



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**01.06.94 Patentblatt 94/22**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **B21D 3/08**

②① Anmeldenummer : **91250007.1**

②② Anmeldetag : **10.01.91**

---

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zum Richten der Enden langgestreckter Werkstücke.**

---

③⑩ Priorität : **19.01.90 DE 4001901**

⑦③ Patentinhaber : **MANNESMANN  
Aktiengesellschaft  
Postfach 10 36 41  
D-40027 Düsseldorf (DE)**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**24.07.91 Patentblatt 91/30**

⑦② Erfinder : **Schroeder, Hermann, Dr.-Ing.  
Einbrunger Strasse 32  
W-4000 Düsseldorf (DE)**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**01.06.94 Patentblatt 94/22**

⑦④ Vertreter : **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al  
Meissner & Meissner,  
Patentanwaltsbüro,  
Postfach 33 01 30  
D-14171 Berlin (DE)**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**DE FR GB IT**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**EP-A- 0 338 144  
FR-A- 1 339 360  
US-A- 3 869 897**

**EP 0 438 205 B1**

---

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

---

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 2. Basis für diese Oberbegriffe bildet die US-A-3869897.

5 Langgestreckte Werkstücke. z. B. Stäbe oder Rohre mit unzulässigen Abweichungen in der Geradheit werden im Fertigungsfluß üblicherweise mittels einer kontinuierlich arbeitenden Richtmaschine, wie z. B. Rollenrichtmaschine, gerichtet. Bei diesem Richtprozeß werden krummliegende Enden nur teilweise oder gar nicht erfaßt. Bei Werkstücken mit gegenüber dem übrigen Bereich unterschiedlichen Querschnitten an den Enden, wie zum Beispiel angestauchte Rohrenden, versagt das bisher bekannte kontinuierliche Verfahren ganz. Aus diesem Grunde müssen solche Werkstücke, die laut Spezifikation oder bedingt durch die Vorgaben der Weiterverarbeitung nur eine eingeschränkte Geradheitsabweichung aufweisen dürfen, daher mit Stempelrichtpressen von Hand nachgerichtet werden. Dieses Verfahren ist aufwendig und erfordert einen entsprechend geschulten Bedienungsmann mit einem guten Augenmaß. Außerdem muß für das beim Richten erforderliche Drehen des Werkstückes eine entsprechende Vorrichtung zum Randhaben der zum Teil schweren Einzelstücke vorhanden sein. sei es ein Kran oder ein Hebezeug oder etwas Vergleichbares.

10 Aus der DE 19 01 184 ist eine Vorrichtung zum dynamischen Auswuchten von Werkstücken bekannt, mit einer angetriebenen und bezüglich ihrer Exzentrizität verstellbaren Kurbelwelle, die über einen Kurbelarm fest mit dem Werkstück verbunden ist. Das Werkstück ist an seinen Enden fest gelagert und die werkstückachse wird an der Einspannstelle des kurbelarmes über die Elastizitätsgrenze des Werkstückes hinausgehend umlaufend ausgelenkt. Die umlaufende Auslenkung erfolgt dabei ohne Drehung des Werkstückes um seine eigene Achse.

Nachteilig bei dieser Vorrichtung ist der unverhältnismäßig große konstruktive Aufwand für die Veränderung der Exzentrizität der Kurbelwelle. Außerdem ist die Vorrichtung nicht für das Richten der Enden langgestreckter Werkstücke geeignet.

