

9



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

0 316 703
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 88118510.2

51

Int. Cl.4: **B21D 5/04**

22

Anmeldetag: 07.11.88

30

Priorität: 19.11.87 DE 3739173

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.05.89 Patentblatt 89/21

84

Benannte Vertragsstaaten:
AT CH ES FR GB IT LI NL

71

Anmelder: **Feintool International Holding**
Industriering 3
CH-3250 Lyss(CH)

72

Erfinder: **Haack, Johannes, Dipl. Ing.**
Birkenweg 21
CH-3250 Lyss(CH)

74

Vertreter: **Weiss, Peter**
Schlachthausstrasse 1 Postfach 466
D-7700 Singen a.H.(DE)

54

Verfahren und Vorrichtung zum Biegen von Werkstücken.

57

Bei einem Verfahren zum Biegen von Werkstücken durch Schwenkbiegebacken soll der abgebogene Teil zum Werkstücke einen vorbestimmten Biege Winkel einnehmen. Hierzu wird in einem ersten Biegevorgang vom Werkstück zumindest ein entsprechender Schenkel mittels der Schwenkbiegebacken abgebogen. Sodann werden die Schwenkbiegebacken von dem Schenkel gelöst und eine Rückfederung des Schenkels bzw. des Ist-Biege Winkels durch direkte Messungen bestimmt und mit einem Soll-Biege Winkel verglichen. Anschließend wird durch einen erneuten Biegevorgang durch ein Überbiegen eine Übereinstimmung zwischen Soll-Biege Winkel und Ist-Biege Winkel hergestellt.

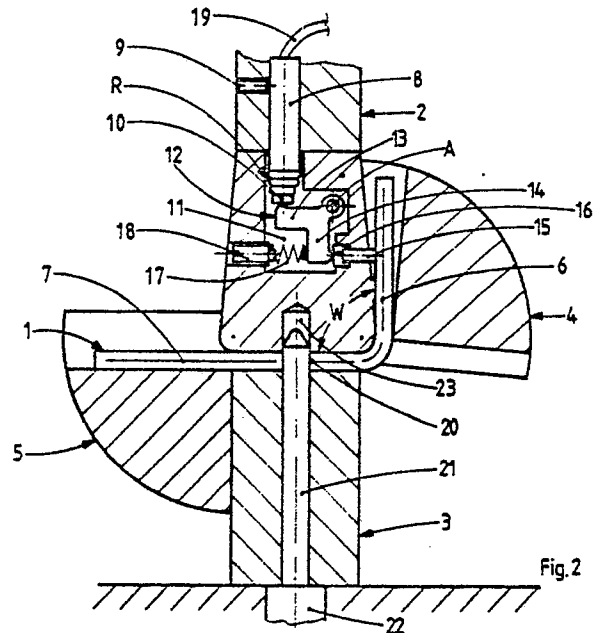


Fig. 2

EP 0 316 703 A2

Verfahren und Vorrichtung zum Biegen von Werkstücken

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Biegen von Werkstücken durch Schwenkbiegebacken, wobei der abgebogene Teil zum Werkstück einen vorbestimmten Biegewinkel einnimmt, sowie eine Vorrichtung hierfür.

In vielen Anwendungsbereichen ist es notwendig, von einem vorher bearbeiteten oder unbearbeiteten Werkstück einen gewissen Bereich in einem bestimmten Winkel abzubiegen. Ein bekanntes herkömmliches Biegeverfahren arbeitet mit einem Biegestempel und einem Gegenhalter, zwischen denen das Werkstück gehalten wird. Biegestempel und Gegenhalter fahren dann zusammen mit dem Werkstück an einer Biegebacke vorbei, wobei das überstehende Teil des Werkstückes um den Biegeradius des Biegestempels abgebogen wird.

Nachteilig bei diesem Biegeverfahren wirkt sich insbesondere aus, daß ein Werkstück in einen festen Spalt abgezogen wird. Ferner entsteht beim Auftreffen des Werkstücks auf die Biegebacke eine Zone am Werkstück, in der Material verdrängt ist. Weiterhin muß der Biegespalt genau bestimmt sein, damit eine korrekte Biegung erfolgt. Werkstückdickentoleranzen können nicht berücksichtigt werden. Einer möglichen Rückfederung des abgebogenen Teils nach Lösung vom Biegestempel und Gegenhalter kann nicht entgegengewirkt werden.

In vielen Anwendungsbereichen wird aber gerade ein absolut präziser Biegewinkel gefordert. Zur Kompensation der Rückfederung ist deshalb das sogenannte Rotax-Verfahren entwickelt worden. Eine Beschreibung dieses Verfahrens findet sich in der Europäischen Patentanmeldung 0 155 228. Das zu biegende Werkstück wird auf zwei beabstandete Backen aufgelegt, welche um ihre Längsachse drehen können. In dem Abstandsbereich zwischen den beiden Backen trifft ein Biegestempel auf das Werkstück, so daß dieses bei gleichzeitiger Drehung der Drehbacken ohne eigenen Antrieb um deren Längsachse abgebogen wird. Nach Erreichen eines vorbestimmten Biegewinkels wird der Biegestempel wieder angehoben und der Winkel gemessen, in welchem die Oberflächen der beiden Biegebacken zueinander stehen. Über diesen Winkel wird dann auf den tatsächlichen Biegewinkel rückgeschlossen. Entspricht dieser nicht dem Sollbiegewinkel, wird der Biegestempel nochmals abgesenkt und das Werkstück entsprechend überbogen. Durch diese indirekte Messung ist jedoch keine absolut genaue Messung des tatsächlich erreichten Biegewinkels möglich. Sind beispielsweise die Oberflächen der Biegebacken mit Schmutzresten behaftet, so verfälschen diese das Ergebnis, von dem aus auf den tatsächlichen Biegewinkel

rückgeschlossen wird.

