

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **89109206.6**

51 Int. Cl.4: **B21D 15/04 , B21D 9/12**

22 Anmeldetag: **23.05.89**

30 Priorität: **30.05.88 DE 3818315**
04.07.88 DE 3822541

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.12.89 Patentblatt 89/49

64 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

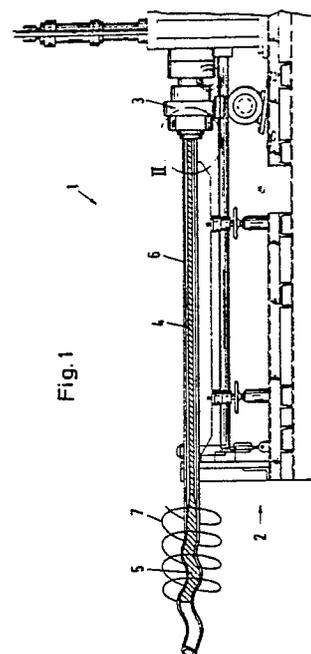
71 Anmelder: **SEKMANN FITTINGS GMBH & CO.**
KG
Siekmanstrasse 7
D-2842 Lohne(DE)

72 Erfinder: **Fragge, Hermann**
Windmühlenberg 29
D-2842 Lohne(DE)
Erfinder: **Westerkamp, Ewald**
Hugenkotten 4
D-2843 Dinklage(DE)
Erfinder: **Willenborg, Felix**
Torfweg 15
D-2842 Lohne/Kroge(DE)

74 Vertreter: **Busse & Busse Patentanwälte**
Postfach 1226 Grosshandelsring 6
D-4500 Osnabrück(DE)

54 **Verfahren zur Herstellung einer Rohrwendel sowie Vorrichtung hierzu.**

57 Ein Verfahren zur Herstellung einer Rohrwendel, wobei ein Rohrabschnitt auf einer Presse (1) in Richtung der Rohrachse über einen Aufweitdorn (5) gedrückt wird, welcher zumindest in einem Endbereich schraubenförmig gekrümmt ist, wird im Sinne einer sauberen, schnellen und präzisen Formgebung und einer Anwendung dieses Verfahrens für beliebige Wendelsteigungen in der Weise ausgestaltet, daß der Rohrabschnitt (6) gegenüber dem Aufweitdorn (5) eine Drehbewegung um die Rohrachse ausführt. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sieht vor, daß ein zur Vorbewegung des Rohrabschnitts (6) dienender Präßbär (3) und/oder der Aufweitdorn (5) zueinander drehbeweglich ausgebildet sind.



EP 0 344 570 A2

Verfahren zur Herstellung einer Rohrwendel sowie Vorrichtung hierzu

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Rohrwendel nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 6. Ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung sind aus der US-PS 2 505 623 bekannt. Mit dem bekannten Verfahren und der zugehörigen Vorrichtung lassen sich Rohrwendeln mit leichter Krümmung und/oder mäßigen Qualitätsanforderungen herstellen, während das bekannte Verfahren für darüber hinausgehende Anforderungen versagt.

Rohrwendeln werden in der Praxis allerdings vielfach für Aufgaben eingesetzt, die stärkere Verformungen und dabei eine hohe Qualität hinsichtlich der Maßhaltigkeit wie auch hinsichtlich der Materialstruktur erfordern, etwa als Exzenter-schnecken für Exzenter-schneckenpumpen, als Antriebselemente für Brunnenbohrgeräte, als Schraubenpumpen- und -motorenelemente. So sind Exzenter-schnecken bisher, soweit sie nicht aus Vollmaterial gedreht oder gewirbelt worden sind, aus sehr kompliziert zu formenden Blechhalb-schalen zusammengeschweißt oder aber durch wiederholtes Einpressen und Rückziehen eines Rohrs in ein konisches Gesenck mit nachgiebig gelagerten Gesenckteilen geformt worden.

Aufgabe der Erfindung ist es, von einem Dorn-biegeverfahren der eingangs betrachteten Art ausgehend, die Herstellung von Rohrwendeln hoher Qualität und beliebiger Steigung in einem fortlaufenden Verfahren zu ermöglichen und dabei die Arbeitsgeschwindigkeit und die praktischen Erfahrungen zu nutzen, wie sie in der Praxis bei der Herstellung von Rohrbögen gegeben sind. Aufgabe der Erfindung ist es weiterhin, eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens zu schaffen.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe in einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Der erfindungsgemäßen Lösung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß ein Arbeitsverfahren der sich nach dem Stand der Technik ergebenden Art, wie es auch dem grundsätzlich ähnlichen Verfahren zur Herstellung von Rohrbögen zugrundeliegt, deshalb in der Regel nicht zu brauchbaren Ergebnissen führt, weil das Rohr bei der Umformung zur Wendel neben der Axialbewegung eine Drehbewegung ausführen muß, wenn nicht Torsionen oder unregelmäßige Fließvorgänge aufgenommen werden, die die Qualität des Produkts beeinträchtigen. Erst dadurch, daß der zugeführte Rohrabschnitt bereits eine Drehbewegung gegenüber dem Dorn in Wendelrichtung ausführt, läßt sich eine Wendel mit der Fertigungsqualität erzie-

len, wie man dies bei Rohrbögen kennt, die etwa nach dem Rohrbiegeverfahren hergestellt worden sind.

Die Drehbewegung des Rohres kann eine Freibewegung sein, indem der Dorn gegenüber der Preßeinrichtung und/oder die Drückeinrichtung bzw. deren am Rohr zur Anlage kommenden Teile drehbeweglich gelagert werden. Es kann aber auch eine Zwangsbewegung des Dorns und/oder des Rohres vorgegeben werden, wobei eine Kopplung zwischen der Vorschubbewegung und der Drehbewegung hergestellt wird.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird weiterhin mit einer Vorrichtung nach dem Anspruch 7 gelöst. Die Vorrichtung realisiert auf der gerätetechnischen Seite das, was das Verfahren vorsieht, wobei auf der einen Seite der Aufweitdorn und auf der anderen Seite der Preßbär in Beziehung zueinandergesetzt werden, um die gewünschte Drehbewegbarkeit zu erlangen. Dabei reicht es natürlich aus, wenn das für den Andruck des rückwärtigen Rohrendes vorzusehende Lager drehbeweglich ist, während der Preßbär im übrigen in seiner Beweglichkeit auf eine Reinaxialbewegung beschränkt sein kann.