25 Eine gattungsbildende Vorrichtung ist der US-A-3,869,897 entnehmbar. Mittels dieser Vorrichtung kann das Ende eines deformierten Werkstückes durch ein Umlaufbiegeverfahren gerichtet werden. Das Werkstück wird dabei über die Elastizitätsgrenze hinaus belastet. Die Auslenkung erfolgt über eine Schwingscheibe, auf der zum Fixieren des Werkstückes vier Kolben-Zylindereinheiten angeordnet sind. Über einen reversierbaren Antriebsmotor und ein Getriebe wird der in die Schwingscheibe eingreifende Zapfen in Drehung versetzt. Mittels eines verschwenkbaren Zahnsegmentes wird der darauf befestigte Zapfen kontinuierlich aus seiner Ausgangslage verschoben und damit die Bewegung der Schwingscheibe ausgelöst. Die Maximalamplitude für die Schwingscheibe ist erreicht, sobald das Zahnsegment am Stopelement anschlägt. Danach wird die Drehrichtung des Antriebsmotors geändert und die Amplituden nehmen kontinuierlich wieder ab. Nachteilig bei dieser Vorrichtung ist der apparative Aufwand und die Festlegung der Maximalamplitude auf einen fixen Wert, in Abhängigkeit von der Auslegung der miteinander kämmenden Zahnräder bzw. des Zahnsegmentes. Infolge der ungünstigen Hebelwirkung des Zapfens zum Werkstück ist die Anwendung auf dünnwandige und nur geringe Richtkräfte benötigende Teile beschränkt. Die Maximalamplitude kann nur über den Umweg kontinuierlich anwachsender Amplituden erreicht werden. Die Einstellung einer von Null verschiedenen Anfangsbelastung ist nicht möglich.

40 Aufgabe der Erfindung ist es, eine konstruktiv einfache Vorrichtung anzugeben, mit der anpassungsfähig die Enden unterschiedlicher Werkstücke auch mit dicker Wand gerichtet werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine konstruktiv einfache Vorrichtung anzugeben, mit der in wirksamer Weise die Enden langgestreckter Werkstücke auch mit dicker Wand gerichtet werden können.

45 Diese Aufgabe wird mit den im Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Ein Verfahren zur Verwendung der Vorrichtung ist Bestandteil des Anspruchs 2.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird bei stillstehendem Werkstück mindestens ein im Endenbereich ausgesuchter Querschnitt einer an- bzw. abschwellenden Biegewechselbeanspruchung unterworfen. Dabei wird die Biegebeanspruchung so gewählt, daß der ausgesuchte Querschnitt bis in den plastischen Bereich verformt wird. Ein wesentliches Merkmal des Verfahrens ist, daß die sich aus der Biegebeanspruchung ergebende maximale Durchbiegung, die in Abhängigkeit vom verwendeten Werkstoff vorgegeben werden kann, ein- oder mehrmal(s) um die Werkstückachse umläuft. Der Richtprozeß selbst kann in verschiedener Art und Weise ablaufen, je nachdem, ob die maximale Durchbiegung kurzzeitig oder erst allmählich aufgebracht wird. Im ersteren Fall wird nach einem Zentrieren des Werkstückes dieses schlagartig mit der maximalen Durchbiegung beaufschlagt, die dann ein- oder mehrmal(s) um die Werkstückachse umläuft. Danach erfolgt die schlagartige Entlastung. Im zweiten Fall wird nach dem Zentrieren das Werkstück mit einer bestimmten Durchbiegung beaufschlagt, die dann in der beschriebenen Weise umläuft, wobei während des Umlaufens die Biegebeanspruchung fortlaufend und kontinuierlich gesteigert wird, bis die maximale Durchbiegung erreicht ist. Diese wird dann über eine bestimmte Umlaufstrecke gehalten, danach erfolgt die stetige Re-

duzierung der Biegebeanspruchung bis zur völligen Entlastung des Werkstückes. Das erfindungsgemäße Verfahren ist sowohl für kalte als auch für erwärmte Werkstücke anwendbar.

Die Vorrichtung besteht aus mindestens drei vorzugsweise vier symmetrisch um eine gemeinsame Achse angeordneten Stößeln, die jeweils mit einer Kolben-Zylindereinheit verbunden sind. Die Kolben- und Zylindereinheiten sind weg- und zeitabhängig steuerbar und der Kolben führt während des Richtens über die Zeit gesehen eine sinusförmige Bewegung aus. Die Kolben-Zylindereinheiten sind steuermäßig miteinander verknüpft, so daß sie phasenversetzt zueinander arbeiten können.