Ferner ist durch dieses Verfahren ebenfalls nur eine Biegung in einem Arbeitsgang möglich.

Ferner ist beim Biegen eines Werkstoffes zu berücksichtigen, daß Werkstoffe unterschiedlichster Festigkeit, Materialgefügestruktur und Querschnitt bearbeitet werden müssen. Je nach diesen Parametern ist auch die Rückfederung bei einer Biegung um ein bestimmtes Maß unterschiedlich. Sowohl Materialdickentoleranzen als auch Festigkeitsschwankungen verändern den Biegewinkel durch unterschiedliche Rückfederung und es entstehen Teile, die nicht maßgerecht sind.

Der Erfinder hat sich zur Aufgabe gestellt, ein Verfahren und eine Vorrichtung der oben genannten Art zu entwickeln, mittels denen Biegewinkel unabhängig von der Festigkeit, der Materialgefügestruktur oder der Dicke des Werkstückes in engen Toleranzbereichen hergestellt werden können, wobei mehrere Biegungen gleichzeitig in einem Arbeitsgang an einem Werkstück vollzogen werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt, daß in einem ersten Biegevorgang vom Werkstück zumindest ein entsprechender Schenkel mittels des Schwenkbiegebackens abgebogen wird, sodann der Schwenkbiegebacken von dem Schenkel gelöst und eine Rückfederung des Schenkels bzw. der erzeugte Ist-Biegewinkel durch direkte Messung bestimmt und mit einem Soll-Biegewinkel verglichen wird und anschließend durch einen erneuten Biegevorgang durch ein Überbiegen eine Übereinstimmung zwischen Soll-Biegewinkel und Ist-Biegewinkel hergestellt wird.

Im Gegensatz zu dem Rotax-Verfahren wird hier also nicht über die Winkelstellung der Oberflächen der Drehbacken auf den tatsächlichen Biegewinkel rückgeschlossen, sondern dieser Ist-Biegewinkel wird direkt gemessen. Hierzu ist bei einer entsprechenden erfindungsgemäßen Vorrichtung einem Biegeamboß und einem Biegestempel zumindest eine Schwenkbiegebacke zugeordnet, wobei Biegeamboß und Biegestempel zwischen sich das Werkstück halten. Damit ist die eine Ebene zur Bestimmung des Biegewinkels eindeutig festgelegt. Im Biegestempel und/oder im Biegeamboß befindet sich jedoch zumindest eine Einrichtung zum Bestimmen des Biegewinkels. Bevorzugt besteht diese Einrichtung aus einem Meßstift, welcher gegen einen abgebogenen Schenkel des Werkstücks führbar ist. Da dieser Meßstift bzw. dessen Lage vorgeeicht ist, gibt er beim Auftreffen auf den abgebogenen Schenkel genauestens den Biegewinkel an.

In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird nun der gemessene Ist-Biegewinkel einem Rechner zu-

geführt und dort mit dem Soll-Biegewinkel verglichen. Dabei besitzt der Rechner ein entsprechendes Programm für unterschiedlichste Werkstoffe, über welches ein Bestimmen des Maßes der Überbiegung bei einem zweiten Biegevorgang erfolgt. In der Praxis hat sich gezeigt, daß mit diesem zweiten Biegevorgang bereits auf kleinste Toleranzen gebogen werden kann. Wo noch größere Genauigkeiten erforderlich sind, kann nochmals eine Nachmessung des Biegewinkels erfolgen und dieser in einem dritten Biegevorgang nochmals korrigiert werden.

Ferner dürfte es sich als günstig erweisen, den ersten Biegevorgang nur bis zu dem Biegewinkel durchzuführen, welcher dem gewünschten Soll-Biegewinkel entspricht. Würde nämlich bereits im ersten Biegevorgang eine Überbiegung stattfinden und die Rückfederung nicht in dem vorher angenommenen Ausmaß geschehen, so könnte eine Korrektur dieser Überbiegung nur manuell erfolgen.

Besonders vorteilhaft ist, daß durch den Rechner eine Aufzeichnung der tatsächlichen Biegewinkel erfolgen kann und diese als Kontrollkarte dem entsprechenden Werkstück mitgegeben wird.

In einer weiter verbesserten Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, daß neben dem Abbiegen von Schenkeln von dem Werkstück vor oder während des ersten Biegevorganges zusätzlich weitere Abschnitte vom Werkstück abgebogen werden. Auf diese Weise ist es beispielsweise möglich, Schaltgabeln für Kraftfahrzeuge in einem Arbeitsgang herzustellen, wobei die abgebogenen Schenkel mit den Aufnahmebohrungen für entsprechende Bolzen oder Stangen absolut in einer Achse liegen. Damit werden gesichert Verkantungen vermieden.

Dieses beschriebene Verfahren gestattet es, Stanzteile beliebiger Form mit Biegungen in einem Arbeitsvorgang zu erzeugen, welche maßlich absolut korrekt sind.