Mit diesem Verfahren und dieser Vorrichtung stellt sich beispielsweise eine Rohrwendelherstellung für Exzenterpumpen verblüffend einfach dar. Ein gerader Rohrabschnitt, der aus einem nahtlosen oder geschweißten Rohrabschnitt bestehen kann, wird kalt oder auch auf eine Verformungstemperatur aufgewärmt über einen in der vorgegebenen Geometrie schraubenförmig gewendelten Dorn gedrückt und verläßt diesen Dorn mit präzisen Oberflächenabmessungen sowie einer perfekten Innen- und Oberflächenstruktur. Das Erwärmen des Rohrabschnitts kann vorteilhaft in der Form erfolgen, wie sie beim Biegen von Rohrabschnitten sich bereits bewährt hat, d.h., durch Aufheizen mittels Brennerflammen aus einer Ringdüse, die das Rohr dort erwärmt, wo es gerade den Dorn passiert, oder durch eine induktive Aufheizung in eben diesem Bereich.

Es hat sich gezeigt, daß durch die Formgebung vom Dorn aus eine Präzision erreicht wird, die regelmäßig keinerlei Kontrolle oder Hilfeingriffe verlangt und auch Nachbearbeitungen überflüssig macht.

Mehrere Ausführungsbeispiele zum Gegenstand der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 Seitenansicht einer Vorrichtung gemäß der Erfindung,

Fig. 2 Detail II aus Fig. 1 in vergrößerter schnittbildlicher Darstellung,

Fig. 3 Aufweitedorn gemäß der Erfindung in Schrägansicht,

Fig. 4 Seitenansicht des Aufweitedorns gemäß Fig. 3,

Fig. 5 Ansicht des Dorns nach Fig. 4 gemäß Schnittlinie V-V,

Fig. 6 axiale Ansicht einer Rohrwendel, hergestellt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren,

Fig. 7 Schrägansicht der Rohrwendel nach Fig. 6,

Fig. 8 Axialansicht einer weiteren Rohrwendel mit zu einer Ovalform geänderten Querschnitt,

Fig. 9 Seitenansicht einer Vorrichtung gemäß der Erfindung (teilweise schnittbildlich) während des Pressens von Rohrabschnitten zu einer Rohrwendel,

Fig. 10 vergrößertes Detail X aus Fig. 9, nämlich Werkzeug mit Rohr bzw. Rohrwendel,

Fig. 11 Schnitt nach Linie XI-XI in Fig. 10,

Fig. 12 Schnitt entsprechend Fig. 10 durch das Werkzeug, jedoch ohne Rohr bzw. Rohrwendel,

Fig. 13 Schnitt nach Linie XIII-XIII in Fig. 12,

Fig. 14 Längsschnitt durch ein Werkzeug gemäß einer zweiten Ausführungsform und

Fig. 15 Schnitt nach Linie XV-XV in Fig. 14.

Die in Fig. 1 insgesamt mit 1 bezeichnete Vorrichtung zur Verformung von Rohren weist in der grundsätzlich von Pressen zur Herstellung von Rohrbögen bekannten Art ein Pressengestell 2 mit verschiedenen Einrichtungen zum Justieren und zur Auflagerung von Werkzeugen auf, wobei ein Preßbär 3 längs eines durch den Preßbären 3 hindurchgeführten und im Gestell verankerten Schafts 4 in Richtung auf einen Dorn 5 hin mit Pressenkräften bis zu einer Größenordnung von etwa 1000 Tonnen vorfahrbar ist. Der Preßbär 3 drückt gegen eine Stirnfläche eines Rohrabschnitts 6 (oder auch mehrerer hintereinander auf dem Schaft 4 aufgereihter Rohrabschnitte), um diesen über den Dorn 5 hinwegzubewegen.

Der Dorn 5 weist eine komplexe Form auf, die grundsätzlich zu einem Aufweiten des Rohrs und zu einer schraubenförmigen Formgebung führt, wobei gleichzeitig auch durch die Gestalt des Dorns Einfluß genommen werden kann auf das Fließen des Materials in Umfangsrichtung und damit auf die Wandstärkenverteilung in der Rohrwandung. Durch die Gestaltung des Dornes, die zu einer Überschneidung von Verformungen im Sinne einer Aufweitung, einer schraubenförmigen Krümmung und einer Wandstärkenveränderung führen, vermag der Fachmann ein Präzisionswerkzeug zu schaffen, welches ein ebenmäßig gewendeltes Rohr erzeugt, und zwar in einem einzigen Arbeitsgang.

Die Verformung des Rohres kann in einfachen Fällen, etwa bei dünnwandigen Rohren oder leicht verformbarem Material, in kaltem Zustand erfolgen. Regelmäßig werden Rohre höherer Festigkeit oder größerer Wandstärke jedoch warm verformt, wozu im vorliegenden Fall eine Induktionsspule 7 um den Dorn 5 herum vorgesehen ist, die das Rohr 6 jeweils beim Durchlauf durch den Verformungsbe- reich erwärmt.

Das Rohr, welches sich innenseitig der gewendelten Form des Aufweitedorns 5 anpaßt, führt endseitig neben der Vorschubbewegung auch eine Drehbewegung aus. Zweckmäßig wird vorgesehen, daß sich auch das zugeführte Rohr 6 gegenüber dem Schaft 4 dreht, damit das Rohr nicht bei der Formgebung auch noch Torsionsverformungen unterliegt. Wie aus der vergrößerten Schnittdarstellung gemäß Fig. 2 ersichtlich ist, umschließt der Preßbär 3 den Schaft 4. Diese üblicherweise zueinander nicht drehbeweglichen, sondern nur axial verschieblichen Pressenteile sorgen dafür, daß das Rohr 6 längs des Schaftes 4 gehalten und durch den Preßbären 3 verschoben werden können. Die Drehbeweglichkeit des Rohres 6 wird dadurch geschaffen, daß dem Preßbären 3 ein Drehlager 8 vorgeschaltet ist, das mit einem kugelgelagerten Druckring 9 gegen eine Endfläche des Rohres 6 andrückt. Gleichzeitig wird das Rohr 6 durch einen Ringbund 10 mit einer konischen Innenfläche 11 zentriert.