Der Vorteil der Vorrichtung bzw. des Verfahrens liegt darin, daß das Werkstück während des Richtprozesses stillsteht und keine rotierenden Werkzeuge mit einer aufwendigen Konstruktion erforderlich sind. Das Verfahren kann automatisch ablaufen und ist leicht in einem Bypass einer Fertigungsstraße zu integrieren. Durch die Verwendung von entsprechend dimensionierten Hydraulikzylindern ist die Vorrichtung ohne Umbau auf verschiedene Werkstückabmessungen schnell und einfach einstellbar. Die gewünschte maximale Durchbiegung kann je nach verwendetem Werkstoff frei gewählt werden.

In der Zeichnung wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahren und der Vorrichtung näher erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1 einen Längsschnitt durch die erfindungsgemäße Vorrichtung
- Figur 2 einen Querschnitt entlang der Linie A-A in Figur 1
- Figur 3 eine schematische Darstellung der maximalen Durchbiegung  $f$
- Figur 4 eine grafische Darstellung des gesamten Richtprozesses
- Figur 5 eine grafische Darstellung des Verlaufes der maximalen Durchbiegung  $f$ .

In Figur 1 ist in einem Längsschnitt die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer vereinfachten Form dargestellt, wobei auf die Darstellung der üblicherweise dazugehörigen Anlagenteile verzichtet wurde. Das in einer nicht näher dargestellten Vorrichtung 3 eingespannte Rohr 1 weist ein angestauchtes Ende 2 auf, dessen Geradheit nicht den Lieferbedingungen entspricht und deshalb gerichtet werden soll. Dazu sind, wie Figur 2 zeigt, symmetrisch um eine gemeinsame Achse 4 vier Stößel 5,6,7,8 um das angestauchte Ende 2 des Rohres 1 angeordnet. Die Stößel 5 bis 8 sind jeweils mit einer hier nur angedeuteten Kolben-Zylindereinheit verbunden, die wegen der grafischen Darstellung des Richtprozesses in Figur 4 mit den römischen Zeichen I bis IV versehen sind. Die radiale Verfahrbarkeit der Stößel 5 bis 8 ist durch den jeweils eingezeichneten Pfeil 9 gekennzeichnet.

In Figur 3 ist schematisch die umlaufende maximale Durchbiegung  $f$  dargestellt. Der Drehpfeil 10 soll den Umlauf der Durchbiegung  $f$  veranschaulichen. Die gestrichelt dargestellte Stellung der Stößel 5 bis 8 zeigt den Ausgangspunkt des Rohres 1 nach der Zentrierung. Der Versatz des Mittelpunktes 11 kennzeichnet für dieses Beispiel die maximale Durchbiegung  $f$ , die gerechnet von der Sechsuhrlage bereits einen Winkelbetrag von 45 Grad durchlaufen hat. Dieser Umlauf 10 wird durch den in Figur 4 grafisch dargestellten Richtprozeß erzeugt. In der grafischen Darstellung ist auf der Ordinate der Hub des Kolbens der jeweiligen Kolben-Zylindereinheit I bis IV abgetragen, wobei dieser Hub mit dem radialen Verfahrweg des dazugehörigen Stößels 5 bis 8 korrespondiert. Der positive Betrag soll, wie durch die Pfeile angedeutet, eine Bewegung des Kolbens bzw. des Stößels zur Mitte 11 hin bedeuten und der negative Betrag die umgekehrte Richtung.

Die erste Phase des Richtprozesses, das Zentrieren, bedeutet ein Zufahren aller Kolben I bis IV in Richtung Mitte 11 hin. Danach beginnt die Anlaufphase, d. h. der Kolben I bewegt sich in Richtung Mitte 11 hin und korrespondierend dazu der gegenüberliegende Kolben III von der Mitte weg. Sobald der Kolben I das Maximum des sinusförmigen Hubverlaufes erreicht hat, weist das Rohr 1 auch die vorgegebene maximale Durchbiegung  $f$  auf. Von hier an beginnt das eigentliche Richten, indem die maximale Durchführung  $f$  im Uhr- oder Gegenuhreigersinn umläuft. Dies wird dadurch erreicht, daß phasenversetzt zum Kolben I der Hub des Kolbens II und korrespondierend dazu in entgegengesetzter Richtung der Hub des Kolbens IV einsetzt. Nach ein- oder wie in diesem Beispiel zweimaligem Umlauf fällt in der Auslaufphase die Hubbewegung auf Null und durch anschließendes Auffahren aller vier Kolben I bis IV, d. h. von der Mitte 11 weg, wird das gerichtete Ende 2 des Rohres 1 freigegeben.