Die Werkstücke können aus allen möglichen Werkstoffen bestehen, sie müssen lediglich biegefähig sein. Bei Stahlteilen ist das Biegen auch im vergüteten Zustand erfolgreich.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Bewegung des Meßstiftes von einem entsprechenden Meßtaster erfaßt. Diese Meßtaster sind im Handel erhältlich und sollen deshalb nicht näher beschrieben werden. Beispielsweise kann zwischen Meßstift und Meßtaster ein Winkelhebel angeordnet sein, welcher um eine entsprechende Achse dreht, wobei er mit einem Schenkel beispielsweise einen Druckknopf des Meßtasters angreift, während sein anderer Schenkel von dem Meßstift beaufschlagt ist. Um den innigen Kontakt zwischen Schenkel und Meßstift zu gewährleisten, hat es sich als ratsam erwiesen, diesen Schenkel andererseits des Meßstiftes gegen

eine Feder abzustützen.

Die oben beschriebene Einrichtung zum Bestimmen des Biegewinkels soll nur beispielhaft sein. Denkbar sind auch berührungslose Meßfühler od. dgl.. Auch der Anordnung bzw. Zahl der Einrichtungen zum Bestimmen des Biegewinkels soll keine Grenze gesetzt sein. Soll z. B. ein Schenkel eines Werkstücks nach unten, d. h. zum Biegeamboß hin, und ein anderer Schenkel nach oben, d. h. zum Biegestempel hin, gebogen werden, so wird es ratsam sein, eine Einrichtung im Biegestempel und die andere im Biegeamboß anzuordnen. Um ein Überbiegen zu gewährleisten, kann es notwendig sein, Biegeamboß und/oder -stempel konisch auszubilden.

Dieses eigentliche Kernstück der Vorrichtung zum Biegen von Werkstücken ist als Einzelpresse oder auch als Arbeitsstufe in einem Folgeverbundwerkzeug oder als Arbeitsstufe in einem Stufenpressenwerkzeugsatz vorgesehen. Dabei kann die Presse eine C-Gestellpresse oder auch eine O-Gestellpresse sein.

In jedem Fall hat es sich jedoch als günstig erwiesen, Biegestempel und Biegeamboß zusammen mit den Schwenkbiegebacken in einem Säulenführungsgestell anzuordnen. Dabei hängt der Biegestempel, ggfs. unter Zwischenschaltung eines Auflagers, an einem heb- und senkbaren Block, welcher wiederum über Führungsbuchsen an Führungssäulen geführt ist. Dieser Block wird dann von einem entsprechenden Stößel einer Hydraulik beaufschlagt.

Auch die Schwenkbiegebacken sind im Rahmen der Erfindung entsprechend ausgestaltet. Jede Schwenkbiegebacke weist einen Backenkörper auf, welcher um eine Achse dreht. Dabei wird die Achse teilweise von entsprechenden Wellenstummeln gebildet, mit denen die Schwenkbiegebacke in entsprechenden Lagern gehalten ist.

Zum Schwenken der Schwenkbiegebacke ist einmal daran gedacht, zumindest einen der Wellenstummel an einen Antrieb über ein entsprechendes Getriebe zu koppeln. Dieser Antrieb kann beispielsweise aus einem elektrohydraulischen Drehmomentverstärker bestehen, der handelsüblich ist und der in der Regel einen Hydromotor, ein NC-Ventil, einen Steuerschieber sowie einen Pilotmotor beinhaltet.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß der Wellenstummel mit einem elektrohydraulischen Linearverstärker verbunden ist, der ebenfalls handelsüblich erhältlich ist und in der Regel aus einem Hydrozylinder, einem NC-Ventil, einem Pilotmotor besteht. Aus dem Hydrozylinder führt eine Kolbenstange in eine Kulissee eines Hebelgetriebes und greift über einen entsprechenden Hebel die Achse bzw. den Wellenstummel an.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Er-

findung ist jedoch auch daran gedacht, daß der Backenkörper direkt von einem elektrohydraulischen Linearverstärker angegriffen wird, wobei deren Kolbenstange beispielsweise gelenkig mit einem Bolzen am Backenkörper verbunden ist. Da dieser Bolzen eine Kreisbewegung vollführt, sollte der Zylinder in einem Schwenklager schwenkbar gelagert sein.

Selbstverständlich ist für einige Anwendungsfälle, bei denen keine hohe Biegekraft aufgebracht werden muß, auch daran gedacht, denn Wellenstummel direkt mit einem elektrisch arbeitenden Schrittmotor zu verbinden.

Je nach Anwendungsfall wird es sich als ratsam erweisen, jede einzelne Schwenkbiegebacke mit einem entsprechenden Antrieb zu versehen, oder aber nur eine Schwenkbiegebacke an einen Antrieb anzukoppeln und die Verbindung zur anderen Schwenkbiegebacke über entsprechende Getriebeelemente herzustellen. Auch hier ist dem Rahmen der Erfindung keine Grenze gesetzt.

Bevorzugt soll der Backenkörper der Schwenkbiegebacke aus zwei seitlichen Abstützungen bestehen, welche zwischen sich eine Führungsfläche ausbilden. Dabei ist die Führungsfläche versenkt zwischen den beiden Abstützungen angeordnet und bildet so einen Aufnahmekanal für den zu biegenden Schenkel des Werkstückes. Auch die innere Kante dieser Führungsfläche liegt außerhalb der Drehachse der Schwenkbiegebacke, so daß die Führungsfläche beim Biegen des Schenkels dieser plan anliegt und beispielsweise keine Materialverdrängung durch Auftreffen einer Biegekante stattfindet.

Im übrigen kann die Führungsfläche mit einem zusätzlichen Verschleißteil belegt sein, welches gehärtet oder beschichtet ausgebildet ist. Dieses Verschleißteil wird beim Auftreten von Verschleißerscheinungen ausgewechselt und durch ein neues Teil ersetzt.