Aus Fig. 3 ist zunächst in Schrägansicht erkennbar, daß der Dorn 5 sich in Längsrichtung in verschiedene Abschnitte gliedern läßt. Zunächst ist ein Abschnitt geringeren Durchmessers dazu bestimmt, die Verbindung mit dem Schaft 4 herzustellen und außenseitig eine Längsführung gegenüber dem zu verformenden Rohr zu erzielen. An eine solche Führungszone 12 des Dorns 5 schließt sich eine vergleichsweise kurze Aufweitzone 13 an, in der ein über den Dorn gedrücktes Rohr den größten Teil seiner Verformung erfährt, wobei erörterungsgemäß nicht nur ein Aufweiten, sondern sich auch ein wendelförmiges Krümmen und auch eine Material-Fließbewegung in Umfangsrichtung zur Beeinflussung der Wandstärke gleichzeitig überschneiden können. An die Aufweitzone 13 schließt sich eine Kalibrierzone 14 an, in der der Dorn bei im wesentlichen konstantem Querschnitt und konstanter Wendelkrümmung eine Feinjustierung und Kalibrierung des Rohres vornimmt und dabei auch auf die Aufweitzone 13 rückwirkend eine Ausrichtung des Rohres während des Aufweitungsvorganges vornimmt. Die Fig. 4 und 5 verdeutlichen die vorbeschriebenen Zonen in der Seitenansicht bzw. Axialansicht. Wie die Fig. 4 und 5 zeigen, ist dem Dorn eine Längsachse zuzuordnen, die zunächst, in der Führungszone 12 eine Zylinderachse darstellt, in der Kalibrierzone 14 als

Schraubenachse weiterläuft. Diese mit 15 bezeichnete Achse verläuft im vorliegenden Ausführungsbeispiel stets innerhalb des Dorns.

Aus Fig. 6 wird ersichtlich, daß ein mit einem solchen Dorn 5 hergestelltes Rohr eine außenseitige Kreiskontur aufweist, die etwa bei Exzenterpumpen einem passenden Innenzylinder zuzuordnen ist, und daß die hergestellte Rohrwendel ein auch bei langen Bauformen präzise geformtes freies Lumen 17 innerhalb des Rohrquerschnitts als Kreis um die Achse 15 herum zeigt.

Es versteht sich, daß nach dem gleichen Verfahren und mit der gleichen Vorrichtung auch ein sehr viel stärker gewendeltes Rohr gefertigt werden kann, bei dem dann ein freies Lumen außerhalb des Rohrquerschnitts bei axialer Ansicht zu erkennen ist. Es versteht sich weiterhin, daß derartige Rohrwendeln keineswegs von der Herstellungsseite auf einen kreisförmigen Rohrquerschnitt eingeeengt werden müssen. Ohne weiteres lassen sich gewendelte Rohre mit Dreieck-, Rechteck- oder Polygonquerschnitt oder mit sonstigen gekrümmten Formen vorgeben. Die Fig. 8 zeigt eine Ausführungsform mit einem Ovalquerschnitt, wie sie gleichfalls in einem Arbeitsgang ohne Nachbearbeitung gefertigt werden kann.

Das Herausragende dieses Herstellungsverfahrens ist eben, daß es in einem fortlaufenden und einem vergleichsweise geringen Zeit- und Arbeitsaufwand durchzuführenden Arbeitsgang ein hochpräzise gewendeltes, regelmäßig keiner Nachbearbeitung dürftiges Rohr zu formen gestattet. Dieses Ergebnis ist besonders überraschend, wenn man bedenkt, welche komplexen Formgebungsvorgänge von dem rohrförmigen Halbzeug-Ausgangsmaterial zu der fertigen Rohrwendel führen, wenn das Rohr den Dorn passiert.

Neben der geschickten Formgebung für den Dorn ist dabei von Bedeutung, daß bereits dem zugeführten Rohr eine Drehbewegung mit- bzw. freigegeben wird. Wie insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich wurde, kann das Rohr gegenüber dem Preßbären 3 drehbeweglich gelagert sein. In Umkehrung dieser Zuordnung kann man auch den Schaft 4 und/oder den Dorn drehbeweglich lagern, wobei dann auf eine drehbewegliche Lagerung des Rohres verzichtet werden kann. Es kann daneben auch vorgesehen werden, daß statt einer freien Drehbeweglichkeit für das Rohr, den Dorn und/oder den Schaft eine angetriebene, zwangsgesteuerte Drehbewegung zwischen Rohr und Dorn erzeugt wird, sei es, daß dem Preßbären eine drehend angetriebene Ringplatte vorgeschaltet wird oder sei es auch, daß der Schaft entsprechend dem Voranschub des Preßbären gedreht wird.

Eine in Fig. 9 insgesamt mit 19 bezeichnete Vorrichtung zur Verformung von Rohren, deren mit zuvor bezeichneten Vorrichtungsteilen übereinstim-

mende Teile wieder gleiche Bezugszeichen erhalten, weist ein Pressengestell 2 mit verschiedenen Einrichtungen zum Justieren und zur Auflage von Werkzeugen auf, wobei ein Preßbär 3 längs eines durch den Preßbären 3 hindurchgeführten und im Gestell verankerten Schaft 4 in Richtung auf ein Werkzeug 20 hin mit Pressenkräften bis zu einer Größenordnung von etwa 1000 Tonnen verfahrbar ist. Der Preßbär 3 drückt gegen eine rückwärtige Stirnfläche eines Rohrabschnitts 6 (oder auch mehrerer solcher auf dem Schaft 4 hintereinander aufgereihter Rohrabschnitte), um diesen durch das Werkzeug 20 hindurch zu bewegen. Wie aus der Zeichnung ersichtlich verlassen die in zylindrisch-gerader Form dem Werkzeug 20 zugeführten Rohrabschnitte 6 das Werkzeug auf der dem Preßbären 3 abgewandten Seite als Rohrwendel 21.

Das Werkzeug 20 ist in den Fig. 10 bis 13 in vergrößerter Detaildarstellung näher veranschaulicht. Das Werkzeug 20 umfaßt ein Außenwerkzeug 22 mit einer horizontal verlaufenden Durchgangsbohrung 23 (vergl. Fig. 12), die zumindest in einem Endbereich 24, vorzugsweise auch in einem mittleren Bereich bereits die präzise Außenform der gewünschten Rohrwendel 21 ausformt. Ein Einlaufbereich 25 der Durchgangsbohrung 23 kann demgegenüber zylindrisch oder schwach gewendelt sein, um das Einführen zu erleichtern. Er kann auch im Querschnitt auf ein Übermaß dimensioniert sein, um mit einer leichten Trichterform das Einlaufen der Rohrabschnitte 6 zu erleichtern.

Grundsätzlich ist die Außenform 22 geeignet, einen in Richtung einer Achse 26 zugeführten Rohrabschnitt aus der zylindrisch-geraden Rohrlingsform in eine Rohrwendel umzupressen, die eine überaus präzise Außenform festlegt. Dabei kann die Außenform hoch belastbar ausgeführt werden, indem sie durch außen angesetztes Material entsprechend groß gebaut wird, wobei der Dimensionierung keine engen Grenzen gesetzt sind. Überdies kann ein Außenwerkzeug sehr viel Wärme aufnehmen und ableiten, so daß Wärmeprobleme relativ gut beherrschbar sind - zumal die hohe Druckbelastbarkeit des Außenwerkzeugs ohnehin Kaltverformungen noch in Bereichen zuläßt, in denen bei sonstigen Rohrumformungen regelmäßig Warmverformungen vorgezogen werden.

