



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
09.04.1997 Patentblatt 1997/15

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B21D 7/08, B21D 7/14

(21) Anmeldenummer: 96115724.5

(22) Anmeldetag: 01.10.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
CH FR IT LI NL SE

(71) Anmelder: Adelhof, Alois  
78345 Moos-Iznang (DE)

(30) Priorität: 04.10.1995 DE 19536938

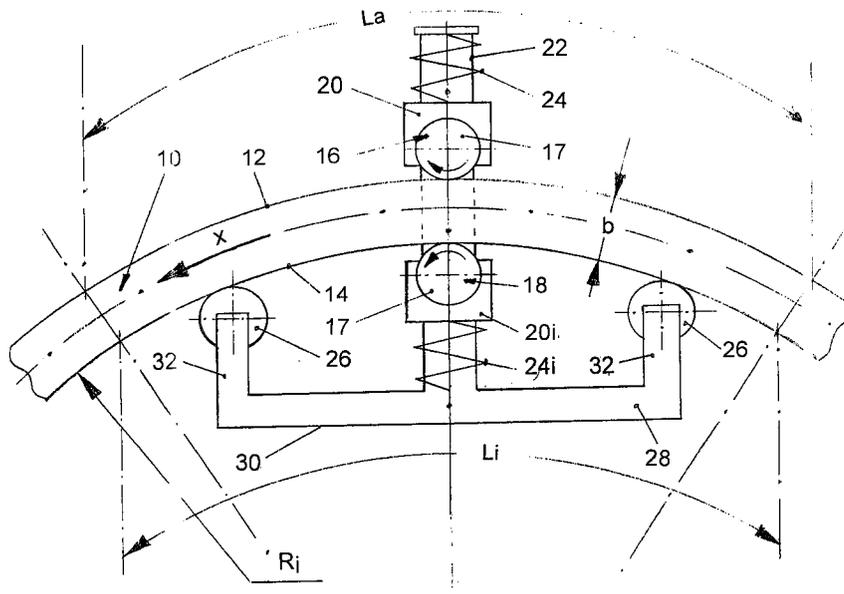
(72) Erfinder: Adelhof, Alois  
78345 Moos-Iznang (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Feststellen von Radien bei Biegeteilen**

(57) Bei einem Verfahren zum Feststellen von Radien bei zwei Zylinderflächen bestimmenden Biegeteilen (10), wobei eine innere Zylinderfläche (14) einem Krümmungsmittelpunkt zugewandt sowie eine zweite Zylinderfläche (12) diesem abgewandt ist, wird die Länge des Radius ( $R_i$ ) der dem Krümmungsmittelpunkt näherliegenden inneren Zylinderfläche (14) als Quotient aus dem radialen Abstand ( $b$ ) der beiden Zylinder-

flächen (14,12) als Divident und einem Divisor bestimmt, der die Differenz des Quotienten der Bogenlänge ( $L_a$ ) der äußeren Zylinderfläche durch die Bogenlänge ( $L_i$ ) der inneren Zylinderfläche abzüglich des Subtrahenden 1 ist. Zudem soll der radiale Abstand ( $b$ ) zwischen den Zylinderflächen (12,14) nach dem Erfassen der Bogenlängen ( $L_i, L_a$ ) gemessen werden.

Fig. 1



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Feststellen von Radien bei -- zwei Zylinderflächen bestimmenden - - Biegeteilen, wobei eine innere Zylinderfläche einem Krümmungsmittelpunkt zugewandt sowie eine zweite -- äußere -- Zylinderfläche diesem abgewandt ist. Zudem erfaßt die Erfindung eine für dieses Verfahren besonders geeignete Vorrichtung.

Eine tragbare Vorrichtung zum Biegen von Rohren ist beispielhaft der DE-PS 32 09 539 zu entnehmen. Eine Messung der Krümmung kann beispielsweise von Hand mittels eines Dreipunktmeßgerätes erfolgen.

Bei einem segmentförmigen Ausschnitt eines derart gekrümmten Gegenstandes mit konstantem Radius weist die dem Mittelpunkt zugewandte Zylinderfläche eine der Krümmung und der Gegenstandsbreite proportional kleinere Bogenlänge auf als die andere -- dem Mittelpunkt abgewandte -- äquidistant gekrümmte Zylinderfläche. Zwar lassen sich Radien gekrümmter Gegenstände beispielsweise mit der sog. Dreipunktmeßmethode, mit Dehnungsmeßstreifen sowie mit Meßverfahren feststellen, bei denen -- berührend oder berührungslos -- mehrere Punkte einer Kontur erfaßt und daraus der Radius errechnet wird; jedoch sind viele dieser Methoden entweder relativ ungenau oder an Randbedingungen gebunden, die in der Praxis kaum einzuhalten sind.