In weiteren Anwendungsbereichen der Erfindung hat es sich als notwendig erwiesen, beispielsweise neben dem Abbiegen von Schenkeln von einem Werkstück auch ein weiteres Ab- oder Ausbiegen eines Abschnittes aus dem Werkstück vorzusehen. Hierzu ist in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, daß der Biegestempel oder der Biegeamboß von einem zusätzlichen Biegestößel durchzogen ist, dessen Stirnfläche bevorzugt dem zu biegenden Abschnitt nachgebildet ist. In diesem Anwendungsfall wird es notwendig sein, die Bewegung des Biegestößels von derjenigen des Biegestempels bzw. Biegeambosses zu trennen. Wird der Biegestößel im Biegestempel vorgesehen, so kann er mit dem Auflager verbunden sein, wobei dieses in einer Ausgangslage dann einen bestimmten Abstand von dem Biegestempel einhalten sollte. Beim Absenken des

Biegestempels trifft dieser auf das Werkstück und stoppt, während das Auflager gegen einen entsprechenden Gegendruck weiter in Richtung auf den Biegestempel hin verschoben werden kann und damit der Abstand zwischen beiden Elementen aufgehoben wird. Hierdurch fährt der Biegestößel aus dem Biegestempel heraus und vollzieht seinen Biegevorgang. Selbstverständlich braucht dieser Biegestößel nicht unbedingt im Biegestempel oder Biegeamboß selbst angeordnet zu sein, sondern er kann sich auch neben dem Biegestempel bzw. Biegeamboß befinden, eben nur an der Stelle, an der die Biegung des Werkstückes vollzogen werden soll.

Ein weiterer wesentlicher Punkt der Erfindung ist, daß das Werkstück zwischen Biegestempel und Biegeamboß genau positioniert werden muß, damit die entsprechenden Biegungen durch die Schwenkbiegebacken an den vorher bestimmten Stellen erfolgen. Hierzu ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Biegeamboß von einem Positionierstempel durchsetzt wird, der einem separaten, beispielsweise doppelt wirkenden Hydraulikzylinder zugeordnet ist.

Mit dieser Erfindung ist eine Vorrichtung geschaffen, mittels welcher in einem einzigen Arbeitsgang eine Vielzahl von Biegungen an einem Werkstück vollzogen werden kann. Diese Biegungen weisen eine Maßgenauigkeit innerhalb eines engsten Toleranzbereiches auf, so daß sie höchsten Ansprüchen genügen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in

Fig. 1 eine teilweise geschnittene, schematische Darstellung der Frontansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Biegen von Werkstücken;

Fig. 2 einen vergrößert dargestellten Schnitt durch Teile der Vorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 3 einen verkleinert dargestellten Schnitt einer spiegelsymmetrischen Hälfte der Gesamtvorrichtung zum Biegen von Werkstücken;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer vergrößert dargestellten erfindungsgemäßen Schwenkbiegebacke;

Fig. 5 ein Blockschaltbild mit teilweise im Querschnitt dargestellten Elementen einer Meß- und Regeleinheit für die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Antriebes für eine Schwenkbiegebacke;

Fig. 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Antriebes für eine Schwenkbiegebacke;

Fig. 8 bis 11 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Bewegungsablaufes beim Biegen eines Werkstückes.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung P zum Biegen eines Werkstückes 1, dessen Ausgangsform in Fig. 1 gestrichelt dargestellt ist, weist im wesentlichen einen Biegestempel 2, einen Biegeamboß 3 sowie Schwenkbiegebacken 4 und 5 auf. Diese Schwenkbiegebacken 4 und 5 besitzen jeweils eine Achse M, um die sie in Richtung x schwenkbar sind.

Der Bewegungsablauf dieser erfindungsgemäßen Vorrichtung P zum Biegen von Werkstücken 1 ist folgender:

Der Biegestempel 2 wird von einem in Fig. 1 nicht näher dargestellten Stößel einer hydraulisch angetriebenen Maschine abwärts in Richtung z bewegt. In seiner unteren Endlage trifft er auf das Werkstück 1 und klemmt dieses auf dem Biegeamboß 3 fest. Danach schwenken die Schwenkbiegebacken 4 und 5 in Schwenkrichtung x um die Achsen M nach oben und biegen so den linken und rechten Schenkel 6 und 7 des Werkstückes 1, so daß ein U-förmiges Werkstück entsteht.

In Fig. 2 ist vor allem ein Querschnitt durch den Biegestempel 2 dargestellt, welcher eine erfindungsgemäße Meßeinrichtung R zur Bestimmung des Biegewinkels erkennen läßt.

Diese Einrichtung R weist einen Meßtaster 8 auf, welcher über eine Spannschraube 9 im Biegestempel 2 gehalten ist. Dieser Meßtaster 8 ragt mit einem Druckknopf 10 in einen Raum 11 im Biegestempel 2 ein. In dem Raum 11 lagert ein Winkelhebel 12, welcher um eine Achse A dreht und mit einem Schenkel 13 den Druckknopf 10 angreift, während ein anderer Schenkel 14 von einem Meßstift 15 bzw. dessen Kopf 16 beaufschlagbar ist.

Andererseits des Kopfes 16 wird der Schenkel 14 von einer Feder 17 angegriffen, welche zwischen dem Schenkel 14 und einer Madenschrauben 18 angeordnet ist.

Der Meßstift 15 schlägt in Gebrauchslage an dem gebogenen Schenkel 6 des Werkstückes 1 an und kann dementsprechend den Istwert des Biegewinkels w bestimmen. Eine Änderung des Biegewinkels w wirkt über den Meßstift 15 auf den Schenkel 14 des Winkelhebels 12, so daß diese Änderung auch auf den Schenkel 13 übertragen wird, welcher den Druckknopf 10 des Meßtasters 8 angreift. Dieser gemessene Wert des Biegewinkels w wird über eine entsprechende Leitung 19 einem weiter unten beschriebenen Rechner eingegeben und dort ausgewertet.