In Figur 5 sind ergänzend zu Figur 4 grafisch zwei unterschiedliche Verläufe der maximalen Durchbiegung  $f$  dargestellt. Im Teilbild a sind die zwei bestimmenden Parameter, d. h. die Durchbiegung  $f$  und der Umlaufwinkel  $\alpha$  beispielsweise für ein Rohr eingetragen. Im Teilbild b ist die Variante dargestellt, wenn die maximale Durchbiegung  $f$  in kürzester Zeit, d. h. mit einem sehr steilen Anstieg 12 aufgebracht wird und dann der bereits beschriebene Umlauf stattfindet. Am Ende des Umlaufes erfolgt der steile Abfall 13 bis hin zur völligen Entlastung des Rohres 1. Demgegenüber setzt bei der im Teilbild c dargestellten Variante der Umlauf sofort nach Aufbringung der anfänglichen Durchbiegung  $f$  ein, wobei fortlaufend mit weiterem Umlauf diese Durchbiegung auf den Maximalwert 14 ansteigt. Dieser Maximalwert 14 wird, vergleichbar wie im Teilbild b schon dargestellt, mindestens über eine volle Umdrehung aufrechterhalten. Danach erfolgt der langsam ge-

steuerte Abfall 15 bis hin zur völligen Entlastung des Rohres 1.

### Patentansprüche

5

1. Vorrichtung zum Richten der Enden (2) langgestreckter Werkstücke (1), insbesondere Rohre, bestehend aus einem Halteelement (3) zur Fixierung des Werkstückes (1) und Mitteln zur Erzeugung einer Auslenkung der Werkstückachse (11) mit mindestens 3 symmetrisch um eine gemeinsame Achse (4) angeordneten Kolben-Zylindereinheiten (I-IV), deren Stößel (5-8) in radialer Richtung zur Achse (4) hin bewegbar sind,

10

**dadurch gekennzeichnet,**

daß jede Kolben-Zylindereinheit (I-IV) eine weg- und zeitabhängige Steuerung aufweist und diese derart miteinander verknüpft sind, daß sie miteinander Während des Richtvorganges phasenversetzt eine sinusförmige Hubbewegung ausführen.

15

2. Verfahren zum Richten der Enden (2) langgestreckter Werkstücke (1), insbesondere Rohre, bei dem ohne Drehung des Werkstückes (1) um seine eigene Achse (11) das Werkstück (1) über seine Elastizitätsgrenze hinaus umlaufend ausgelenkt wird unter Verwendung einer Vorrichtung gemäß dem Anspruch 1,

20

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Stößel (5-8) während des Richtvorganges phasenversetzt eine sinusförmige Hubbewegung ausführen und die vorgegebene maximale Durchbiegung (f) über mindestens einen Umlauf ( $2\pi$ ) aufrechterhalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

25

**dadurch gekennzeichnet,**

daß nach einem Zentrieren das Werkstück schlagartig bis zum Erreichen der vorgegebenen maximalen Durchbiegung beansprucht wird und diese maximale Durchbiegung ein- oder mehrmals um die Werkstückachse umläuft und anschließend das Werkstück kurzzeitig entlastet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2,

30

**dadurch gekennzeichnet,**

daß nach einem Zentrieren das Werkstück mit einer von Null verschiedenen Biegebeanspruchung beaufschlagt wird und die sich ergebende Durchbiegung um die Werkstückachse umläuft und beim Umlauf die Durchbiegung fortlaufend gesteigert wird, bis die vorgegebene maximale Durchbiegung erreicht ist und diese für eine bestimmte Umlaufstrecke gehalten und anschließend die Durchbiegung bis zur völligen Entlastung des Werkstückes stetig reduziert wird.