In Kenntnis dieses Standes der Technik hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, ein Meßverfahren und eine Vorrichtung dazu zu entwickeln, mit deren Hilfe der Radius des Bogens von Biegeteilen mittels weniger und einfach erfaßbarer geometrischer Größen bestimmt zu werden vermag.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre des unabhängigen Patentanspruches, die Unteransprüche geben günstige Weiterbildungen an.

Erfindungsgemäß wird die Länge des Radius der dem Krümmungsmittelpunkt näherliegenden inneren Zylinderfläche als Quotient aus dem radialen Abstand der beiden Zylinderflächen als Divident und einen Divisor bestimmt, der die Differenz des Quotienten der Bogenlänge der äußeren Zylinderfläche durch die Bogenlänge der inneren Zylinderfläche abzüglich des Subtrahenden 1 ist. Dazu werden durch drei Meßwertaufnehmer die folgenden Größen erfaßt: die Bogenlänge  $L_a$  der äußeren Zylinderfläche, die Bogenlänge  $L_i$  der inneren Zylinderfläche sowie der radiale Abstand der beiden Zylinderflächen voneinander. Dadurch läßt sich mittels der nachstehenden Formel der Radius  $R_i$  des inneren Bogens berechnen:

$$R_i = b / ((L_a / L_i) - 1).$$

Die Bestimmung der drei geometrischen Größen erfolgt mittels zweier -- bevorzugt baugleicher -- Reibrad-DrehgeberEinheiten, welche einander gegenüber angeordnet sind; jede dieser Einheiten ist auf einem gesonderten Schlitten montiert, und beide Schlitten

können voneinander unabhängig auf einer gemeinsam Linearführung bewegt werden. Jedem dieser Schlitten ist ein Kraftspeicher, insbesondere eine Druckfeder, zugeordnet. Dank dieser Maßgabe ist eine kontinuierliche Anlage der Reibräder am gebogenen Gegenstand gewährleistet; dieser befindet sich zwischen den beiden geschilderten Reibrädern. Jene kontinuierliche Anlage der Reibräder wird noch durch die Maßgabe unterstützt, daß die Druckfeder des äußeren Schlittens mit einer höheren Kraft ausgestattet ist als die Druckfeder des inneren Schlittens.

Im Rahmen der Erfindung liegt es, den Abstand zwischen den Zylinderflächen mit einem an sich bekannten Wegaufnehmer in einer Biegemaschine oder außerhalb dieser -- beispielsweise mit einem Handmeßgerät -- am gebogenen Teil gemessen wird.

Als günstig hat es sich erwiesen, die Linearführung mit einem zu ihr rechtwinkelig angeordneten Führungsbalken zu verbinden und an den freien Enden des Führungsbalkens jeweils eine Führungsrolle vorzusehen. Diese kann bei einem besonderen Ausführungsbeispiel an einem Tragarm des Führungsbalkens gelagert sein.

Von Bedeutung für das erfindungsgemäße Verfahren ist zudem, daß beim Biegen in mehreren Umformstufen die Bogenlängen auch ohne eine radiale Ausrichtung des Führungsbalkens gemessen werden können. Da während einer Umformstufe die Lage des Biegeteils relativ zu den Reibrad-Drehgebereinheiten konstant bleibt, werden zwei zusammengehörende Bogenlängen gemessen, die eine Radienbestimmung ermöglichen.

Im Rahmen der Erfindung liegt es auch, den Abstand zwischen den Schlitten durch einen Wegaufnehmer zu erfassen; dieser Abstand entspricht der Breite des gebogenen Gegenstandes.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in ihren beiden Figuren schematische Draufsichten auf eine erfindungsgemäße Vorrichtung.

Bei einem durch Biegeumformung eines geraden Profils gebogenen Stab 10 entspricht die Entfernung von dessen äußerer Seitenfläche 12 zu dem in der Zeichnung nicht erkennbaren Krümmungsmittelpunkt der Summe aus der Stabbreite  $b$  und dem inneren Biegeradius  $R_i$ , also der Entfernung der inneren Seitenfläche 14 zu jenem Krümmungsmittelpunkt. Jede der beiden Seitenflächen 12, 14 bestimmt einen von zwei zueinander äquidistanten Zylinderflächenabschnitten.

Zum Festlegen des inneren Biegeradius  $R_i$  erfassen drei Meßwertaufnehmer die folgenden Größen:

die Bogenlänge  $L_a$  der äußeren Seitenfläche 12;  
die Bogenlänge  $L_i$  der inneren Seitenfläche 14  
sowie

die erwähnte Stabbreite  $b$  als radialen Abstand der Bogenlängen  $L_a, L_i$  voneinander.