Die Einrichtung R kann aber auch aus einem elektronischen oder optischen Meßfühler bestehen, welcher anstelle des Meßstiftes direkt den Biegewinkel w ermittelt. Ferner kann der Meßtaster 8 auch direkt anstelle des Meßstiftes verwendet werden. Hier soll der Erfindung keine Grenze gesetzt

sein. Zur Positionierung des Werkstückes 1 besitzt dieses im vorliegenden Fall gemäß Fig. 2 eine Bohrung 20, durch die ein Positionierstempel 21 geführt werden kann. Die Betätigung des Positionierstempels 21 erfolgt beispielsweise über eine doppelt wirkende Hydraulikzylindereinheit 22, welche nur zum Teil in Fig. 2 dargestellt ist.

Der Positionierstempel 21 kann im übrigen eine beliebige Form aufweisen, wobei dann die Bohrung 20 entsprechend angepaßt sein muß. Im gezeigten Ausführungsbeispiel greift er durch die Bohrung 20 hindurch in eine Sacklochbohrung 23 in die Stirnfläche des Biegestempels 2 ein.

Es versteht sich von selbst, daß eine oben beschriebene Einrichtung R zur Bestimmung des Biegewinkels im Biegestempel 2 auch für den zweiten Schenkel 7 des Werkstückes 1 vorgesehen ist.

Das Zuführen und Einlegen des Werkstückes auf den Biegeamboß 3 erfolgt mit einem nicht näher gezeigten Platinenzuführgerät, wobei das flache Werkstück 1 beispielsweise mit einer Zunge, einem Sauger oder Magneten erfaßt und vollautomatisch aus einem Stapelmagazin entnommen wird. Welche Art von Zuführgerät im jeweiligen Einzelfall zum Einsatz gelangt, ist abhängig vom Werkstoff des Werkstückes, seiner Dicke, seiner Form und seinem Gewicht.

Das gebogene Werkstück wird ebenfalls mit einem Teileentnahmeggerät der Vorrichtung P entnommen und bevorzugt lagepositioniert abgelegt, um das maßgenaue, gebogene Werkstück nicht zu beschädigen.

Die Vorrichtung P zum Biegen von Werkstücken ist bevorzugt in einem Säulenführungsgestell 24 angeordnet (siehe Fig. 3). Mit diesem Säulenführungsgestell 24 kann der Biegestempel 2 und der Biegeamboß 3 zusammen mit den Schwenkbiegebacken 4 bzw. 5 genau positioniert werden, damit die Aufnahme des Werkstückes 1 gesichert ist.

Beispielsweise kann ein solches Säulenführungsgestell 24 aus einem unteren Block 25 bestehen, dem der Biegeamboß 3 aufsitzt. Der Biegestempel 2 stützt sich dagegen über ein Auflager 26 gegen einen oberen Block 27 ab. Das Auflager 26 wird von einem bei 28 angedeuteten Stößel eines nicht näher gezeigten Hydraulikantriebes zum Absenken des Auflagers 26 bzw. des Biegestempels 2 angegriffen. Ggfs. sind noch Längsbohrungen 29 zur Aufnahme von weiter unten beschriebenen Druckbolzen vorgesehen.

Sowohl im oberen Block 27 wie auch im unteren Block 25 sind Führungsbuchsen 30 bzw. 31 eingelassen, wobei die untere Führungsbuchse 31 eine konische Aufnahme 32 für ein entsprechend geformtes Ende einer Führungssäule 33 besitzt, wobei die Führungssäule 33 durch eine entspre-

chende Mutter 34 in der Führungsbuchse 31 gehalten ist. Mit dem anderen Ende gleitet die Führungssäule 33 in der Führungsbuchse 30 des oberen Blockes 27, wobei nicht näher gezeigte Feststellelemente vorgesehen sind, mittels denen ein vorbestimmter Abstand zwischen Biegestempel 2 und Biegeamboß 3 hergestellt und festgelegt werden kann. Bei 35 und 36 sind entsprechende Blockbefestigungen angedeutet.

Die in Fig. 4 gezeigte Schwenkbiegebacke 4/5 weist einen Backenkörper 37 auf, von welchem beidseitig Wellenstummel 38 abragen. Die Längsachse der Wellenstummel 38 bildet gleichzeitig die Achse M, um welche die Schwenkbiegebacken 4/5 in Schwenkrichtung x drehen. Bei kleinen Biegekräften genügt auch eine einseitige Lagerung.

Zwischen zwei kreissegmentförmigen Abstützungen 39 ist eine Führungsfläche 40 vorgesehen, welche zusammen mit den Abstützungen 39 einen Aufnahmekanal 41 für den Schenkel 6 bzw. 7 des Werkstückes 1 bildet. Der Grund des Aufnahmekanals 41 wird dabei von einem Verschleißteil 42 ausgeformt, welches in die Führungsfläche 40 eingelassen und über entsprechende Befestigungselemente 43 festgelegt ist. Je nach Einsatz kann das Verschleißteil 42 gehärtet oder speziell beschichtet oder anders behandelt sein.