35

### Claims

40

1. An apparatus for straightening the ends (2) of elongate workpieces (1), in particular pipes, consisting of a holding element (3) for fixing the workpiece (1) and means for producing a deflection of the axis (11) of the workpiece with at least 3 piston- cylinder units (I-IV) arranged symmetrically about a common axis (4), the tappets (5-8) of which units can be moved in a radial direction towards the axis (4), characterised in that each piston-cylinder unit (I-IV) has a path-dependent and time-dependent control means and these are connected together such that they perform a sinusoidal lifting movement out-of-phase with each other during the straightening operation.

45

2. A method for straightening the ends (2) of elongate workpieces (1), in particular pipes, in which without rotation of the workpiece (1), about its own axis (11) the workpiece (1) is deflected in revolving manner beyond its elastic limit using an apparatus in accordance with Claim 1, characterised in that the tappets (5-8) during the straightening operation perform a sinusoidal lifting movement out-of-phase and the preset maximum sag (f) is maintained over at least one complete rotation ( $2\pi$ ).

50

3. A method according to Claim 2, characterised in that after centring the workpiece is suddenly stressed until the preset maximum sag is reached and this maximum sag revolves once or several times about the workpiece axis and then the workpiece is briefly relieved of stress.

55

4. A method according to Claim 2, characterised in that after centring the workpiece is acted upon with a

bending stress which is other than zero and the resulting sag rotates about the workpiece axis and the sag is increased continuously during rotation until the preset maximum sag is reached and this is held for a certain amount of rotation and then the sag is continuously reduced until the workpiece is completely relieved of stress.

5

### Revendications

- 10
1. Dispositif pour dresser les extrémités (2) de pièces allongées (1), en particulier de tubes, comportant un élément de maintien (3) pour fixer la pièce (1) et des moyens pour engendrer une déviation de l'axe (11) de la pièce à l'aide d'au moins trois vérins (I-IV) agencés symétriquement autour d'un axe commun (4), dont les poussoirs (5-8) peuvent être déplacés en direction radiale vers l'axe (4), caractérisé en ce que chaque vérin (I-IV) présente une commande dépendant du temps et de la course et ceux-ci sont combinés les uns aux autres, de sorte qu'ils effectuent ensemble, pendant le processus de dressage, avec un décalage de phase, une course sinusoïdale.
- 15
2. Procédé pour dresser les extrémités (2) de pièces allongées (1), en particulier de tubes, dans lequel, sans rotation de la pièce (1) autour de son propre axe (11), la pièce (1) est déviée périphériquement au-delà de sa limite élastique, en utilisant un dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les poussoirs (5-8), pendant le processus de dressage, avec un décalage de phase, effectuent une course sinusoïdale, et la flexion maximale prédéfinie (f) est maintenue sur au moins un tour ( $2\pi$ ).
- 20
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que, après un centrage, la pièce est sollicitée brusquement jusqu'à atteindre la flexion maximale prédéfinie, et cette flexion maximale tourne une ou plusieurs fois autour de l'axe de la pièce et, ensuite, la pièce est déchargée instantanément.
- 25
4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que, après un centrage, la pièce est soumise à une sollicitation en flexion différente de zéro, et la flexion engendrée tourne autour de l'axe de la pièce et, lors de cette rotation, la flexion est augmentée continuellement, jusqu'à ce que la flexion maximale prédéfinie soit atteinte, et celle-ci est maintenue sur une étendue de rotation déterminée et, ensuite, la flexion est réduite, de façon continue, jusqu'à la décharge complète de la pièce.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