Das Außenwerkzeug 22 ist durch ein Innenwerkzeug in Form eines Aufweitdorns 27 ergänzt, der sich an den durchlaufenden Schaft 4 anschließt. Letzterer ist auch dann zweckmäßig, wenn nur eine Verformung durch ein Außenwerkzeug 22 vorgesehen ist, um die Rohrabschnitte 6 sauber an das Werkzeug heranzuführen. Der Aufweitdorn 27 beginnt mit einer Aufweitzone 28 in Form eines Kegelstumpfs, an die sich ein zylindrischer bzw. schwach gewendelter Abschnitt 29 anschließt, der dann in einen konzentrisch in der gewendelten

Durchgangsbohrung 24 verläuft, so daß er einen präzise vorgegebenen gleichförmigen Luftspalt 30 zum Außenwerkzeug hin bildet. Dieser Luftspalt definiert die Wandstärke der herzustellenden Rohrwendel 21, gleichzeitig wird die Rohrwendel sowohl an der äußeren wie auch an der inneren Mantelfläche glatt und genau geformt. Diese Verformung wird dadurch eingeleitet, daß der Rohrabschnitt 6 in der Aufweitzone 28 auf das gewünschte Maß aufgeweitet wird, wobei der zusätzliche Formvorgang die Festigkeit des Rohres verbessern kann, insbesondere aber Toleranzen des Rohrabschnitts 6 eliminiert.

Eine andere Ausführungsform eines Werkzeugs 31 gemäß Fig. 14 und 15 macht gleichfalls von einem Außenwerkzeug und eine Innenwerkzeug Gebrauch, wobei das Außenwerkzeug übereinstimmend mit dem gemäß den Fig. 10 und 15 sein soll und dementsprechend gleichfalls das Bezugszeichen 22 erhalten hat. Als Innenwerkzeug dient ein Dorn 32, der nicht als Aufweitdorn, sondern als Dorn konstanten Querschnitts ausgebildet ist. Dieser Dorn verzichtet auf eine querschnittsverändernde Wirkung, vielmehr unterscheidet er sich in seinem Querschnitt nur geringförmig von dem Querschnitt des Schafts 4, an den er bündig anschließt. Dabei kann der Dorn 32 so ausgebildet sein, daß er von seinem schaftseitigen Anfang zum freien Ende hin geringfügig größer wird, um eine präzise innere Wandungsformung in der Rohrwendel 21 zu bewirken, er kann aber auch durchgehend mit einem Untermaß gegenüber dem Innenquerschnitt des Rohres vorgegeben werden, um ein Bewegungsspiel einzuhalten, welches den Dorn auf Führungsaufgaben beschränkt, die Umformung zur Rohrwendel aber überwiegend dem Außenwerkzeug überläßt.

Die formschlüssige Anpassung von Werkzeug und mit diesem geschaffener Rohrwendel führt zwangsläufig zu einer überlagerten Längs- und Drehbewegung zwischen Rohr und Werkzeug. Um diese nicht zu beeinträchtigen, ist dem Preßbaren ein Drucklager 8 zur stirnseitigen Aufnahme des an den Preßbaren 8 anstoßenden Rohrabschnitts vorgesehen. Zweckmäßig sorgt eine Druckübertragung über interne Wälzkörper für eine leichte Drehbeweglichkeit. Alternativ ist es grundsätzlich auch möglich, ein drehbewegliches Drucklager zwangsweise synchron zum Vorschub zu drehen, um eine angepaßte Zuführbewegung zu erzwingen.

Die Verformung der Rohrabschnitte kann sowohl im kalten wie auch im warmen Zustand erfolgen. Eine Erwärmung des Rohres wird zweckmäßig durch eine (nicht dargestellte) Heizeinrichtung direkt vor dem Außenwerkzeug 22 vorgenommen, wobei dem Fachmann verschiedene Heizeinrichtungen, etwa mittels Gasbrennern oder mittels induktiver Aufheizung zur Verfügung stehen.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Rohrwendel, wobei ein Rohrabschnitt (6) auf einer Presse (1) in Richtung der Rohrachse über einen Aufweitdorn (5,27,32) gedrückt wird, welcher zumindest in einem Endbereich (14) schraubenförmig gekrümmt ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Rohrabschnitt (6) gegenüber dem Aufweitdorn (5,27,32) eine Drehbewegung um die Rohrachse ausführt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rohrabschnitt (6) für das Drücken drehbeweglich gelagert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufweitdorn drehbeweglich gelagert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rohrabschnitt (6) während des Drückens in Anpassung an die Wendelsteigung gedreht wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Rohrabschnitt (6) vor oder während des Verformens erwärmt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rohrabschnitt (6) zusätzlich durch eine außenseitig auf den Rohrabschnitt (6) wirkende Hohlform (23) in einem Außenwerkzeug (22) gedrückt wird, die als schraubenförmig gekrümmte Durchgangsbohrung ausgebildet ist.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 mit Hilfe eines zumindest in einem Endbereich schraubenförmig gekrümmten Aufweitdorns (5,27,32), über den in Aufweitrichtung gerade Rohrabschnitte gedrückt werden, wobei der Aufweitdorn über einen zumindest einen Rohrabschnitt (6) tragenden Schaft (4) auf einer Presse (1) gelagert ist, und wobei ein längs des Schafts verfahrbarer Preßbär (3) den Rohrabschnitt mit einem Lager (8) hintergreift, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufweitdorn (5,27,32) und/oder der Preßbär (3) zumindest im Bereich seines Lagers (8) zueinander drehbewegbar ausgebildet sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch ein Drehlager (8), über das der Preßbär (3) den Rohrabschnitt (6) hintergreift.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch einen den Rohrabschnitt (6) hintergreifenden Druckring, der gegenüber dem Preßbaren zu einer Drehbewegung in Abhängigkeit vom Vorschub angetrieben wird.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaft (4) drehbeweglich gelagert ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß dem Dorn (5,27,32) ein Außenwerkzeug (22) mit einer schraubenförmig gekrümmten Durchgangsbohrung (23) zugeordnet ist.