An einem Wellenstummel 38 ist im übrigen eine Paßfeder 44 zur Übertragung eines Antriebsmomentes vorgesehen, der die Bewegung der Schwenkbiegebacke 4/5 in Schwenkrichtung x bewirkt. Hierbei sind gemäß den Figuren 5 bis 7 verschiedene Antriebsarten denkbar. In Fig. 5 ist ein Getriebe 45 schematisch dargestellt, wobei eine Getriebeabtriebsachse über eine entsprechende Kupplung 46 direkt mit dem Wellenstummel 38 über die Paßfeder 44 verbunden ist. An das Getriebe 45 ist ein Antrieb angekuppelt, der im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein elektrohydraulischer Drehmomentverstärker sein soll. Dieser elektrohydraulische Drehmomentverstärker ist im Handel erhältlich und besteht aus einem Hydromotor 47, einem NC-Ventil 48, einem Steuerschieber 49 und einem Pilotmotor 50. Über den Pilotmotor 50 erfolgt die Verbindung mit einem Rechner 51 einer Steuerlogik, welcher auch die Meßimpulse der Einrichtung R zur Bestimmung des Biegewinkels w aufnimmt. In diesem Rechner 51 wird der mittels des Meßstiftes 15 ermittelte Istwert des Biegewinkels w mit einem gewünschten Sollwert verglichen. Danach wird über den elektrohydraulischen Drehmomentverstärker 47-50 das Getriebe 45 angesprochen und über die Schwenkbiegebacken 4 bzw. 5 eine Nachbiegung zur Korrektur des Biegewinkels w vorgenommen.

Erfindungsgemäß ist daran gedacht, daß jede Schwenkbiegebacke 4 bzw. 5 einen eigenen derartigen Antrieb aufweist. Soll jedoch eine beidseitige

gleiche Biegung des Werkstückes 1 erfolgen, so ist es auch möglich, die beiden Schwenkbiegebacken 4 und 5 über entsprechende Getriebeelemente, wie Zahnräder, Zahnstangen, kardanische Gelenke od. dgl. miteinander zu verbinden, so daß sie exakt die gleiche Biegebewegung ausführen.

In dem Ausführungsbeispiel eines Schwenkbiegebackenantriebes gemäß Fig. 6 ist der Hydromotor durch einen Hydrozylinder 52 ersetzt. Somit findet bei diesem Ausführungsbeispiel ein ebenfalls im Handel erhältlicher elektrohydraulischer Linearverstärker Anwendung, welcher neben dem Hydrozylinder 52 und dem NC-Ventil 48 ebenfalls einen Steuerschieber 49 und einen Pilotmotor 50 aufweist.

Die Kolbenstange 53 des Hydrozylinders 52 greift in eine Kulissee 54 eines nur schematisch angedeuteten Hebelgetriebes 55 ein. Dieses Hebelgetriebe 55 bzw. ein Pleuel 55a leitet die Kraft des Hydrozylinders 52 über die Kulissee 54 geführt über einen Hebel 56 direkt auf die Schwenkachse M.

Ein derartiger Antrieb über einen elektrohydraulischen Linearverstärker kommt dann zum Einsatz, wenn große Biegekräfte erforderlich sind, da durch den Hydrozylinderdurchmesser praktisch unbegrenzte Kräfte auf die Schwenkbiegebacken 4/5 aufbringbar sind.

Auch bei diesem Schwenkbiegebackenantrieb kann jede Schwenkbiegebacke 4/5 einzeln angetrieben werden, um jeden Schenkel des Werkstückes in eine gewünschte Winkellage zu bringen.

Bei Werkstücken, deren Schenkel gleiche Biegequerschnitte, Biegeradien, Biegewinkel und gleiche Schenkellängen haben, genügt jedoch der Antrieb an einer Schwenkbiegebacke 4 bzw. 5, wobei dann die zweite Schwenkbiegebacke über ein Zahnräderpaar synchron angetrieben wird. Dabei sind schräg verzahnte Stirnräder bestens geeignet. Für höchste Genauigkeit kommen Stirnräder mit Pfeilverzahnung zum Einsatz.

Zum NC-Ventil 48 ist noch zu bemerken, daß dieses entweder den Hydrozylinder 52 oder den Hydromotor 47 steuert, wobei es sein Drucköl bevorzugt aus der in der Vorrichtung P integrierten Hydraulik erhält.

In Fig. 7 ist ein Antrieb für die Schwenkbiegebacken 4 bzw. 5 dargestellt, welcher die Schwenkbiegebacken 4 bzw. 5 direkt angreift. Hierzu ist ein elektrohydraulischer Linearverstärker 57 vorgesehen, welcher über eine Kolbenstange 58 direkt an einem Bolzen 59 an der Schwenkbiegebacke 4/5 angekuppelt ist. Um der Kreisbewegung des Bolzens 59 in Richtung x folgen zu können, ist der Zylinder 57 um ein Schwenklager 60 drehbar angeordnet.

Ferner ist auch daran gedacht, beispielsweise bei kleinen notwendigen Drehmomenten den Wellenstummel 38 mit einem rein elektrischen Schritt-

motor zu koppeln. Hier sind der Erfindung keine Grenzen gesetzt.

In den Figuren 8 bis 11 wird ein Bewegungsablauf zum Biegen eines Werkstückes aufgezeigt, wobei hier eine Dreifachbiegung erfolgt. In Fig. 8 ist die Stellung angedeutet, in der der Biegestempel 2 bereits dem Werkstück 1 aufsitzt und es gegen den Biegeamboß 3 preßt.

Dabei ist das Werkstück 1 bereits positioniert, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist.

Zwischen dem Biegestempel 2 und seinem Auflager 26 wird in diesem Ausführungsbeispiel jedoch ein vorbestimmter veränderbarer Abstand a eingehalten, der so bemessen ist, daß ein von dem Auflager 26 abragender Biegestößel 61, welcher eine Axialbohrung 62 des Biegestempels 2 durchsetzt, in diese eingezogen ist.