Fig.1

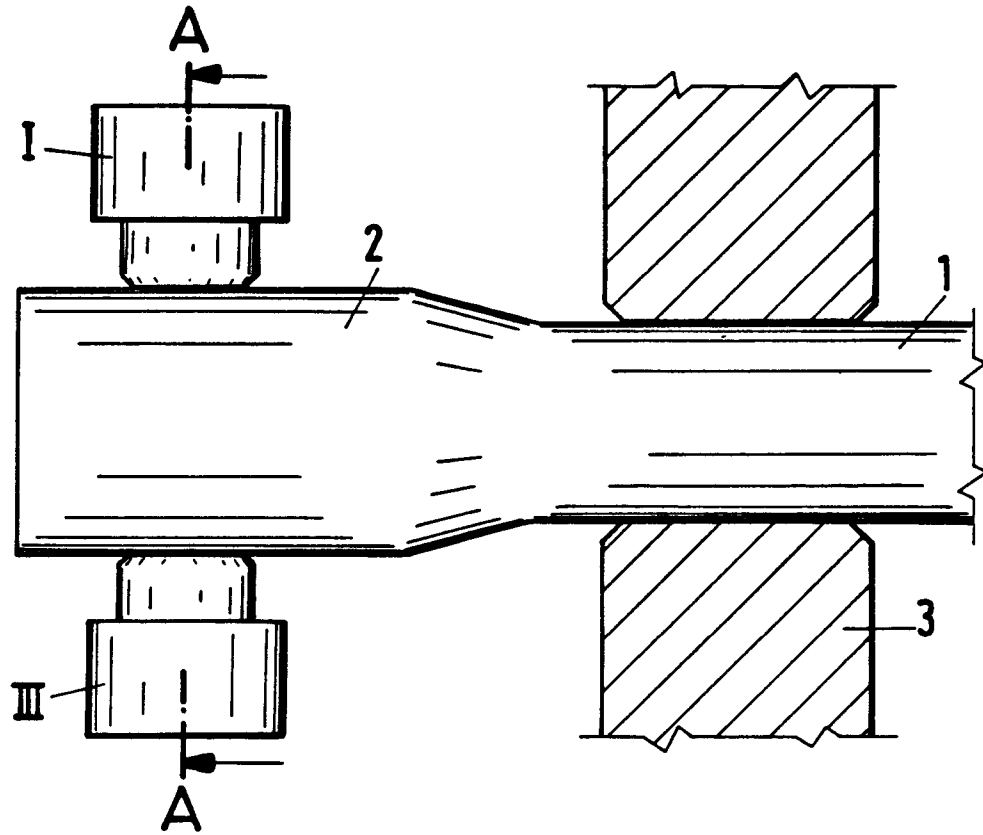


Fig.2