5

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchgangsbohrung (23) einen sich verjüngenden Querschnitt aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Außenwerkzeug (22) eine auf den zugeführten Rohrabschnitt (6) gerichtete Heizeinrichtung angeordnet ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

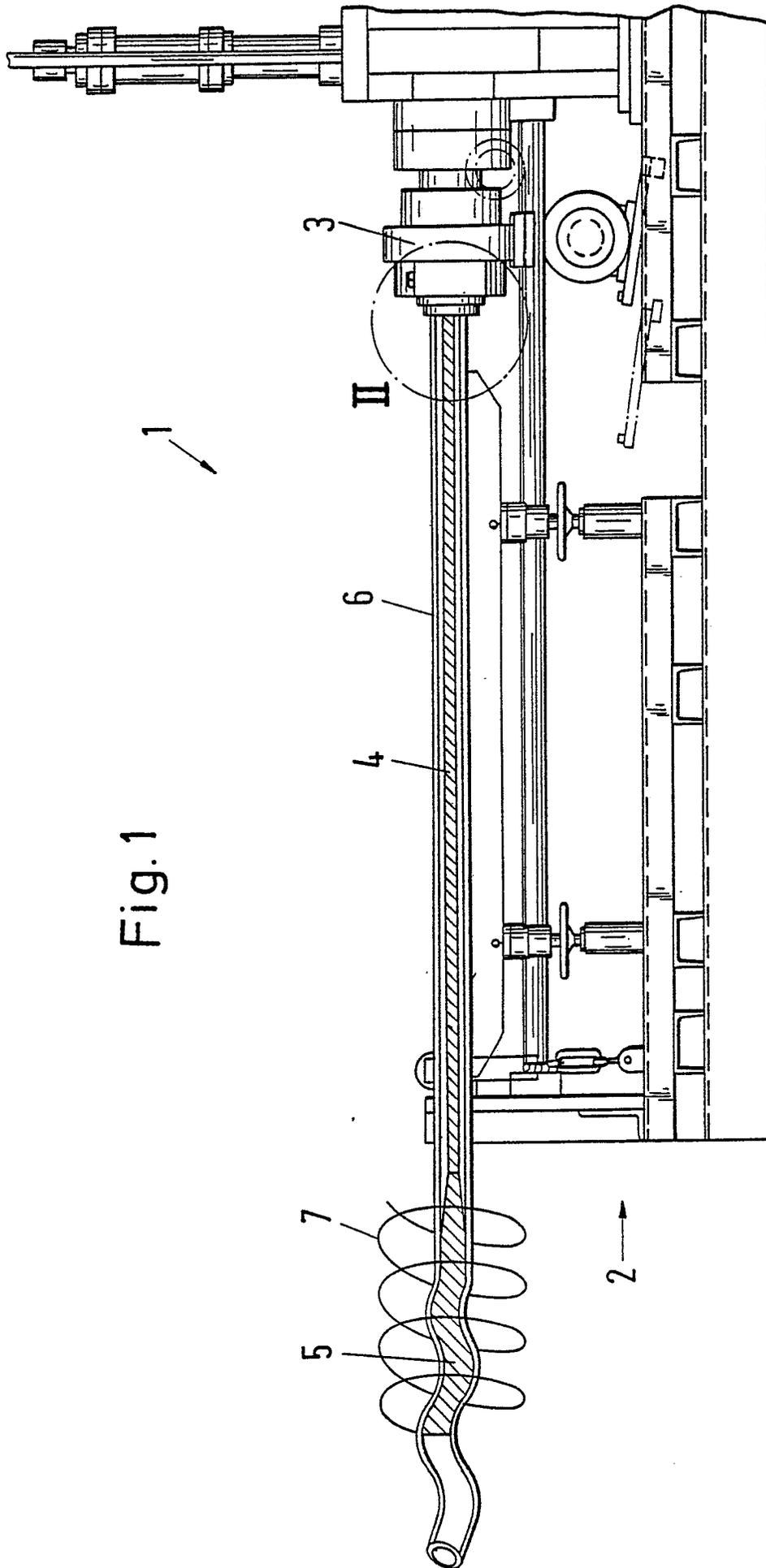
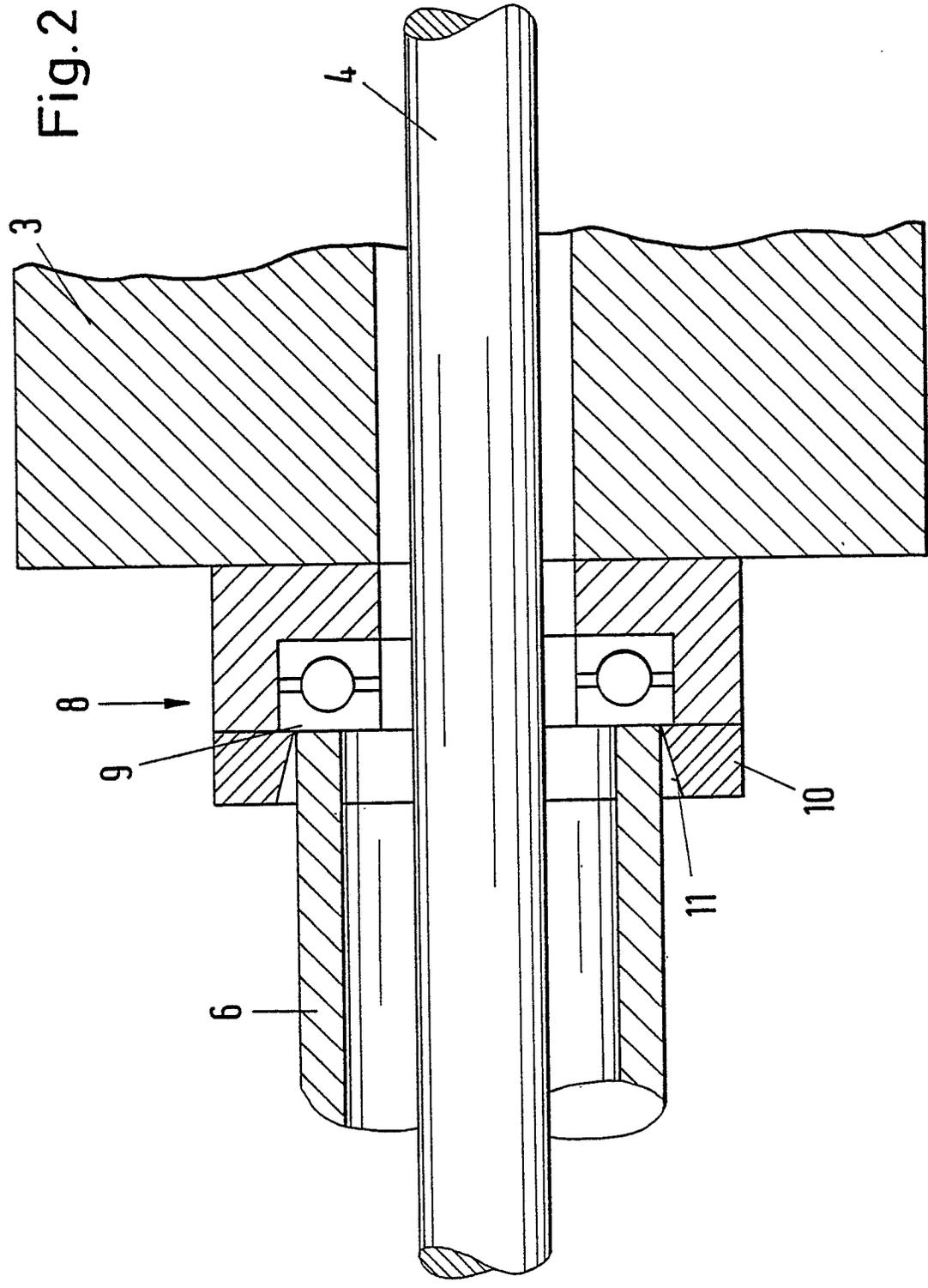
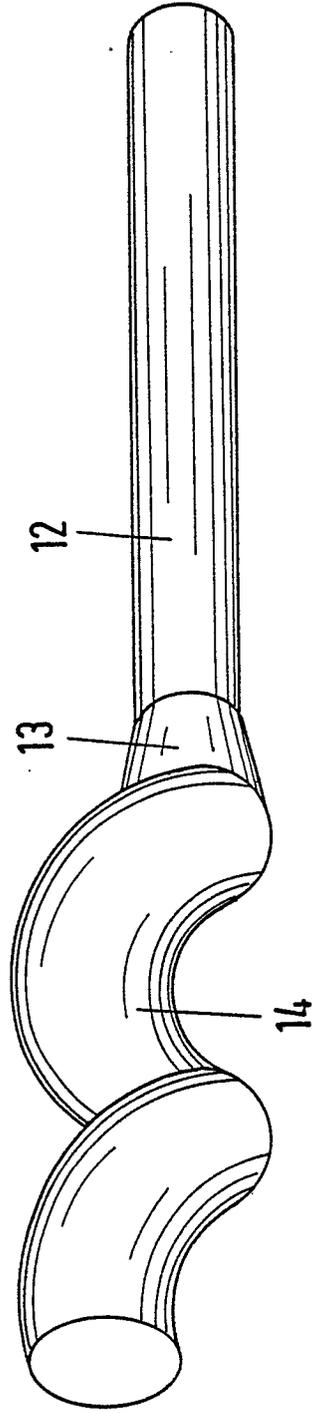


