

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 80100574.5

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: **B 21 D 9/07**  
**B 21 D 7/024**

(22) Anmeldetag: 05.02.80

(30) Priorität: 09.02.79 DE 2904885

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
20.08.80 Patentblatt 80/17

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE FR GB IT NL SE

(71) Anmelder: Rothenberger GmbH & Co.  
Werkzeuge-Maschinen KG  
Heidelberger Strasse 13  
D-6000 Frankfurt/Main(DE)

(72) Erfinder: Rothenberger, Günter  
Landgraf-Friedrich-Strasse 21  
D-6380 Bad Homburg v.d.H(DE)

(74) Vertreter: Zapfe, Hans, Dipl.-Ing.  
Seestrasse 2  
D-6054 Rodgau-3(DE)

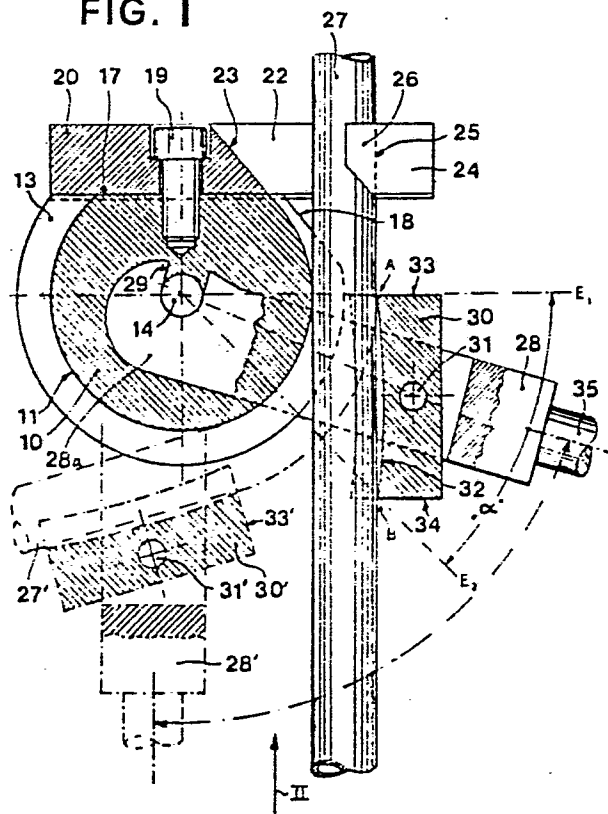
(54) Biegevorrichtung für Metallrohre.

(57) Die Erfindung betrifft eine Biegevorrichtung für Metallrohre mit einem Zylindersegment (10), auf dessen Umfang eine den Biegeradius des Rohres bestimmende Nut (11) angeordnet ist. Dem Zylindersegment (10) ist ein Widerlager (24) für die tangentielle Halterung des Rohres (27) zur Nut (11) zugeordnet sowie ein konzentrisch um eine Achse (14) des Segments (10) schwenkbarer Hebel (28), an dem auf einer zur Segmentachse (14) parallelen Achse (31) ein Druckstück (30) angeordnet ist, welches auch als Gleitschuh bezeichnet werden kann. Dieses Druckstück (30) besitzt eine Arbeitsfläche (32), die in einer parallel zu den Achsen (14, 31) von Segment (10) und Druckstück (30) verlaufenden Ebene einen etwa halbkreisförmigen, konkaven Querschnitt mit dem Radius  $R_0$  aufweist. Während diese Arbeitsfläche (32) bei den bisher bekannten Biegevorrichtungen durch eine Zylinderfläche gebildet wurde, soll zu dem Zweck, Rohre aus den unterschiedlichsten Werkstoffen, auch aus sogenannten "harten" Metallen mit einem möglichst kleinen Biegeradius biegen zu können, gemäß der Erfindung das Druckstück (30) in einer senkrecht zu den Achsen (14, 31) von Segment (10) und Druckstück (30) verlaufenden Ebene zusätzlich konkav ausgebildet werden. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Arbeitsfläche (32) wird diese als Torusfläche ausgebildet, deren großer Radius  $R_2$  zwischen dem 2-bis 10-fachen des

Biegeradius  $R_1$  des Rohres (27) liegt. Die erfindungsgemäße Lösung kann außer durch eine torusförmige Arbeitsfläche (32) auch durch eine analoge Anordnung von Rollen gebildet werden.

./...

FIG. 1



- 1 -

Firma ROTHENBERGER GmbH & Co.  
Werkzeuge-Maschinen KG

Heidelberger Straße 13  
6000 Frankfurt am Main - 1

-----  
"Biegevorrichtung für Metallrohre"  
-----

Die Erfindung betrifft eine Biegevorrichtung für Metallrohre mit und ohne Kunststoffummantelung, insbesondere für Installationsrohre, bestehend aus einem Segment eines flachen Zylinders, auf dessen Umfang eine den  
5 Biegeradius  $R_1$  des Rohres bestimmende Nut angeordnet ist und dem ein Widerlager für die tangentialer Halterung des Rohres zur Nut zugeordnet ist, sowie aus einem konzentrisch um das Segment schwenkbaren Hebel, an dem auf einer zur Segmentachse parallelen Achse ein Druckstück  
10 mit einer Arbeitsfläche angeordnet ist, die in einer parallel zu den Achsen verlaufenden Ebene einen etwa halbkreisförmigen, konkaven Querschnitt mit dem Radius  $R_0$  aufweist.

Offenbach, den 06. Februar 197

- 2 -

Durch die US-PS 2 820 504 ist eine Rohrbiegevorrichtung mit einem torusförmigen Druckstück bekannt, welches mit einem Betätigungshebel eine starre Einheit bildet. Dieses Druckstück ist beim Biegevorgang nicht um eine konzentrische Achse des Zylindersegments in einem Durchgang unter Aus-  
5 führung einer Gleitbewegung auf dem Rohr schwenkbar. Vielmehr wird das Druckstück auf dem Rand des Zylindersegments auf Schienen geführt, so daß durch mehrfaches Hebeln des Druckstücks um gedachte Schwenkachsen, die auf  
10 den Schienen liegen, das Rohr abschnittweise in die Nut des Zylindersegments hineingedrückt wird. Das Druckstück ist also eine Art Formpresse, dessen innere Form der äußeren Form des fertig gebogenen Rohres entspricht. Mit der bekannten Vorrichtung sind absolut glatte Biegungen  
15 nicht zu erzielen, vielmehr sind Abdrücke des Druckstücks in regelmäßigen Abständen auf der Rohroberfläche zu sehen.

Durch die GB-PS 1 384 575 ist eine Biegevorrichtung für die Herstellung zusätzlicher Krümmungen an bereits gebogenen Rohren bekannt, deren Wirkungsprinzip eine Art kinematische  
20 Umkehrung des Wirkungsprinzips der eingangs beschriebenen Biegevorrichtung darstellt. Hierbei ist das Druckstück ortsfest angeordnet, und das Zylindersegment mit der Umfangsnut ist, hydraulisch angetrieben, gegenüber dem Druckstück schwenkbar. Das Druckstück ist jedoch nach Art einer Dachrinne  
25 ausgeführt, d.h. es verläuft in Rohrrichtung geradlinig. Damit sind keine anderen Wirkungen zu erzielen, als mit dem eingangs beschriebenen Gegenstand auch.