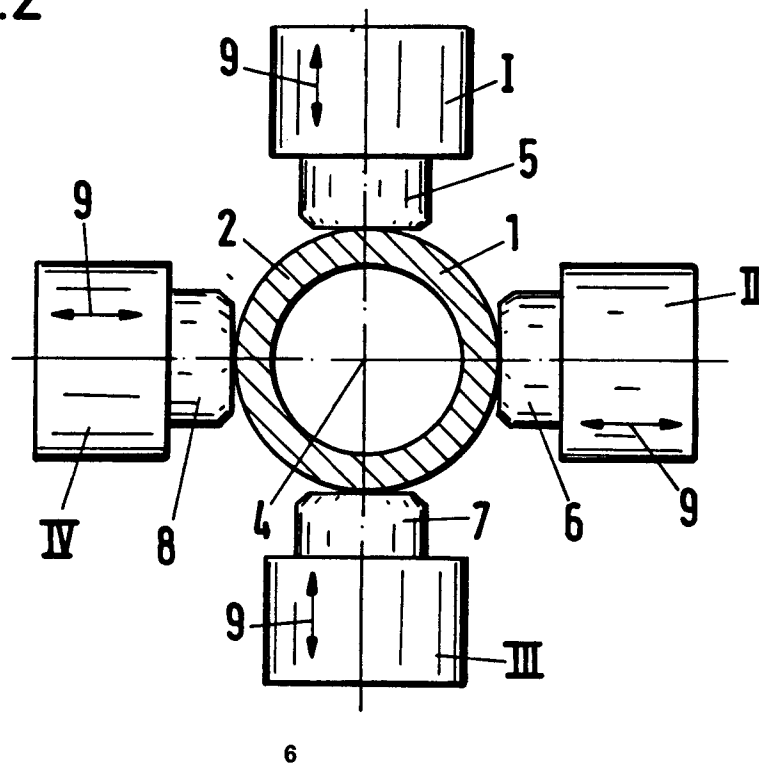
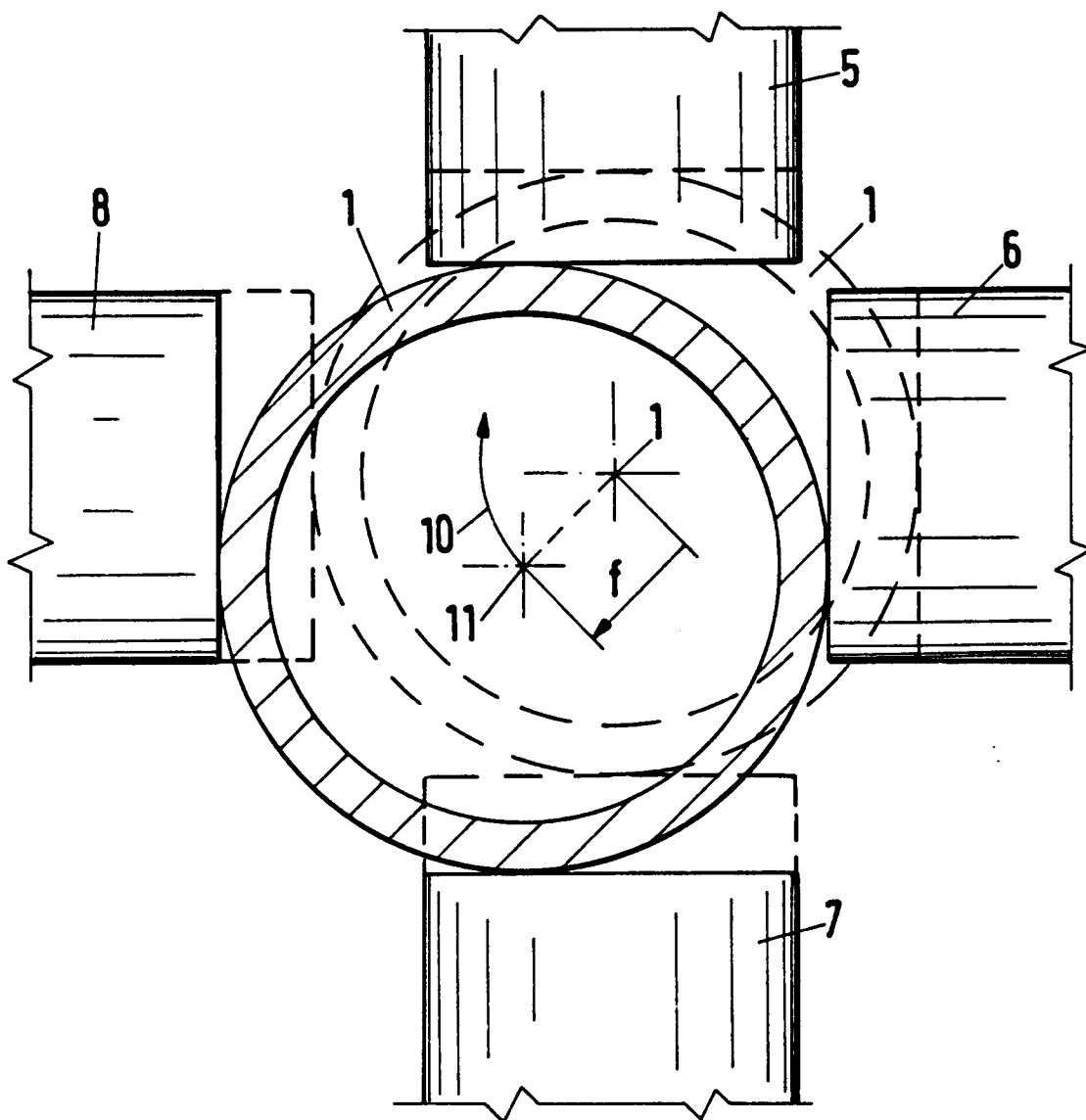