Beim Absenken dieses gesamten Oberwerkzeuges, welches hier auch aus dem oberen Block 27, dem Auflager 26, einem Druckbolzen 63, dem Biegestempel 2 sowie dem Biegestößel 61 besteht, trifft der Biegestempel 2 zuerst auf das Werkstück 1. Dabei stoppt der Biegestempel 2, während das Auflager 26 weiterfährt. Über den Druckbolzen 63 wird hierbei die Hydraulik des nicht gezeigten Antriebsstößels (Haltekraft) nach oben verdrängt, wobei der Biegestößel 61 relativ zum Biegestempel 2 weiterläuft und der Abstand a aufgehoben wird. Durch den Biegestößel 61 wird ein definierter Abschnitt 64 des Werkstücks 1 in eine entsprechende Ausnehmung 65 des Biegeambos 3 abgebogen, wobei bevorzugt die Kontur 66 der Stößelstirnfläche der gewünschten Biegung des Abschnittes 64 angepaßt ist. Diese Arbeitsstellung wird in Fig. 9 gezeigt.

Gemäß Fig. 10 werden nun die Schwenkbiegebacken 4 und 5 um ihre entsprechende Achse M in Schwenkrichtung x bewegt. Durch den konischen Zuschnitt des Biegestempels 2 ist zwar ein Überbiegen der Schenkel 6 bzw. 7 über 90° möglich, dies sollte jedoch nur in Ausnahmefällen beim ersten Biegen der Schenkel 6 bzw. 7 erfolgen.

Bei einem gewünschten Soll des Biegewinkels w sollte das erste Biegen nur bis zu diesem Soll erfolgen. Damit wird vermieden, daß gleich beim ersten Biegen ein Überbiegen sogar über das gewünschte Soll erfolgt, welches mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht rückgängig zu machen ist.

Im Beispielsfall wird ein Biegewinkel w von 90° gewünscht. In diesem Fall werden die Schwenkbiegebacken 4 bzw. 5 bei der ersten Biegung auch nur um 90° geschwenkt. Danach erfolgt ein Öffnen der Schwenkbiegebacken 4 bzw. 5 um etwa 5° , so daß die Schenkel 6 bzw. 7 freigegeben sind. Diese federn in eine erreichte Biegestellung zurück, wobei über die, der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellten Meßstifte 15 der tatsächlich er-

reichte Biegewinkel w bestimmt wird. Der Rechner 51 kann nun die Differenz α bzw. β zwischen dem tatsächlich erreichten Biegewinkel w und dem Sollbiegewinkel ermitteln. In dem Rechner 51 befindet sich aber auch ein entsprechendes Umrechnungsprogramm, über welches bestimmt werden kann, um welches Maß bei einem zweiten Biegevorgang der Schenkel 6 bzw. 7 überbogen werden muß, um die Rückfederung α bzw. β auszugleichen. Damit wird beim zweiten Biegen genauestens diese Rückfederung korrigiert und der gewünschte Biegewinkel w erreicht. Selbstverständlich kann auch dieser zweite Biegevorgang durch die Meßstifte 15 nachgemessen und nochmals mit dem Sollwert verglichen werden. In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, daß ein zweites Messen in der Regel nicht mehr notwendig ist, sondern daß die erfindungsgemäße Vorrichtung bereits mit dem zweiten Biegevorgang einen höchstmöglichen Genauigkeitsgrad erreicht.

Nunmehr klappen die Schwenkbiegebacken 4 und 5 in ihre Ausgangsstellung zurück und der nicht gezeigte Hydraulikstößel läuft nach oben. Dabei bewegt sich zuerst der Biegestößel 61 in seine Axialbohrung 62, wobei wiederum der Abstand a zwischen Auflager 26 und Biegestempel 2 hergestellt wird. Erst dann läuft das gesamte Oberwerkzeug nach oben weg. Das gebogene Werkstück 1 verbleibt auf dem Biegeamboß 3 und wird über ein entsprechendes Teileentnahmegerät vom Biegeamboß 3 entnommen.

Das Meßsystem ist im übrigen so aufgebaut, daß für jedes gebogene Werkstück bzw. eine Werkstückserie eine Qualitätsregelkarte mitausgedruckt werden kann, so daß dem Abnehmer die Biegegenauigkeit nachgewiesen wird.

Ansprüche

1. Verfahren zum Biegen von Werkstücken durch Schwenkbiegebacken, wobei der abgebogene Teil zum Werkstück einen vorbestimmten Biegewinkel einnimmt, dadurch gekennzeichnet, daß in einem ersten Biegevorgang vom Werkstück zumindest ein entsprechender Schenkel mittels der Schwenkbiegebacke abgebogen wird, sodann die Schwenkbiegebacke von dem Schenkel gelöst und eine Rückfederung des Schenkels bzw. der Ist-Biegewinkel durch direkte Messung bestimmt und mit einem Soll-Biegewinkel verglichen wird und anschließend durch einen erneuten Biegevorgang durch ein Überbiegen eine Übereinstimmung zwischen Soll-Biegewinkel und Ist-Biegewinkel hergestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der gemessene Ist-Biegewinkel einem Rechner zugeführt und dort mit dem Soll-Biegewinkel verglichen wird, wobei im Rechner ein Bestimmen des Maßes der Überbiegung beim zweiten Biegevorgang erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Biegevorgang bis zu einem Biegewinkel durchgeführt wird, welcher dem Soll-Biegewinkel entspricht.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Aufzeichnung des Vergleichs von Ist- und Soll-Biegewinkel vorgenommen wird.