Durch die US-PS 3 410 125 ist gleichfalls eine Biegevorrichtung

mit einem Zylindersegment und einer Umfangsnut vorbekannt, die sich gegenüber einem zweiteiligen Druckstück um die Achse des Zylindersegments verschwenken lassen. Hierbei zieht das Druckstück das Rohr in die Umfangsnut hinein. Auch hierbei ist das  
 5 Druckstück in Längsrichtung des Rohres geradlinig ausgebildet, da aus ihm das zunächst gestreckte Rohr herausgezogen wird. Auch hiermit ist keine andere Wirkung zu erzielen, als mit dem eingangs beschriebenen Gegenstand auch.

Auch bei den eingangs beschriebenen Biegevorrichtungen ist das  
 10 Druckstück als im wesentlichen quaderförmiger Körper ausgebildet, der auf seiner dem Rohr bzw. dem Segment zugekehrten Seite eine Arbeitsfläche aufweist, die als Halbzylinderfläche ausgebildet und zu dem zu biegenden Rohr komplementär ist. Eine derartige Fläche ist konkav, aber nur im Bezug auf  
 15 einen Querschnitt, der in einer Ebene liegt, die parallel zu den bzw. durch die Achsen von Segment und Druckstück verläuft. Die Mantellinien sind geradlinig.

Mit einer derartigen Biegevorrichtung lassen sich Rohre aus Weichkupfer bis hinab zu einem Verhältnis von Biegeradius  $R_1$   
 20 zu Rohrdurchmesser  $D_0$  von etwa 3:1 ohne weiteres biegen. Dies gilt jedenfalls für Installationsrohre aus Weichkupfer mit Außendurchmessern von beispielsweise 15, 18 oder 22 mm und einer Wandstärke von 1,0 bis 1,5 mm. Im Installationswesen wird ein möglichst kleiner Biegeradius angestrebt, wobei die  
 25 Biegung faltenfrei, auf jeden Fall aber ohne Risse erfolgen soll. Ein weiteres Kriterium ist eine möglichst geringe Abplattung, d.h. eine Abweichung vom ursprünglichen Kreisquerschnitt des Rohres. Im allgemeinen gilt eine Abplattung von etwa 10 % des ursprünglichen Rohrdurchmessers als tolerierbar.

Bereits beim Biegen von Rohren aus Weichkupfer mittels der bekannten Biegevorrichtung war ein erheblicher Kraftaufwand erforderlich, dessen Größe natürlich durch die Länge eines Handhebels und/oder durch ein Übersetzungsgetriebe beeinflusst werden konnte. Dieser Kraftaufwand hinterließ aber bereits Spuren am ge-  
 30 bogenen Rohr, beispielsweise im Hinblick auf die bereits genannte Abplattung  
 35

0014461

- und im Hinblick auf sichtbare Eindrücke an der Stelle, an der das Rohr am Widerlager anliegt. Der hohe Kraftbedarf läßt sich etwa wie folgt erklären : in der Ausgangsstellung von Biegevorrichtung und (geradem) Rohr
- 5 liegt die Achse des Druckstücks, welches auch als Gleitschuh bezeichnet wird, in einer Ebene, die im wesentlichen senkrecht zur Rohr- und Segmentachse verläuft. Wird nun das Druckstück bzw. der Gleitschuh gegenüber dem Rohr um die Segmentachse bewegt, so stellt sich
- 10 das Druckstück im wesentlichen so zu der der Druckstückachse am nächsten liegenden Rohroberfläche ein, daß die Mantellinien der Arbeitsfläche tangential zur Rohroberfläche verlaufen. Aufgrund der unvermeidbaren Reibung, die durch Gleitmittel zwar gemindert, aber nicht aufgehoben
- 15 werden kann, hat das Druckstück die Tendenz, um seine Achse zu kippen, wodurch aufgrund der gegebenen geometrischen Verhältnisse der Anpressdruck vergrößert wird, obwohl der Abstand der Achsen von Segment und Druckstück unverändert bleibt. Infolge des beträchtlichen
- 20 Übersetzungsverhältnisses spielt sich dieser Vorgang am Rande der Selbsthemmung ab, wobei erhebliche Zugkräfte auf die aussenliegenden Fasern des Rohres ausgeübt werden. Es kann angenommen werden, daß sowohl diese Zugkräfte als auch der verstärkte Anpressdruck des Druck-
- 25 stücks die Ursache für die verhältnismässig große Abplattung des Rohrquerschnitts bei Weichkupfer sind. Diese Abplattung ist nahezu unvermeidbar, obwohl sowohl die Umfangsnut im Segment als auch die Arbeitsfläche im Druckstück komplementär zum Rohr ausgebildet sind.
- 30 Zum Stande der Technik gehört auch eine Biegevorrichtung der eingangs beschriebenen Gattung, bei der das Druckstück als Rolle ausgebildet ist, die einen negativen Torus darstellt, d.h. die konkave Umdrehungsfläche der

Rolle wird durch einen halben Kreisbogen gebildet. Es wurde überraschend festgestellt, daß auch hierdurch die Verhältnisse nicht wesentlich verbessert werden, offenbar deswegen, weil das zu biegende Rohr unter dem Einfluß der erheblichen Verformungskräfte auf verschiedenen Druckmessern an der Rollenoberfläche anliegt, so daß auch hierdurch wieder eine spürbare Bremswirkung erzeugt wird.

Sobald die Rohre aus Weichkupfer durch Rohre aus Hartkupfer, Messing oder Stahl ersetzt werden, haben sich die Biegevorrichtungen mit den bekannten Druckstücken bei den geforderten kleinen Biegeradien als überhaupt nicht brauchbar erwiesen. Rohre aus Hartkupfer, d.h. solche Rohre, die unmittelbar aus dem Ziehvorgang des Herstellerwerks kommen, werden von Installateuren gern verwendet, weil sie eine größere Festigkeit haben und ausserdem noch preiswerter sind. Sobald ein Rohr aus Hartkupfer in eine der Biegevorrichtungen eingesetzt wird, die für Rohre aus Weichkupfer ohne weiteres verwendbar sind, stellt sich ein ausserordentlich großer Kraftbedarf ein, der bereits nach einer geringfügigen Biegung des Rohres von etwa 10 bis 15 Grad zu einem deutlich sichtbaren Fließen des Kupfers und dann zu einem abrupten Einreißen des Rohres auf der Aussenseite führt. Ähnliche Verhältnisse stellen sich bei Messing- und Stahlrohren ein. Verhältnisse  $R_1 : D_0$  von 3:1, ja sogar von 5:1, lassen sich auf diese Weise nicht erreichen. Mit Kunststoff ummantelte Rohre lassen sich mit den angegebenen Biegevorrichtungen auch bei großen Biegeradien nicht verarbeiten, weil der Gleitschuh die Kunststoffhaut abschält, so daß das gebogene Rohr verworfen werden müßte.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Biegevorrichtung der eingangs beschriebenen Art anzugeben,

- 6 - 0014461

mit der sowohl Rohre aus Weichkupfer als auch aus Hartkupfer sowie Messing- und Stahlrohre mit einem möglichst kleinen Verhältnis  $R_1 : D_0$  zuverlässig, mit möglichst geringer Abplattung und bei kleinem Kraftbedarf gebogen werden können.