Fig. 1



5

Fig. 3



V V

5

Fig. 4

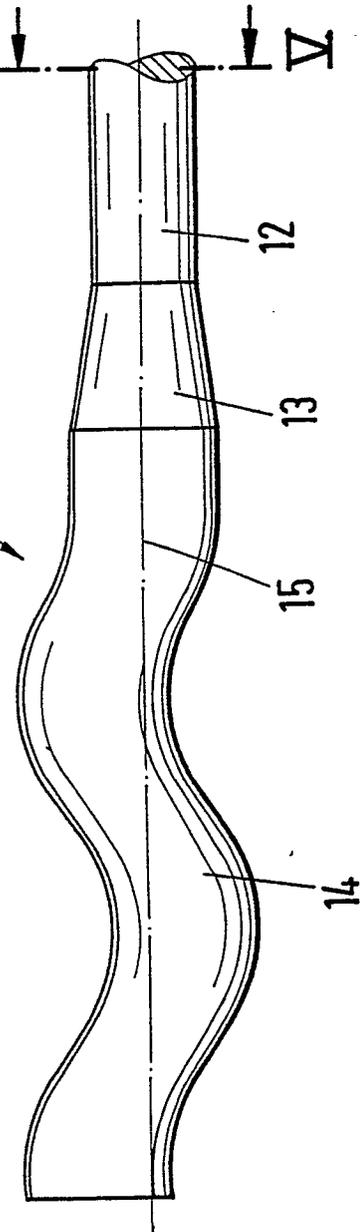


Fig. 5

5

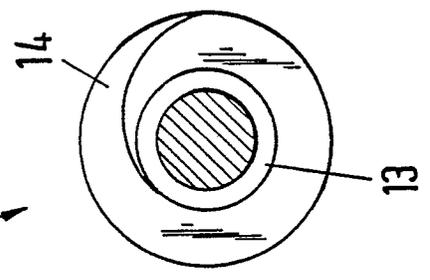


Fig.7

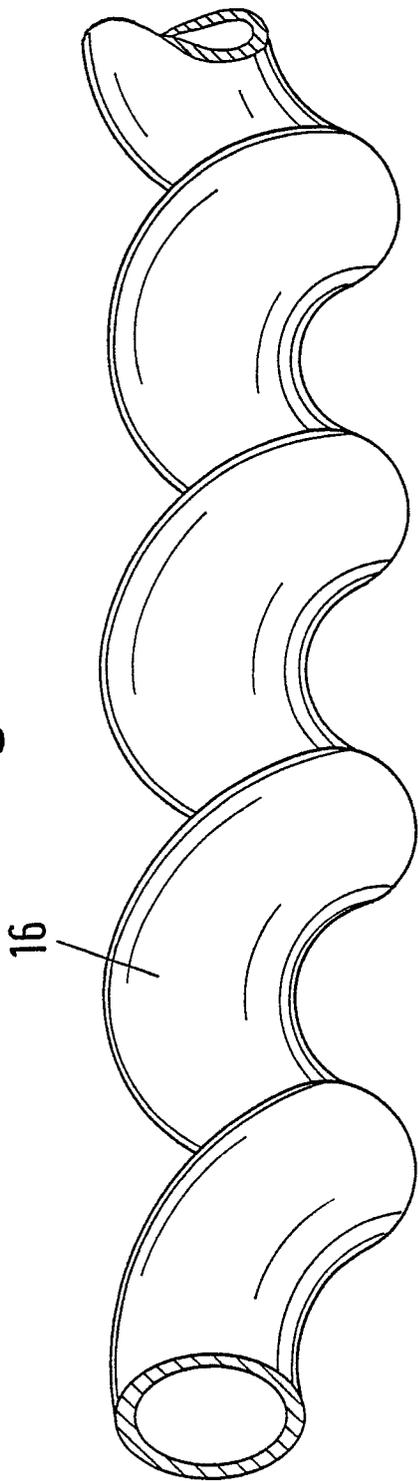
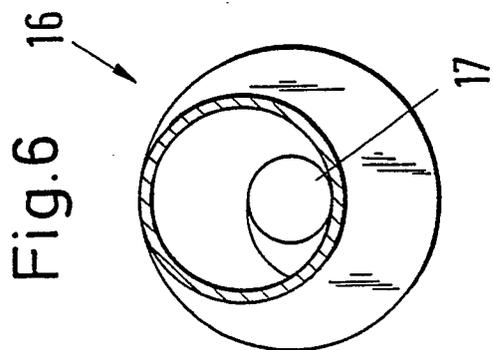