5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß neben dem Abbiegen von Schenkeln von dem Werkstück vor oder während des ersten Biegevorganges zusätzliche Abschnitte vom Werkstück abgebogen werden.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Schwenkbiegebacke (4,5) einem Biegeamboß (3) und einem Biegestempel (2) od. dgl. zugeordnet ist, welche zwischen sich das Werkstück (1) halten, wobei im Biegestempel (2) und/oder im Biegeamboß (3) zumindest eine Einrichtung (R) zum Bestimmen des Biegewinkels (w) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (R) aus einem elektronischen, optischen oder mechanischen Meßtaster (8) besteht, welcher die Lage des abgebogenen Schenkels (6,7) direkt erfaßt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (R) zum Bestimmen des Biegewinkels (w) einen Meßstift (15) aufweist, welcher gegen einen abgebogenen Schenkel (6,7) des Werkstückes (1) führbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung des Meßstiftes (15) von einem Meßtaster (8) erfaßbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Meßstift (15) und Meßtaster (8) ein Kniehebel (12) angeordnet ist, welcher um eine Achse (A) dreht und mit einem Schenkel (13) beispielsweise einen Druckknopf (10) des Meßtasters (8) angreift und dessen anderer Schenkel (14) von dem Meßstift (15) beaufschlagbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Schenkel (14) andererseits des Meßstiftes (15) gegen eine Feder (17) abstützt.

12. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß Biegestempel (2) und Biegeamboß (3) zusammen mit den Schwenkbiegebacken (4,5) in einem Säulenführungsgestell (24) angeordnet sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Biegestempel (2) ggfs. über ein Auflager (26) mit einem heb- und senkbaren Block (27) verbunden ist, welcher über Führungsbuchsen (30) an Führungssäulen (33) geführt ist.

14. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schwenkbiegebacke (4 oder 5) einen Backenkörper (37) aufweist, welcher um eine Achse (M) dreht.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß im Verlauf der Achse (M) Wellenstummel (38) vorgesehen sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest mit einem Wellenstummel (38) ein Antrieb über ein Getriebe (45) verbunden ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb aus einem elektrohydraulischen Drehmomentverstärker (47,48,49,50) besteht.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrohydraulische Drehmomentverstärker einen Hydromotor (47), ein NC-Ventil (48), einen Steuerschieber (49) sowie einen Pilotmotor (50) beinhaltet.

19. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Wellenstummel (38) ein elektrohydraulischer Linearverstärker (52,48,49,50) verbunden ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrohydraulische Linearverstärker aus einem Hydrozylinder (52), einem NC-Ventil (48), einem Steuerschieber (49) und einem Pilotmotor (50) besteht.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem elektrohydraulischen Linearverstärker (52) eine Kolbenstange (53) in eine Kulissee (54) eines Hebelgetriebes (55) einmündet und über einen Hebel (56) die Achse (M) bzw. den Wellenstummel (38) angreift.

22. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Backenkörper (37) direkt von einem elektrohydraulischen Linearverstärker (57) angegriffen ist, wobei deren Kolbenstange (58) über einen Bolzen (59) od. dgl. mit dem Backenkörper (37) verbunden ist und wobei der Zylinder (57) an einem Schwenklager (60) schwenkbar gelagert ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb ein elektrisch angetriebener Schrittmotor ist, welcher direkt an die Welle angekoppelt ist.

24. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 16 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb mit einem Rechner (51) verbunden ist, der auch eine Verbindung zur Einrichtung (R) zum Bestimmen des Biegewinkels (w) aufweist.

25. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 14 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Backenkörper (37) aus zwei seitlichen Abstützungen (39) besteht, welche zwischen sich eine Führungsfläche (40) ausbilden.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsfläche (40) zwischen den beiden Abstützungen (39) versenkt ausgebildet ist und einen Aufnahmekanal (41) ausbildet.

27. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsfläche (40) mit einem Verschleißteil (42) belegt ist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß das Verschleißteil (42) gehärtet oder beschichtet ist.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß an die Abstützungen (39) beidseitig oder bei geringen Biegekräften einseitig die bzw. der Wellenstummel (38) anschließt.

30. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 6 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß im oder am Biegestempel (2) oder Biegeamboß (3) ein Biegestößel (61) zum Abbiegen eines weiteren Abschnitts (64) des Werkstücks (1) vorgesehen ist.

31. Vorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß der Biegestößel (61) eine Axialbohrung (62) im Biegestempel (2) oder Biegeamboß (3) durchzieht und in Gebrauchslage in eine Ausnehmung (65) des jeweils anderen Elementes unter Mitnahme des Abschnittes (64) eintaucht.

32. Vorrichtung nach Anspruch 30 oder 31, dadurch gekennzeichnet, daß der Biegestößel (61) mit dem Auflager (26) verbunden ist, wobei dieses in einer Ausgangslage einen definierten, veränderbaren Abstand (a) von dem Biegestempel (2) bzw. Biegeamboß (3) einhält, so daß der Biegestößel (61) in die Axialbohrung (62) zurückgezogen ist.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) gegen die Haltekraft eines Druckbolzens (63) veränderbar ist.

34. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 6 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß der Biegeamboß (3) von einem oder mehreren Positionierstempel/n (21) durchsetzt ist, die sowohl in einer Innenform oder auch Außenkontur der Teile eingreifen und so die Positionierung vornehmen.

35. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß der Positionierstempel (21) mit einem doppelt wirkenden Hydraulikzylinder (22) verbunden ist.