Fig.3



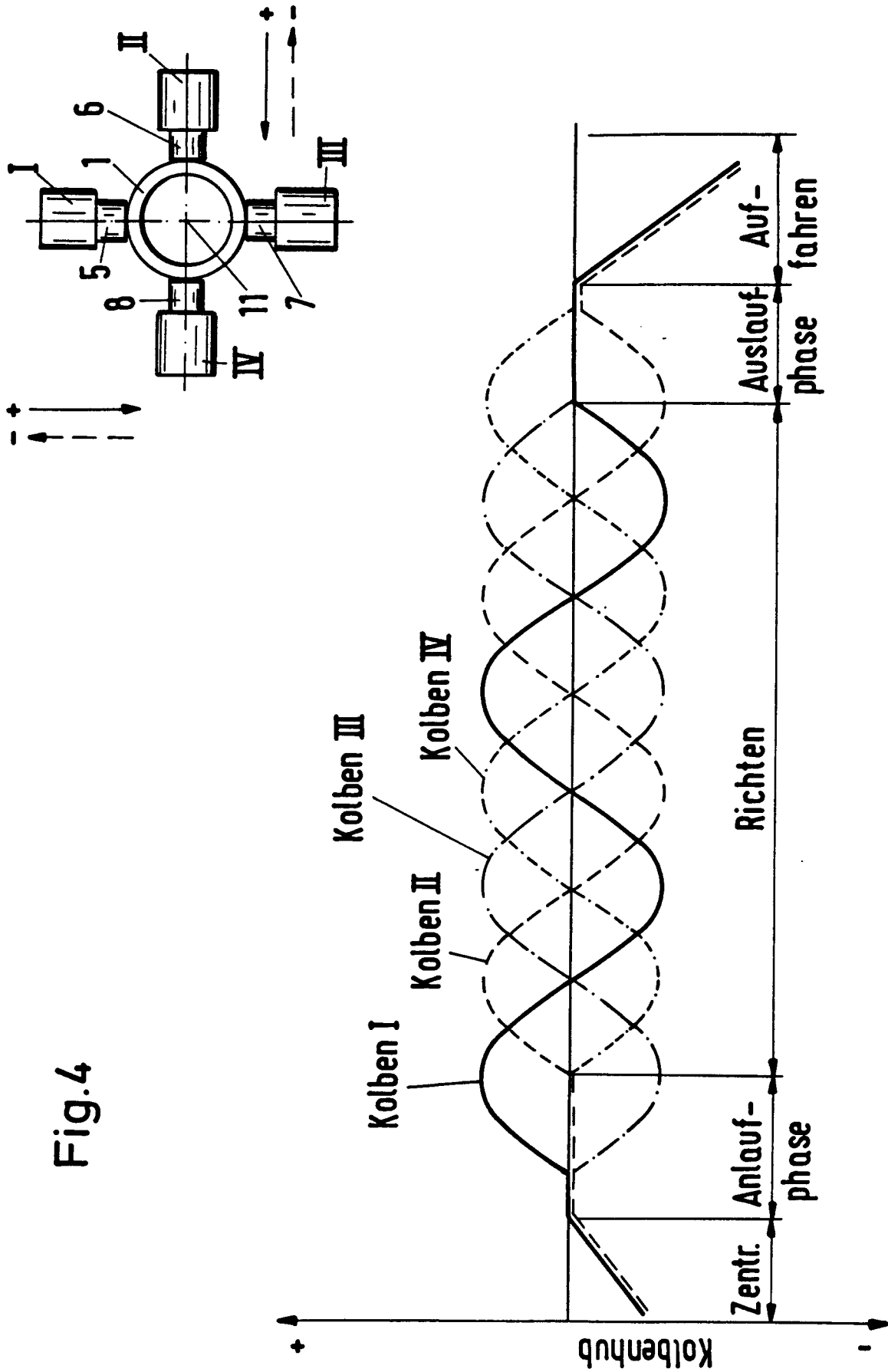


Fig.4

Fig.5