Fig.6

Fig.8



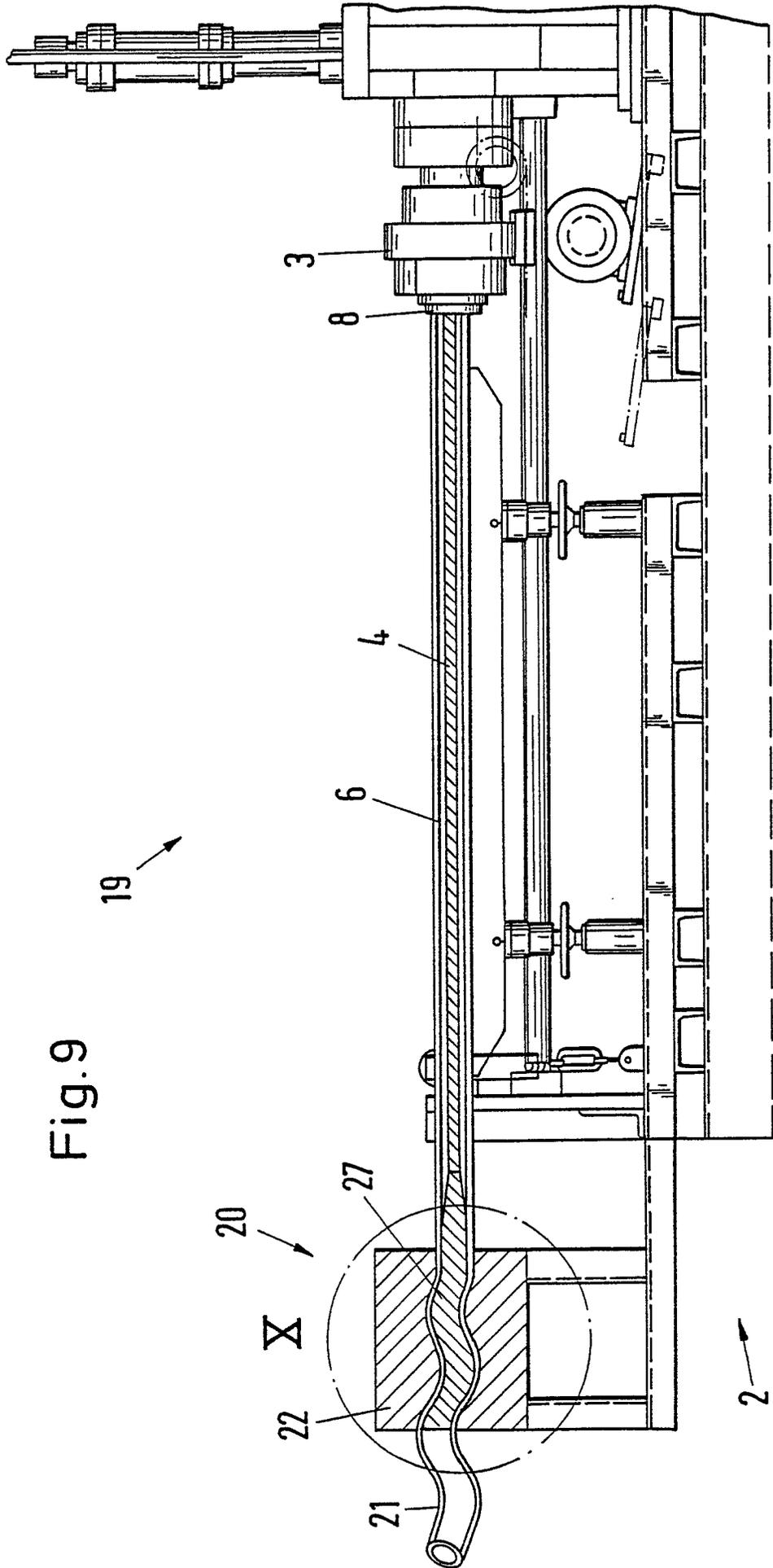


Fig. 9

Fig.10 20

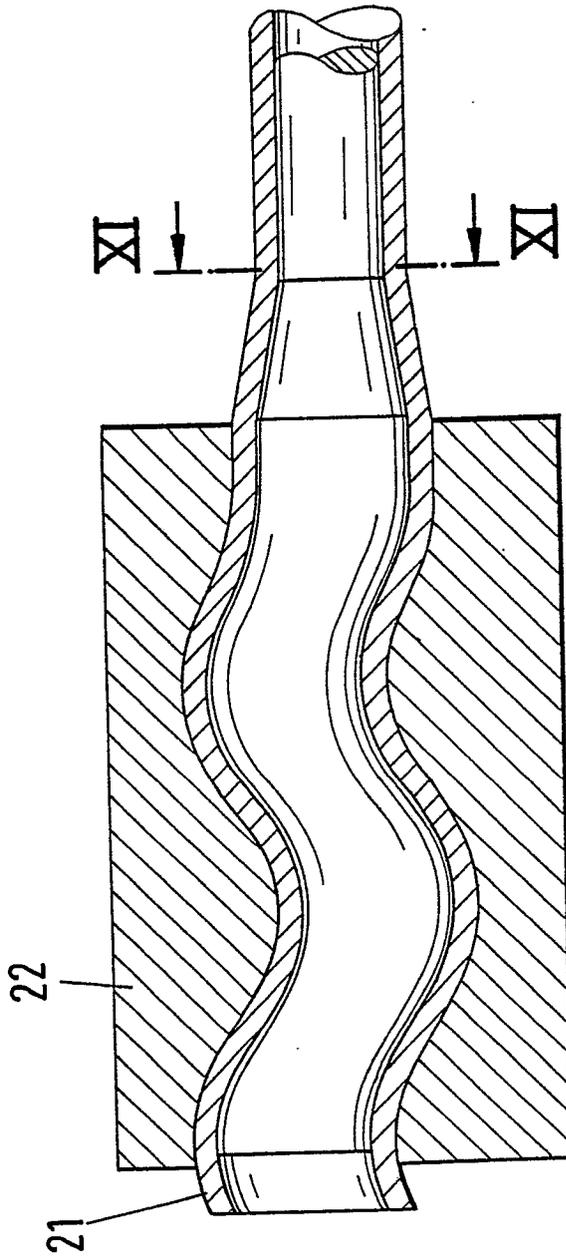
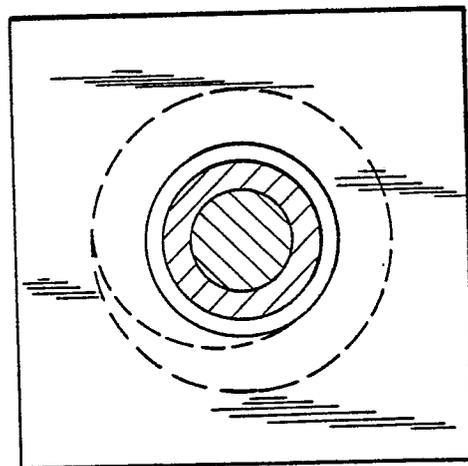