- 5 Die Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt bei der eingangs angegebenen Biegevorrichtung erfindungsgemäß dadurch, daß das Druckstück in einer senkrecht zu den Achsen verlaufenden Ebene I-I zusätzlich konkav ausgebildet ist. Diese Lehre bedeutet im Hinblick auf ein ungebogenes Rohr, daß sich das Druckstück nur mit zwei im wesentlichen halbkreisförmigen Linien auf dem Rohr abstützt, bzw., daß die Mitte des Druckstücks, <sup>die</sup> in unmittelbarer Nähe von der Druckstückachse liegt, gegenüber der Rohroberfläche zurückgesetzt ist.
- 15 Es wurde überraschend gefunden, daß durch die erfindungsgemäße Maßnahme im Gegensatz zu der aufgrund der Hertz'schen Beziehungen an sich zu erwartenden Verschlechterung der Verhältnisse eine wesentliche Verbesserung eintritt : so konnten beispielsweise Rohre aus Hartkupfer, Messing
- 20 und Stahl mit einem Außendurchmesser von 18 mm ohne weiteres mit einem Biegeradius zwischen 45 und 65 mm versehen werden, wobei bei Hartkupfer gegenüber Weichkupfer noch eine Kraftersparnis von rund 30 % (unter sonst gleichen Übersetzungsverhältnissen) beobachtet wurde.
- 25 Die Rohroberfläche war einwandfrei und wies keinerlei Falten auf. Auch an der Stelle des Widerlagers war kein Eindruck zu beobachten. Die Abplattung lag zwischen 0,8 und 1,2 mm, d.h. zwischen etwa 4,5 und 6,7 %. Dies ist deutlich weniger als die in einschlägigen Verarbeitungsrichtlinien angegebenen Grenzwerte von 10 % des Rohrdurch-
- 30 messers.



Ein besonders einfach herzustellendes und wirksames Aus-  
führungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes wird dann  
erhalten, wenn die Arbeitsfläche des Druckstücks als Torus-  
oder Toroidfläche ausgebildet ist, wobei der große Radius  $R_2$   
5 zwischen dem Zwei- bis Zehnfachen des Biegeradius  $R_1$  des  
Rohres liegt. Ein Optimum an Kraftersparnis wird dann erreicht,  
wenn der große Radius des Torus zwischen dem Vier- und Sechs-  
fachen des Biegeradius  $R_1$  des Rohres liegt, wobei eine gewisse  
Optimierung der Verhältnisse etwa beim Verhältnis  $R_2 : R_1$  bei  
10 5:1 beobachtet werden kann.

In ganz besonders zweckmäßiger Weise erstreckt sich die Torus-  
fläche, in Bezug zum Umfang des Segments gesetzt, über einen  
Winkelbereich " $\alpha$ " zwischen 40 und 50 Grad, wobei es zweck-  
mäßig ist, die Achse des Druckstücks in dessen Längsrichtung  
15 geringfügig außermittig anzuordnen, damit die mit dem Rohr  
zusammenwirkenden Enden des Druckstücks unterschiedlich lange  
Hebelarme bilden, deren Länge mit "X" und "Y" bezeichnet wird.  
Je nach den Verformungseigenschaften des Rohres kann dabei  
die Länge "Y" desjenigen Hebelarms, der in Arbeitsstellung  
20 vom Segment am weitesten entfernt ist, um etwa 20 - 40 % kürzer  
oder länger ausgewählt werden, als die Länge "X" des anderen  
Hebelarms. Wenn "Y" kürzer ist als "X" ist der Anpressdruck  
der dem Segment am nächsten liegenden Kante des Druckstücks  
geringfügig kleiner als am entgegengesetzten Ende des Druck-  
25 stücks, so daß das Druckstück auf dem Rohr noch leichter gleitet.  
Selbstverständlich hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die mit  
dem Rohr in Berührung stehenden Enden des Druckstücks bzw. der  
Torusfläche gut abzurunden, wobei es sich gezeigt hat, daß be-  
reits ein Kantenradius von 0,5 mm ausreichend ist. Die Ab-  
30 rundung begünstigt das Gleiten aufgrund einer Keilwirkung für  
das in der Regel angewandte Schmier- und Gleitmittel.

Im Hinblick auf das Biegen von mit Kunststoff ummantelten

Metallrohren, insbesondere von Stahlrohren, hat es sich als besonders zweckmässig erwiesen, das Druckstück aus einem mechanisch hoch beanspruchbaren Kunststoff herzustellen, wie beispielsweise Polyamid. Zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit dieses Materials ist es besonders zweckmässig, den Kunststoff mit Glasfasereinlagen zu versehen, oder Metalleinlagen einzubetten, die vorzugsweise in Längsrichtung des Druckstücks ausgerichtet sind. Ganz besonders zweckmässig ist es hierbei, einen Kunststoff zu verwenden, der entweder von Natur aus gute Gleiteigenschaften hat oder mit Gleitmitteln versehen ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes und deren Vorzüge gehen aus den übrigen Unteransprüchen hervor. Dies gilt insbesondere für die Dimensionierung der Länge sowie für die geometrische Anordnung des Druckstücks im Hebel, die leichter verständlich im Zusammenhang mit den Figuren erläutert werden.

Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes wird nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 7 näher beschrieben.

Es zeigen :

Fig. 1            einen Horizontalschnitt durch eine vollständige Biegevorrichtung mit eingesetztem Rohr in Ausgangsstellung (ausgezogen) sowie in einer Zwischenstellung (strichpunktiert) bei der Herstellung eines Rohrkrümmers von 90 Grad, und zwar entlang der Symmetrieebene I-I in Fig. 2,

Fig. 2            eine Draufsicht auf den Gegenstand von Fig. 1

in Richtung des Pfeils II, wobei der das Segment und das Druckstück umgreifende, gegabelte Hebel im Bereich der Lagerstellen der Achsen teilweise geschnitten ist,

- 5    Figur 3        eine perspektivische Ansicht des Druckstücks in vergrößertem Maßstab,
- Figur 4        eine Draufsicht auf einen fertigen Rohrkrümmer zur Erläuterung der für die Beurteilung wichtigen kritischen Abmessungen,
- 10   Figur 5        einen Schnitt analog Figur 1 durch eine Variante bei der das Druckstück mit Rollen ausgestattet ist,
- Figur 6        einen Teilausschnitt aus Figur 1 mit einer Zusatzeinrichtung für größere Rohrdurchmesser, und
- Figur 7        eine Seitenansicht der Zusatzeinrichtung nach Fig. 6.
- 15   In den Figuren 1 und 2 ist ein Segment 10 in Form eines flachen Zylinders dargestellt, welches mit einer umlaufenden Nut 11 versehen ist, die einen halbkreisförmigen Querschnitt hat, der zu dem zu biegenden Rohr komplementär ist. Beim Biegen des Rohres legt sich dieses in die Nut 11 hinein, so daß diese den Biegeradius bestimmt. Beiderseits der Nut 11 werden zwei Flansche 12 und 13 gebildet, deren Außendurchmesser mit dem Biegeradius  $R_1$  übereinstimmt. Konzentrisch zur Nut 11 ist im Segment 10 eine Achse 14 angeordnet, die von zwei Nabenteilen 15 und 16 umgeben ist, die auf beiden Seiten des Segments 10 geringfügig über dessen Begrenzungsflächen hinausragen.
- 20
- 25