Mit Hilfe der folgenden Formel läßt sich dann beispielsweise der Radius  $R_i$  des inneren Bogens berech-

nen:

$$R_i = b / ((L_a / L_i) - 1).$$

Die Erfassung der drei geometrischen Größen wird in der Weise vorgenommen, daß die Bogenlängen  $L_a$ ,  $L_i$  mittels eines äußeren und eines inneren Reibrad-Drehgebers 16 bzw. 18 sowie der Abstand  $b$  zwischen den beiden Zylinder- oder Seitenflächen 12,14 durch einen potentiometrischen Wegaufnehmer festgestellt werden.

Die Reibrad-Drehgeber 16,18 befinden sich auf zwei Schlitten 20,20<sub>i</sub>, die sich unabhängig voneinander auf einer radial zum Bogensegment ausgerichteten Linearführung 22 bewegen können. Ein kontinuierliches Anlegen der Reibräder 17 jener Reibrad-Drehgeber-Einheiten 16,18 an jenen Seitenflächen 12,14 wird mit zwei Druckfedern 24,24<sub>i</sub> erreicht, die sich jeweils einends am Schlitten 24 bzw. 24<sub>i</sub> abstützen. Da die äußere Druckfeder 24 eine höhere Kraft auf ihren Schlitten 20 ausübt als die innere Druckfeder 24<sub>i</sub> auf den inneren Schlitten 20<sub>i</sub>, wird gleichzeitig ein kontinuierliches Anlegen von Führungsrollen 26 am gekrümmten Stab 10 erreicht.

Die Führungsrollen 26 sind an den Enden zweier -- jeweils von einem Teil eines Führungsbalkens 28 angebotener -- Seitenarme eines in Draufsicht T-förmigen Führungsbaumes 30 festgelegt, dessen Mittelbalken jene Linearführung 22 bildet. Deren notwendige radiale Ausrichtung wird mit dem von ihr rechtwinkelig abstehenden Führungsbalken 28 erreicht, von dessen freien Enden jeweils ein -- zur Linearführung paralleler -- Lagerarm 32 für jene Führungsrollen 26 abragt.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 2 zeigt die Meßvorrichtung zum Erfassen der beiden Bogenlängen des Biegeteils integriert in eine typische Drei-Rollen-Biegemaschine mit Biegerollen 35 bis 37. Der wesentliche Unterschied zur Ausführung der Fig. 1 besteht darin, daß die Meßeinheit in Fig. 2 keinen Führungsbalken 22 mit Führungsrollen 26 aufweist, der bei der anderen Ausführung für die kontinuierliche radiale Ausrichtung der Meßeinheit auf dem Biegeteil sorgt. Statt dessen wird die gemeinsame Linearführung 22 am Maschinenkorpus nach vorherigem Ausrichten entweder in Stufen verstellbar -- oder nicht verstellbar -- befestigt.

Dabei kann die Linearführung 22 entweder hinter der Biegerolle 37 oder sogar kurz vor der Biegerolle 37 in Vorschubrichtung  $x$  gesehen, d.h. in dem Raum zwischen Mittelrolle 35 und Biegerolle 37 positioniert werden.

Nachdem das Biegeteil im ersten Umformschritt auf den Radius  $R_i$  gebogen wurde, erfolgt bei Biegevorgängen, bei denen in mehreren Schritten die fertige Kontur des Biegeteils erzeugt wird, eine Zustellung der Biegerolle 37 so, daß sich der Abstand zwischen Biegerolle 37 und Mittelrolle 35 verringert.

Wenn danach das auf  $R_i$  gebogene Teil durch den Antrieb der Rollen 35 bis 37 eine Bewegung in  $x$ -Richtung erfährt, verändert sich der Biegeradius von  $R_i$  auf

$R_o < R_i$ . Nach einer kurzen Anlaufphase bleibt die Anordnung des Biegeteils während des restlichen Biegevorganges relativ zu den Biegerollen 35 bis 37 und insbesondere zu der Meßeinheit unverändert. Bei einem Meßvorgang, der nach der Anlaufphase beginnt, werden die zugehörigen Bogenlängen  $L_a$  und  $L_i$  mit der dargestellten Einheit erfaßt, ohne daß diese Einheit radial auf dem Biegeteil ausgerichtet sein muß.

