilenden zum Ausbauchbereich (8) hin
nachgeschoben wird. 20
 13. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Hohlprofil (1) durch das Aufweitstauchen
zu einer der Endform hinsichtlich Kontur und Quer-
schnittsgröße grob angenäherten Zwischenform 25
umgeformt wird und daß dann unter Steigerung
des Innenhochdruckes die Zwischenform zur End-
form aufweitend kalibriert wird.
 14. Einrichtung zur Herstellung von ausgebauchten 30
Hohlprofilen, mit einem Innenhochdruck-Umform-
werkzeug, das
 - ♦ zwei hohlzylindrische, jeweils rückseitig
geschlossene Hohlprofilaufnahmen, in die 35
jeweils ein Ende des in seiner Ausgangsform
linearen rohrförmigen Hohlprofils in das Ende
gänzlich umschließender Weise fluiddicht ein-
schiebbar ist und von denen zumindest eine
mit einem Hochdruckfluidanschluß verbunden 40
ist,
 - ♦ einen Antrieb zumindest für eine der Aufnah-
men, mittels dessen diese relativ zueinander
verfahrbar sind,
 - ♦ und ein aus zwei Matrizen bestehendes die 45
Umformgravur des Ausbauchbereiches aufwei-
sendes Werkzeugteil
beinhaltet, zur Durchführung des Verfahrens
nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
 - ♦ daß die Einrichtung eine Vorrichtung enthält, 50
mittels derer das Hohlprofil (1) in seiner Aus-
gangsform im auszubauchenden Bereich
abplattbar ist,
 - ♦ und daß das Werkzeugteil (9) bezüglich der
Hohlprofilaufnahmen (21,22) gesondert und 55
zwischen diesen gelegen angeordnet ist und
derart ausgebildet ist,
- daß die Hohlprofilachse (14) in der Trenn-
ebene des Werkzeugteils (9) verläuft,
daß die beiden Matrizen (11,12) den Aus-
bauchbereich (8) umgeben
und daß die Umformgravur (13) des Werk-
zeugteils (9) entsprechend der Abplattung
einen ebenen Bereich aufweist, an dem
diese in Schließstellung des werkzeugteils
(9) anliegt.
15. Einrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abplattvorrichtung in einer vom Innenhoch-
druck-Umformwerkzeug (10) separaten Arbeitssta-
tion angeordnet ist.
 16. Einrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abplattvorrichtung in das Werkzeugteil (9)
des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges (10) inte-
griert ist.
 17. Einrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abplattvorrichtung von dem ebenen
Bereich der Werkzeuggravur (13) gebildet ist.
 18. Einrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Umformgravur (13) des Werkzeugteils (9)
im Ausbauchbereich (8) flach ansteigend einge-
wölbt ist.
 19. Einrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Matrizen (11,12) des Werkzeugteils (9)
lediglich mit einem schmalen Randstreifen (16) in
Schließstellung aneinander anliegen.
 20. Einrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Werkzeugteil (9) zwei in dessen Trenn-
ebene gegenüberliegend und randseitig angeord-
nete Durchführungen (15) aufweist, in denen das in
das Werkzeugteil (9) eingelegte Hohlprofil (1) in
Schließstellung umfänglich umschlossen gehalten
ist und die das Hohlprofil (1) beiderends durchragt.
 21. Einrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß in den Matrizen (11,12) des Werkzeugteils (9)
zumindest eine radial zum Hohlprofil (1) gerichtete
in die Gravur (13) mündende zentrale Führungs-
bohrung (17) ausgebildet ist, in der ein Stützstemp-
pel (18) relativ zur Lage der Matrize (21,22)
verschiebbar geführt ist, der an seiner dem einge-
legten Hohlprofil (1) zugewandten Stirnseite (19)
die für den zentralen Abschnitt der Umformgravur

(13) der Matrize (11,12) entsprechende Kontur trägt.