Das Segment 10 ist dadurch entstanden, daß auf einer Seite unter Bildung einer ebenen Anschlagfläche 17 ein kleinerer Teil entfernt worden ist. An einer Umfangsstelle 18 wurde zusätzlich ein Teil der Flanschen 12 und 13 entlang einer ebenen Fläche entfernt, je-

doch so, daß der Grund der Nut 11 unberührt blieb. Gegen die Anschlagfläche 17 ist mittels einer Schraube 19 eine Basisplatte 20 verspannt, die an ihrer Unterseite merklich über das Segment 10 und die Achse 14 hinausragt und dort eine in der Dicke abgesetzte Spannfläche 21 für das Einspannen der Vorrichtung in einen Schraubstock besitzt. Die Basisplatte 20 enthält eine Ausnehmung 22, die sich über die gesamte Höhe des Segments 10 erstreckt und auf einer Seite durch eine schräge Fläche 23 begrenzt ist, die in etwa tangential in den Nutengrund übergeht. Auf der gegenüberliegenden Seite ist die Ausnehmung 22 mit einem Widerlager 24 versehen, welches einen halbkreisförmigen Ausschnitt 25 mit einem Vorsprung 26 bildet. Lage und Form des Widerlagers 24 sind in der Weise getroffen, daß ein Rohr 27 gemäß Fig. 1 so in den Ausschnitt 25 und in die Nut 11 eingesetzt werden kann, daß es tangential zum Nutengrund und senkrecht zur Anschlagfläche 17 verläuft. Der Berührungspunkt der Tangente liegt in einer Ebene  $E_1$ , die durch die Achse 14 und zur Anschlagfläche 17 parallel verläuft.

Auf die Achse 14 ist ein gegabelter Hebel 28 in radialer Richtung aufschiebbar, und zwar mittels je eines Schlitzes 29, der der Achse 14 angepaßt ist. Der Hebel 28 besitzt zwei Schenkel 28a und 28b, die das Segment 10 und das Rohr 27 umgreifen. Zwischen den Schenkeln 28a und 28b ist ausserdem ein Druckstück 30 angeordnet, welches auf einer zur Achse 14 parallelen Achse 31 schwenkbar ist und eine Arbeitsfläche 32 aufweist, die im Querschnitt, d.h. in einer Ebene, die zu den Achsen 14 und 31 parallel verläuft, halbkreisförmig ausgebildet ist. Wie aus Fig. 1 zusätzlich hervorgeht, ist das Druckstück bzw. die Arbeitsfläche zusätzlich in einer senkrecht zu den Achsen 14 und 31 verlaufenden Ebene, die in Fig. 2 mit I-I bezeichnet ist, konkav ausgebildet, und zwar bildet die Arbeitsfläche 32 eine Torusfläche, deren großer Radius  $R_2$  dem Fünffachen des Biegeradius  $R_1$  entspricht. Der

kleine Radius  $R_0$  der Torusfläche entspricht dabei dem Radius des Rohres 27. Der Mittelpunkt des großen Radius  $R_2$  liegt noch um ein erhebliches Maß ausserhalb des linken Bildrandes in Fig. 2. Ein Torus ist ein schlauch-  
5 ringförmiger mathematischer Körper, der durch Drehung eines Kreises um eine in seiner Ebene liegende, ihn nicht schneidende Achse entsteht. Es versteht sich, daß auch geringe Abweichungen von der mathematisch exakten Definition zulässig sind.

- 10 Wie aus den Figuren 1 und 2, insbesondere aber aus Figur 3 hervorgeht, wird die Arbeitsfläche 32 auf einer Langseite des im übrigen quaderförmigen Druckstücks 30 angeordnet, wobei die Enden der Torusfläche an den Übergangsstellen A und B in die Stirnseiten 33 und 34 gut  
15 abgerundet sind. Die Schnittlinien der Torusfläche mit den Stirnseiten 33 und 34 sind - unter Vernachlässigung der Abrundung - Halbkreise, die dem Querschnitt des Druckstücks 30 entlang der Achse 31 entsprechen.

- Länge und Anordnung des Druckstücks 30 im Hebel 28  
20 sind dabei gemäß Figur 1 so getroffen, daß in der Ausgangsstellung die eine Übergangsstelle A im wesentlichen in der Ebene  $E_1$  liegt, die senkrecht zum Rohr 27 und radial zur Segmentachse 14 verläuft. Die andere Übergangsstelle B liegt in einer Ebene  $E_2$ , die gleich-  
25 falls radial zur Segmentachse 14 verläuft, aber mit der Ebene  $E_1$  einen Winkel von 45 Grad einschließt. In dieser Ausgangsstellung liegt das Druckstück 30, welches auch als Gleitschuh bezeichnet werden kann, an den (halbkreisförmigen) Übergangsstellen A und B am Rohr 27 an, wenn  
30 nur eine geringe Kraft auf den Hebel 28 im Uhrzeigersinne ausgeübt wird. Zur Betätigung des Hebels 28 von Hand ist dieser mit einer Griffstange 35 versehen, durch die

der Hebel 28 etwa auf das Vier- bis Fünffache verlängert wird (nicht dargestellt).

Sobald auf den Hebel 28 im Uhrzeigersinne eine größere Kraft ausgeübt wird, beginnt das Druckstück 30 auf dem Rohr 27 zu gleiten und dieses in die Nut 11 hinein zu biegen. Nach einem Schwenkwinkel des Hebels 28 von etwa 70 Grad ist die in Figur 1 strichpunktiert wiedergegebene Stellung erreicht, in Bezug auf welche die Bezugszeichen mit einem ( ' ) versehen sind. Es ist zu erkennen, daß hierbei die Stirnseite 33' eine im wesentlichen radiale Stellung zur Segmentachse 14 beibehalten hat. Der nach Vollendung des Weges des Hebels 28 um weitere 20 Grad erzeugte Rohrkrümmer ist ausschnittsweise in Figur 4 dargestellt, aus der auch die Dimensionen  $R_1$  und  $D_0$  zu ersehen sind.

Aus Figur 3 ist noch zu ersehen, daß innerhalb des Druckstücks 30 eine Bohrung 36 für die Achse 31 angeordnet ist, die zwischen den beiden Stirnseiten 33 und 34 außermittig angeordnet ist, wobei die Abstände bzw. Hebelarme X und Y gebildet werden. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel betrug das Verhältnis  $X:Y = 44:35$ . Zu Figur 3 wäre noch nachzutragen, daß das Aussehen der Torusförmigen Arbeitsfläche 32, die auf beiden Seiten von Flanschsektoren 37 und 38 begrenzt ist, übertrieben dargestellt ist, um die Anschaulichkeit zu verbessern.

In Figur 5 ist eine weitgehend wirkungsgleiche Biegevorrichtung dargestellt, bei der die Arbeitsfläche des Druckstücks 30<sub>1</sub> sich aus Teilflächen zusammensetzt, nämlich aus drei Rollen 39<sub>1</sub>; 39<sub>2</sub> und 39<sub>3</sub> mit halbem, hohl-torusförmigem Querschnitt. Bei der Darstellung in Figur 5, die derjenigen in Figur 1 weitgehend entspricht, liegen nur die beiden außenliegenden Rollen 39<sub>1</sub> und 39<sub>3</sub> unter linienförmiger Berührung an dem (geraden) Rohr 27 an.