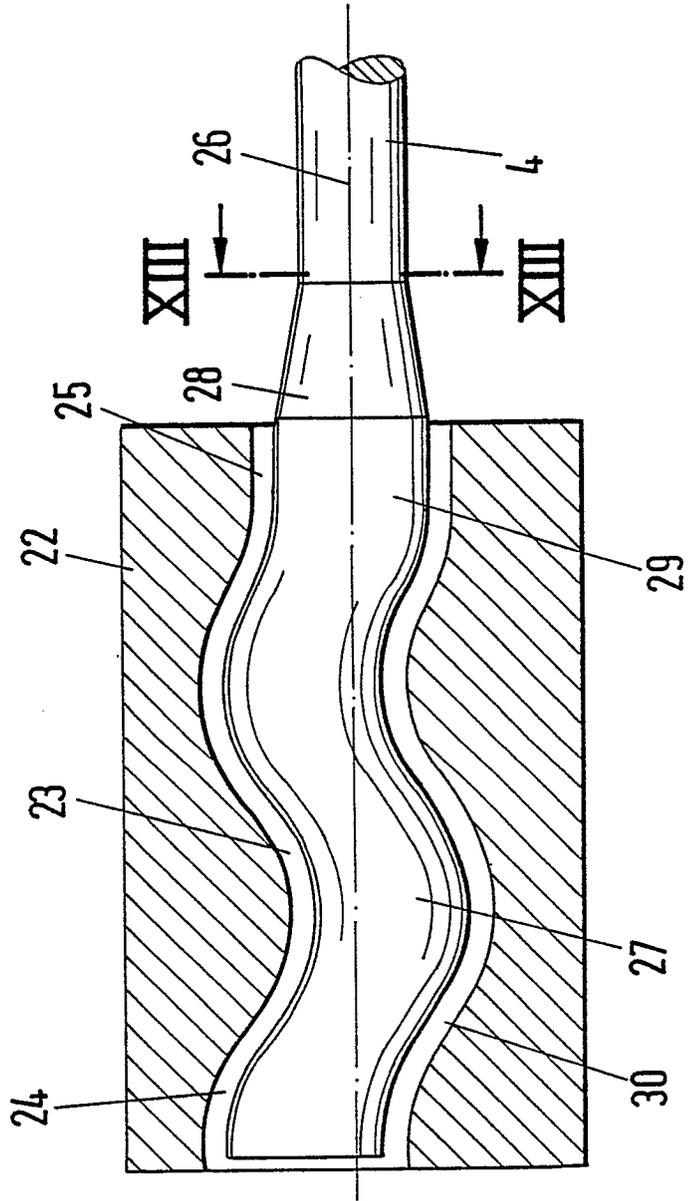


Fig.11



20 ↗

Fig.12



20 ↗

Fig.13

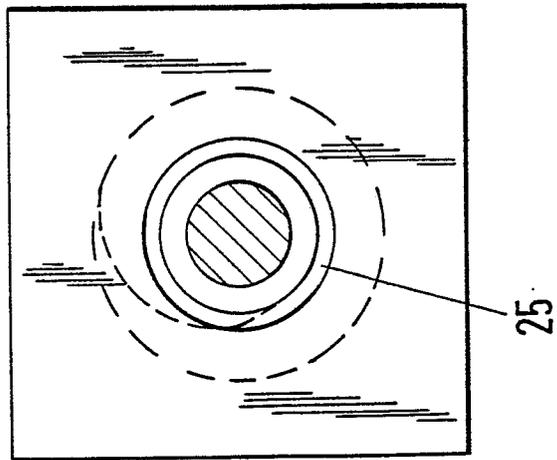


Fig.14

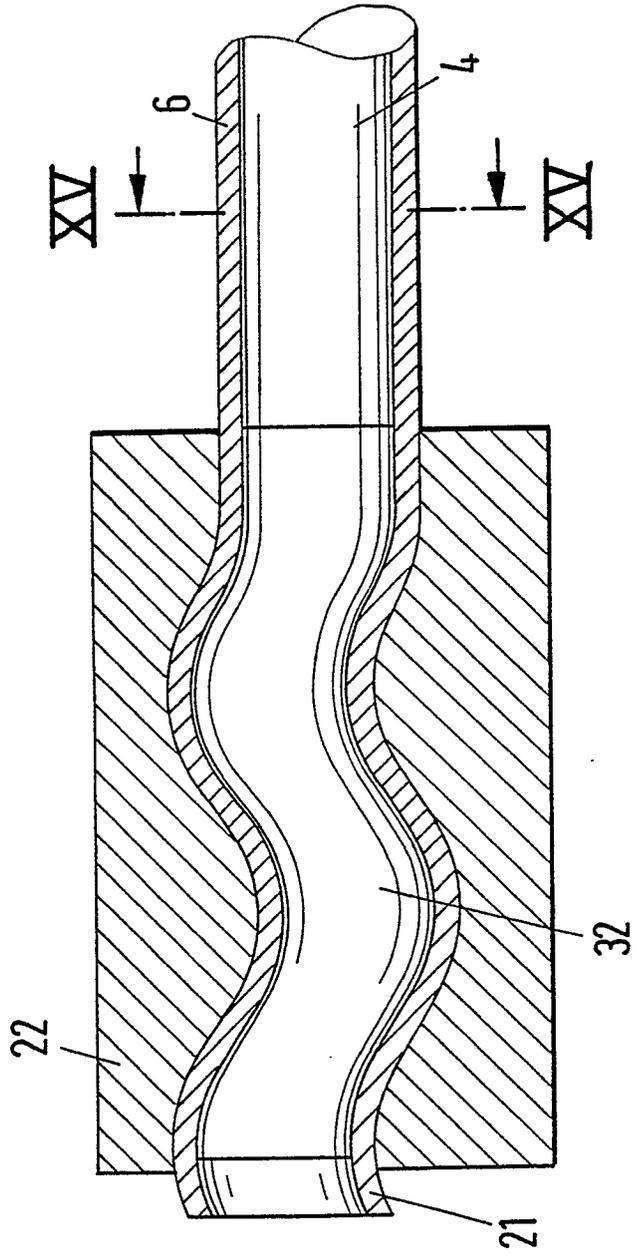


Fig.15