22. Einrichtung nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet, 5
daß der Stützstempel (18) während des gesamten Aufweitstauchvorganges am Hohlprofil (1) anliegt.
23. Einrichtung nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet, 10
daß der Stützstempel (18) mit einem Antrieb versehen ist, der mit einer Steuerung für den Innenhochdruck und die Bewegung der Hohlprofilaufnahmen (21,22) korreliert ist, wobei der als Gegenhalter für die Ausbauchung dienende Stützstempel (18) während des Aufweitstauchens radial nach außen ausweichend verschiebbar ist. 15
24. Einrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, 20
daß die Hohlprofilaufnahmen (21,22) eine Durchführung (27,36) aufweisen, in die das Hohlprofil (1) einschiebbar ist und in der von der Rückseite der Aufnahme (21,22) aus ein mit einem Antrieb versehener Nachschiebestempel (37) fluiddicht verschiebbar geführt ist. 25
25. Einrichtung nach Anspruch 24,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Nachschiebestempel (37) stirnseitig einen konisch sich verjüngenden Zapfen (38) aufweist, zwischen dessen Anschrägung und der Durchführungswandung (39) das Hohlprofil (1) einklemmbar ist. 30
26. Einrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Hohlprofilaufnahmen (21,22) zwei entsprechend der Ausgangsform des Hohlprofiles (1) konturgleiche Aufnahmeabschnitte aufweisen, wobei ein erster dem Werkzeugteil (9) zugewandter Abschnitt einen um ein geringes Spiel größeren Querschnitt aufweist als die Ausgangsform des Hohlprofiles (1) und wobei der zweite sich an den ersten rückseitig mit einem Zentrierkonus (35) unmittelbar anschließende Abschnitt einen kleineren Querschnitt als die Ausgangsform besitzt. 35
27. Einrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, 50
daß die Hohlprofilaufnahme (21,22) ein mit dem Antrieb (23) der Aufnahme (21,22) verbundenes und mit einer zentralen Durchführung (27) versehenes Führungsgehäuse (25) und eine in diesem coaxial angeordnete zwischen zwei Anschlägen axial verschiebbar geführte Hülse (26) beinhaltet, welche das Führungsgehäuse (25) zum Werkzeugteil (9) hin einenennds durchragt und anderenends 55

im Führungsgehäuse (25) druckbelastet ist.

28. Einrichtung nach Anspruch 27,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Durchführung (27) des Führungsgehäuses (25) bezüglich der Ausgangsform des Hohlprofiles (1) konturgleich ist, jedoch einen kleineren Querschnitt aufweist, und daß die Hülse (26) eine Durchführung (36) für das Hohlprofil (1) besitzt, die bezüglich der Ausgangsform des Hohlprofiles (1) ebenfalls konturgleich ist, jedoch einen um ein geringes größeren Querschnitt aufweist.
29. Einrichtung nach Anspruch 24,
dadurch gekennzeichnet,
daß im Nachschiebestempel (37) ein Fluidkanal ausgebildet ist, der einerseits über den Hochdruckfluidanschluß mit einer Fluidhochdruckerzeugungsanlage verbunden ist und andererseits in die Hohlprofilaufnahme (21,22) derart mündet, daß das eingeschobene Hohlprofil (1) mit dem Druckfluid befüllbar und mit Hochdruck beaufschlagbar ist.

Fig. 1a

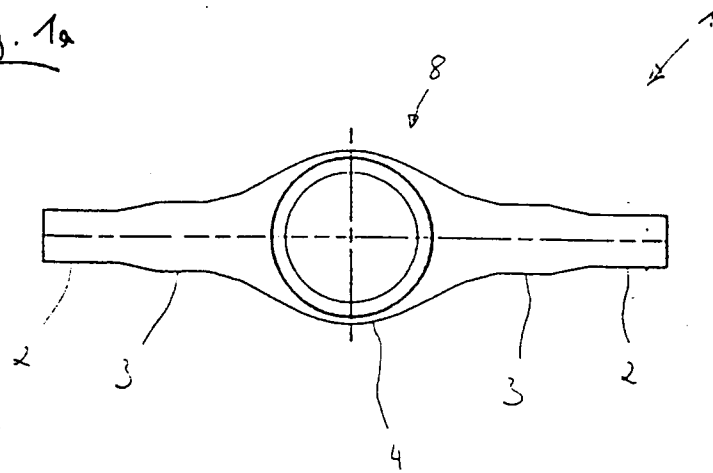


Fig. 1b

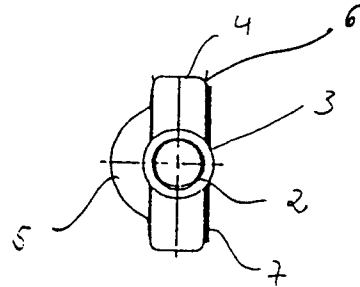


Fig. 2