- 13 -

Die Durchdringungspunkte der halbkreisförmigen Berührungslinien durch die Zeichenebene sind durch zwei kleine Kreise hervorgehoben; es handelt sich um die analogen Übergangsstellen A und B gemäß Figur 1. Die Rollen sind auf Achsen  $31_1$ ,  $31_2$  und  $31_3$  angeordnet, die zur Achse 14 des Segments 10 parallel verlaufen. Die mittlere Achse  $31_2$  ist gleichzeitig diejenige Achse, durch welche auch das Druckstück  $30_1$  im Hebel 28 schwenkbar gelagert ist, wobei auch hier weitgehend Übereinstimmung mit dem Gegenstand von Figur 1 gegeben ist. Im vorliegenden Falle besteht das Druckstück  $30_1$  aus einem U-förmigen Profil, dessen Schenkel von den genannten Achsen  $31_1$ ,  $31_2$  und  $31_3$  durchdrungen werden.

Sofern - wie in Figur 5 dargestellt - drei Rollen verwendet werden, ist die mittlere Rolle  $39_2$  gegenüber den beiden außenliegenden Rollen  $39_1$  und  $39_3$  in Bezug auf die Segmentachse 14 nach außen versetzt angeordnet. Dieser Versatz hat ein solches Maß, daß ein die Rollen in der gezeigten Schnittebene tangierender Kreis einen Radius besitzt, der zwischen dem zwei- bis ehnfachen des Biegeradius  $R_1$  des Rohres 27 liegt, vorzugsweise zwischen dem Vier- bis Sechsfachen des Biegeradius  $R_1$  des Rohres.

In Figur 6 ist ein Ausschnitt aus Figur 1 dargestellt. Zu erkennen ist der obere Teil des Segments 10 mit der Nut 11 und der Anschlagfläche 17, an die mittels der Schraube 19 die Basisplatte 20 verspannt ist. Diese enthält die Ausnehmung 22 und das Widerlager 24, welches mit dem halbkreisförmigen Ausschnitt 25 versehen ist. In den Aus-

Offenbach, den 06. Februar 1979

- 14 -

- schnitt 25 ist das Rohr 27 eingelegt; insoweit besteht vollständige Übereinstimmung mit Figur 1. Darüberhinaus ist auf der dem Segment 10 gegenüberliegenden Seite der Basisplatte 20 bzw. des Widerlagers 24 eine Rückhaltevorrichtung 40 angeordnet. Diese besteht aus einer Klinke 41, deren Aussehen durch die Figur 7 verdeutlicht wird. Die Klinke 41 ist aus einer Platte hergestellt und in einer Ebene schwenkbar, die zu der das Widerlager 24 tragenden Basisplatte 20 parallel verläuft. Der lichte Abstand zwischen der Basisplatte 20 und der Klinke 41 hat das Maß "s". Dieses Maß "s" kann in der Praxis zwischen dem halben und mehreren Rohrdurchmessern liegen. Die Klinke 41 ist um eine Achse 42 schwenkbar, die durch eine Schraube 43 gebildet wird, die mit der Basisplatte 20 verschraubt ist. Der Abstand zwischen Basisplatte und Klinke 41 wird durch eine Distanzhülse 43 eingehalten, wobei die Verschraubung in der Weise getroffen ist, daß die Klinke 41 auf der Schraube 43 frei drehbar ist. Die Achse 42 verläuft zur Längsachse des Rohres 27 parallel.
- Gemäß Figur 7 besitzt die Klinke 41 eine Bohrung 44 für das Durchstecken der Schraube 43, einen Betätigungshebel 45 und eine Klinkennase 46, deren Innenfläche 47 im wesentlichen konzentrisch zur Mittenachse der Bohrung 44 und damit zur Schwenkachse verläuft. Durch eine geringe Exzentrizität wird dafür Sorge getragen, daß beim Herunterdrücken des Betätigungshebels 45 in Richtung des Pfeils 48 eine zunehmende Querkraft auf das Rohr 27 ausgeübt wird. Durch diese Querkraft wird das Rohr 27 vom Segment 10 weg in den Ausschnitt 25 des Widerlagers 24 hineingedrückt.
- Durch diese zusätzliche Verspannung des Rohres 27 gegen das Widerlager 24, die in Richtung der Reaktionskraft der



Offenbach, den 06. Februar 1979

- 15 -

Biegekraft erfolgt, wird folgendes erreicht: Unter dem Einfluß der Biegekraft hat das Rohr 27 die Tendenz, sich außerhalb der eigentlichen Biegezone geringfügig elastisch zu verformen, wodurch der in Figur 6 jenseits des Segments 10 liegende Teil des Rohres 27 sich geringfügig nach links bewegt. Dies ist offenbar die Ursache dafür, daß das Rohr 27 beim Biegevorgang geringfügig in Richtung des Pfeils 49 nachrutscht. Jedenfalls zeigen sich auf der dem Segment 10 zugekehrten Seite der Rohrbiegung gelegentlich und insbesondere bei größeren Rohrdurchmessern, d.h. bei solchen oberhalb 20 mm, ohne die Zusatzeinrichtung gemäß den Figuren 6 und 7 geringfügige Welligkeiten, die das Aussehen des Rohrkrümmers ungünstig beeinflussen. Durch die Klinke 41 werden sowohl die elastische Querbewegung des Rohres als auch das Nachrutschen praktisch vollständig verhindert, so daß das Welligwerden des Rohres in jedem Falle unterbleibt. Die Klinke 41 erzeugt aufgrund der Distanzhülse 43 bzw. des Abstandes "s" ein der elastischen Ausbiegung entgegengesetztes Biegemoment auf das Rohr 27, welches das Rohr 27 in der vorbestimmten Lage in der Nut 11 festhält. Auf diese Weise ist ein seitliches Herausbewegen des Rohres 27 aus der Nut 11 weitgehend ausgeschaltet, so daß die beim Biegen ansonsten erfolgende und durch die Flanschen 12 bzw. 13 (Figur 2) nicht verhinderte Abplattung des Rohres zu einem ovalen Querschnitt weitgehend verhindert wird. Die Zusatzeinrichtung gemäß den Figuren 6 und 7 sorgt durch ihr Zusammenwirken mit den übrigen Vorrichtungsteilen jedenfalls dafür, daß die Qualität des gebogenen Rohres zusätzlich verbessert wird.

A N S P R Ü C H E :

1. Biegevorrichtung für Metallrohre mit und ohne Kunststoffummantelung, insbesondere für Installationsrohre, bestehend aus einem Segment eines flachen Zylinders, auf dessen Umfang eine den Biegeradius  $R_1$  des Rohres bestimmende Nut angeordnet ist und dem ein Widerlager für die tangential Halterung des Rohres zur Nut zugeordnet ist, sowie aus einem konzentrisch um das Segment schwenkbaren Hebel, an dem auf einer zur Segmentachse parallelen Achse ein Druckstück mit einer Arbeitsfläche angeordnet ist, die in einer parallel zu den Achsen verlaufenden Ebene einen etwa halbkreisförmigen, konkaven Querschnitt mit dem Radius  $R_0$  aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckstück (30) in einer senkrecht zu den Achsen (14,31) verlaufenden Ebene (I-I) zusätzlich konkav ausgebildet ist.
  
2. Biegevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsfläche (32) des Druckstücks (30) als Torusfläche ausgebildet ist, deren großer Radius  $R_2$  zwischen dem Zwei- bis Zehnfachen des Biegeradius  $R_1$  des Rohres (27) liegt.
  
3. Biegevorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der große Radius  $R_2$  des Torus zwischen dem Vier- bis Sechsfachen des Biegeradius  $R_1$  des Rohres liegt.

4. Biegevorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsfläche (32) auf einer Langseite des im übrigen quaderförmigen Druckstücks (30) angeordnet ist, und daß die Enden der Torusfläche 5 an den Übergangsstellen ("A" und "B") in die Stirnseiten (33,34) des Druckstücks abgerundet sind.

5. Biegevorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kantenradius mindestens 0,5 mm beträgt.

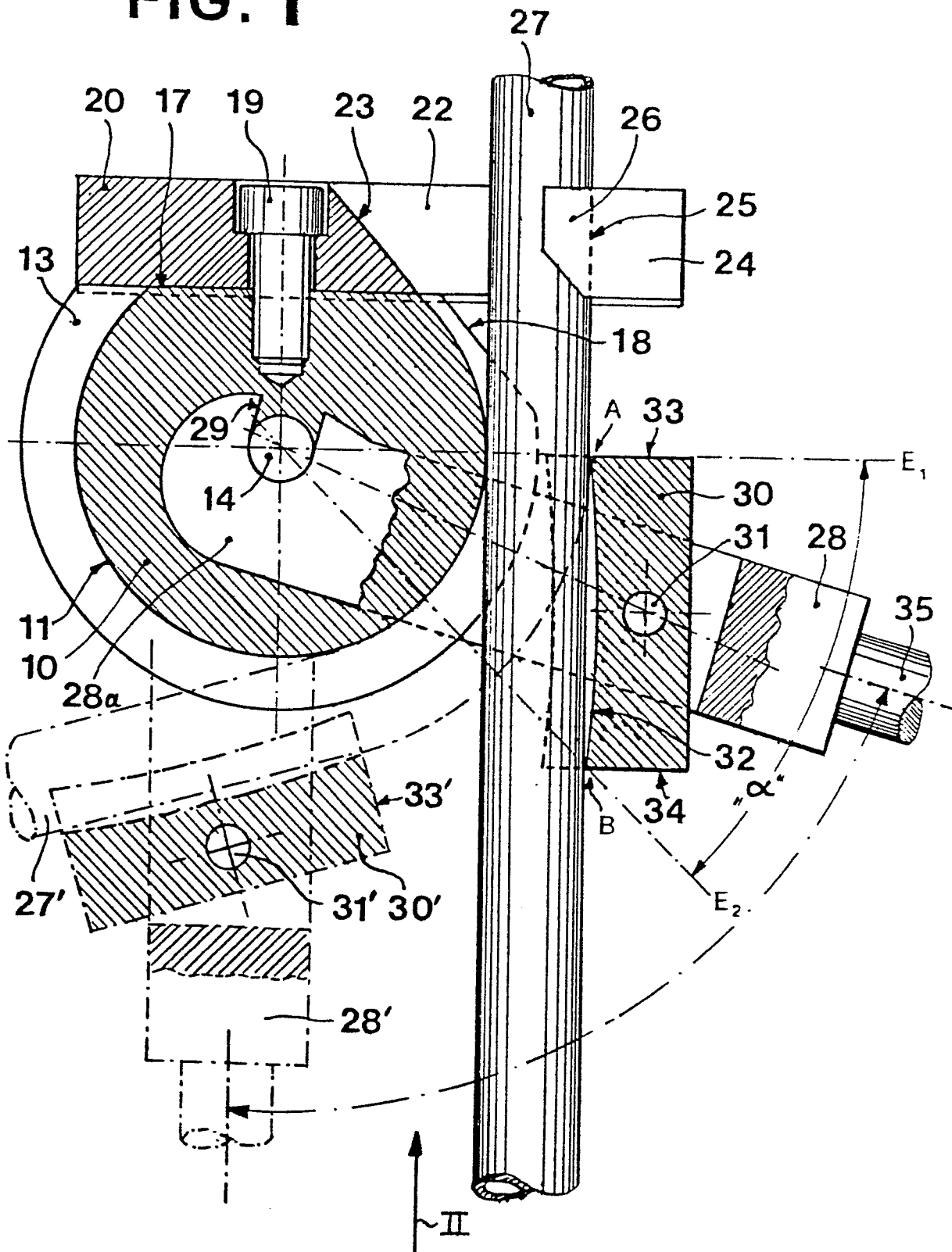
6. Biegevorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 4  
10 dadurch gekennzeichnet, daß Länge und Anordnung des Druckstücks (30) im Hebel (28) so getroffen sind, daß in der Ausgangsstellung (Fig.1) die eine Übergangsstelle ("A") im wesentlichen in einer Ebene "E<sub>1</sub>" liegt, die senkrecht zum Rohr (27) und radial  
15 zur Segmentachse (14) verläuft, und die andere Übergangsstelle ("B") in einer Ebene "E<sub>2</sub>", die gleichfalls radial zur Segmentachse (14) verläuft, wobei die Ebenen E<sub>1</sub> und E<sub>2</sub> einen Winkel "a" zwischen 30 und 60 Grad, vorzugsweise zwischen 40 und 50 Grad einschließen, und  
20 daß in dieser Ausgangsstellung das Druckstück (30) mit beiden Übergangsstellen "A" und "B" am Rohr (27) anliegt.

7. Biegevorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse (31) des Druckstücks (30) unter Bildung von zwei Abständen "X" und "Y" in Längsrichtung des Druckstücks in diesem angeordnet ist, und  
25 daß das Verhältnis X:Y zwischen 1,4 und 0,7 gewählt ist.

8. Biegevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckstück (30) aus Stahl besteht.
9. Biegevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckstück (30) aus einem Kunststoff besteht.
- 5 10. Biegevorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckstück (30) aus glasfaserverstärktem Kunststoff besteht.
11. Biegevorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff mit Metalleinlagen versehen ist.
- 10 12. Biegevorrichtung nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckstück (30) ein Gleitmittel enthält.
13. Biegevorrichtung nach einem oder beiden der Ansprüche 1 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsfläche des  
15 Druckstücks (30<sub>1</sub>) aus mindestens zwei Rollen (39<sub>1</sub>; 39<sub>2</sub>; 39<sub>3</sub>) mit halbem hohltorusförmigen Querschnitt besteht, die mit Abstand an den Enden des Druckstücks angeordnet sind und daß die Rollen auf Achsen (31<sub>1</sub>; 31<sub>2</sub>; 31<sub>3</sub>) angeordnet sind, die zur Achse (14) des Segments (10) parallel verlaufen.
- 20 14. Biegevorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehr als zwei Rollen (39<sub>1</sub>; 39<sub>2</sub>; 39<sub>3</sub>) die mittlere oder die mittleren Rollen (39<sub>2</sub>) gegenüber den beiden außenliegenden Rollen (39<sub>1</sub> und 39<sub>3</sub>) nach außen versetzt angeordnet sind.

15. Biegevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf der dem Segment (10) gegenüberliegenden Seite des Widerlagers (24) mit in Längsrichtung des Rohres (27) gesehenem Abstand "s" von diesem eine Rückhaltevorrichtung (40) angeordnet ist, durch welche das Rohr (27) vom Segment (10) weg gegen das Widerlager (24) verspannbar ist.
16. Biegevorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückhaltevorrichtung (40) aus einer Klinke(41) besteht, die in einer Ebene, die zu einer das Widerlager (24) tragenden Basisplatte (20) parallel verläuft, um eine parallel zum Rohr (27) verlaufende Achse (42) schwenkbar ist.

FIG. 1



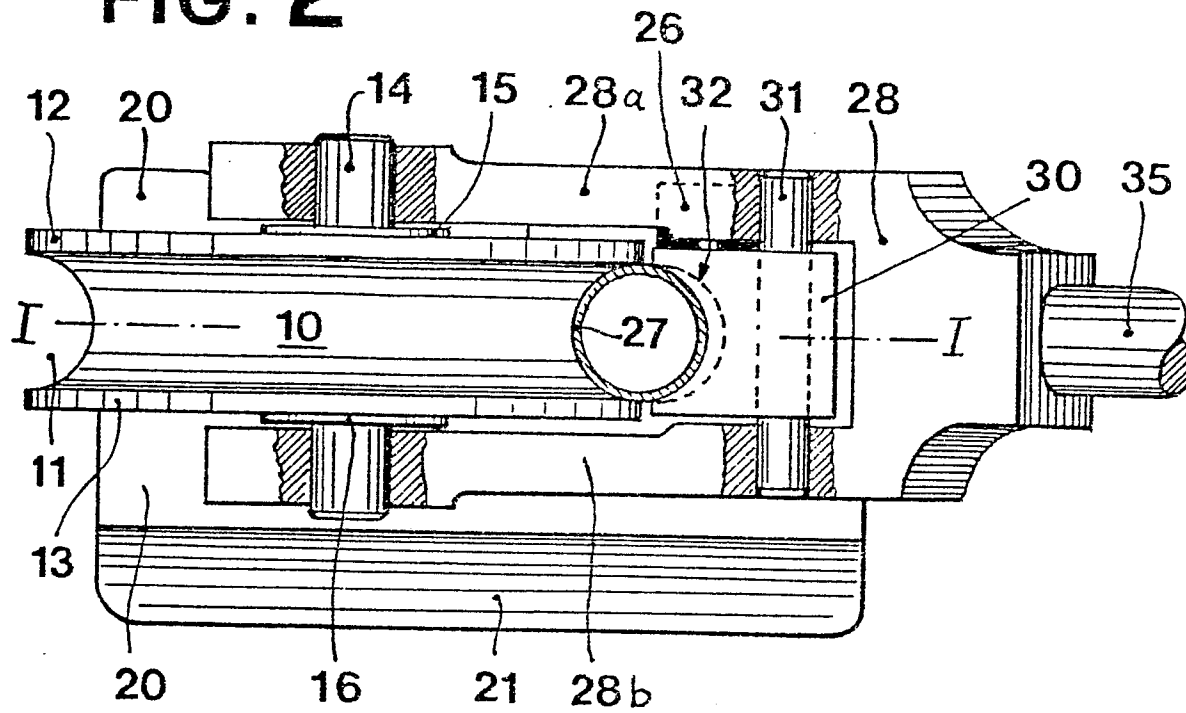
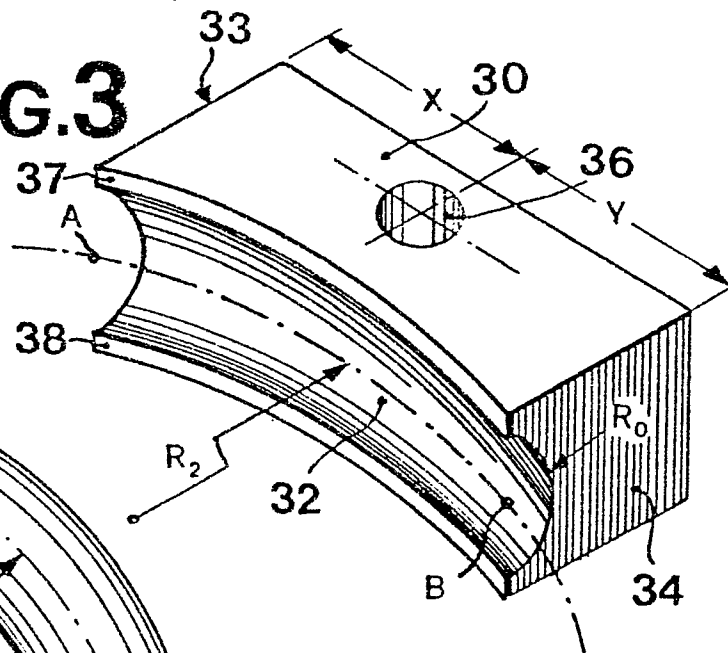
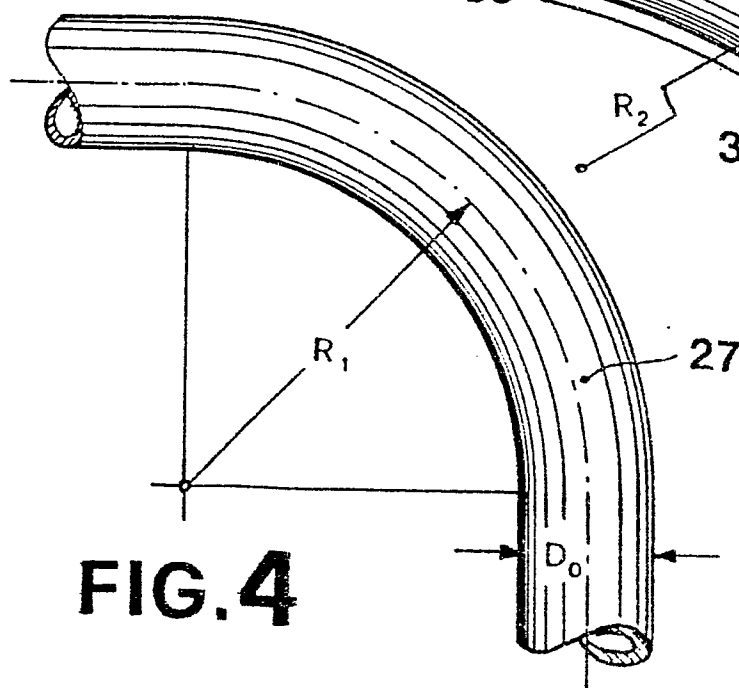
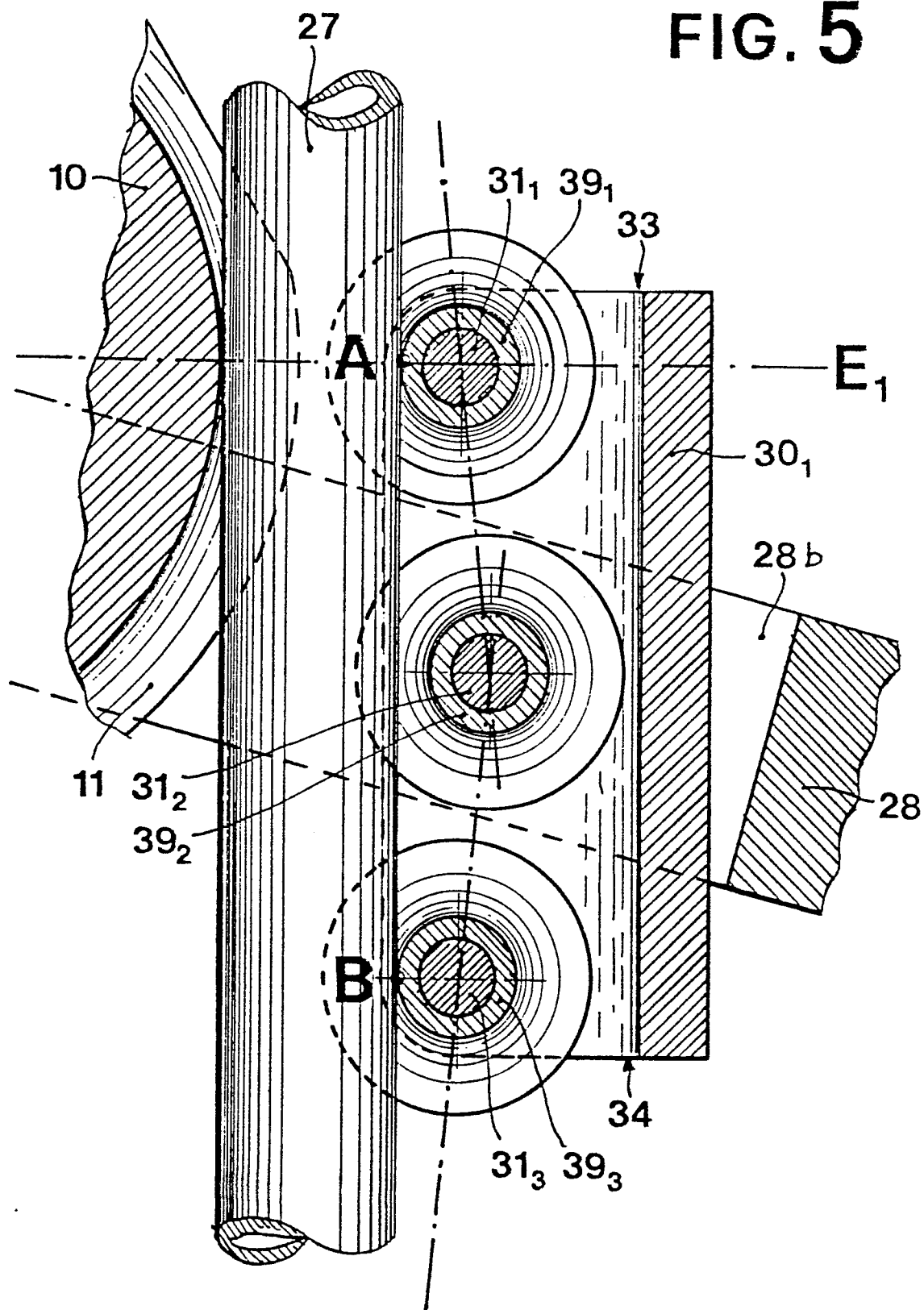
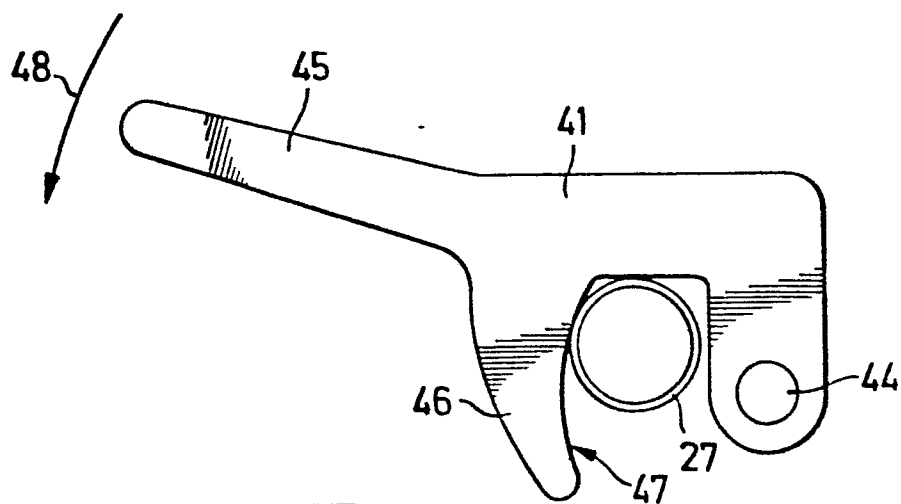
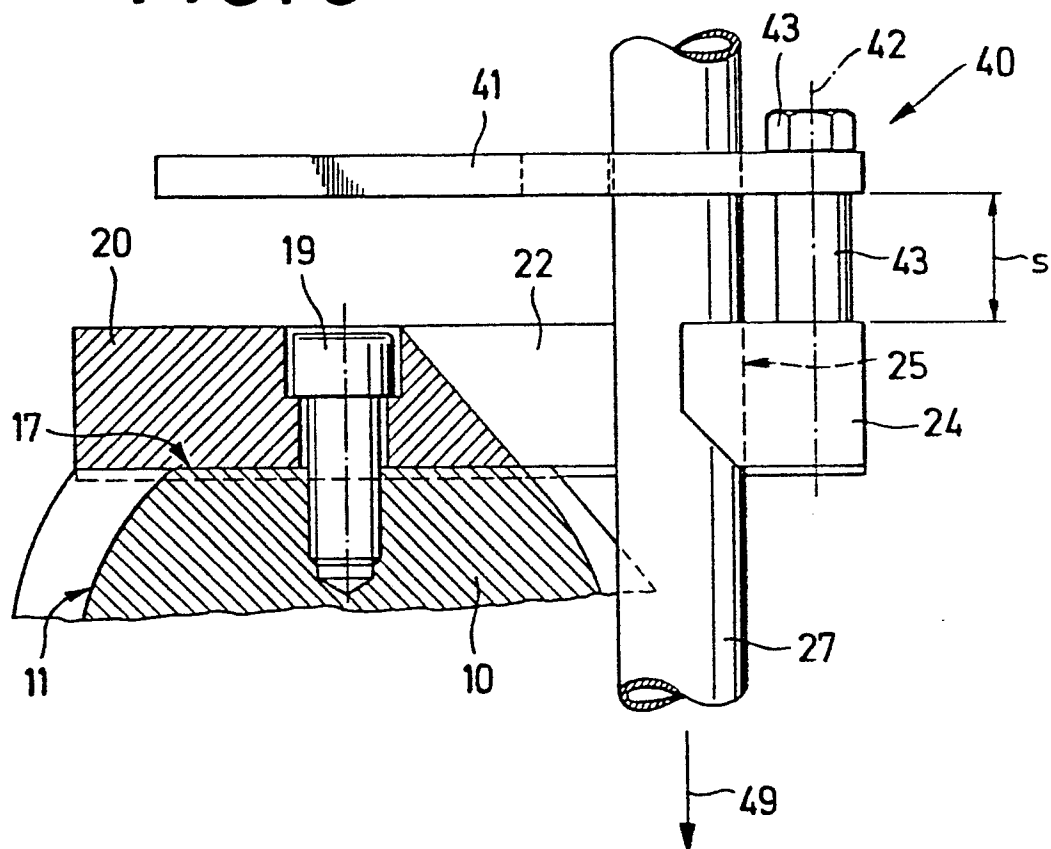
**FIG. 2****FIG. 3****FIG. 4**

FIG. 5





**FIG. 6**



**FIG. 7**



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

EP 80 10 0574

EPA form 1503.1 04-78