## 10 Patentansprüche

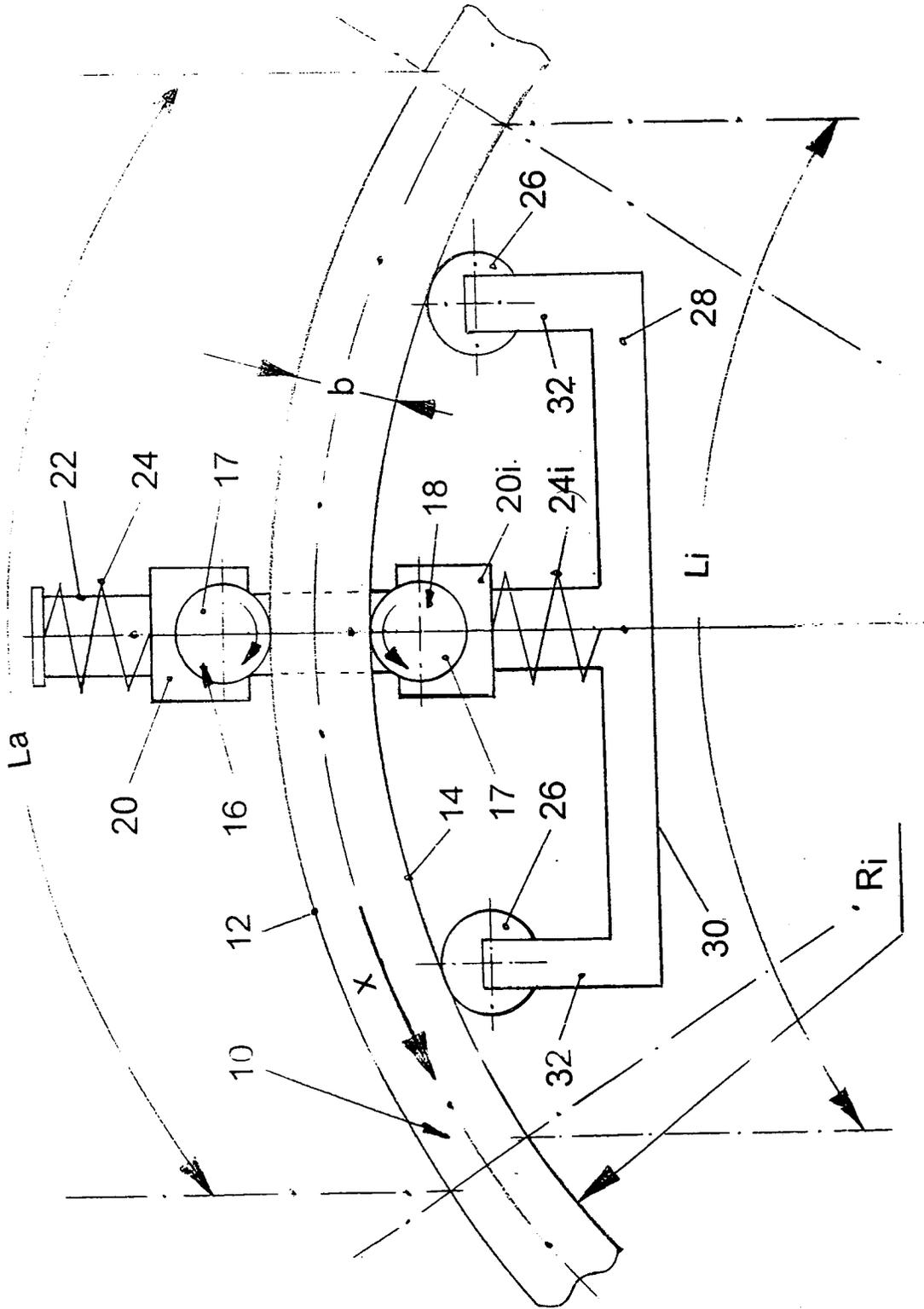
1. Verfahren zum Feststellen von Radien bei zwei Zylinderflächen bestimmenden Biegeteilen (10), wobei eine innere Zylinderfläche (14) einem Krümmungsmittelpunkt zugewandt sowie eine zweite Zylinderfläche (12) diesem abgewandt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Radius ( $R_i$ ) der dem Krümmungsmittelpunkt näherliegenden inneren Zylinderfläche (14) als Quotient aus dem radialen Abstand ( $b$ ) der beiden Zylinderflächen (14,12) als Divident und einem Divisor bestimmt wird, der die Differenz des Quotienten der Bogenlänge ( $L_a$ ) der äußeren Zylinderfläche durch die Bogenlänge ( $L_i$ ) der inneren Zylinderfläche abzüglich des Subtrahenden 1 ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der radiale Abstand ( $b$ ) zwischen den Zylinderflächen (12,14) nach dem Erfassen der Bogenlängen ( $L_i, L_a$ ) gemessen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bogenlängen ( $L_i, L_a$ ) beim Biegen in mehreren Umformstufen unabhängig von der radialen Ausrichtung gemessen werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Bogenlängen ( $L_i, L_a$ ) berührungslos gemessen werden.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Meßverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Reibrad-Drehgeber-Einheiten (16,18) eine Durchgangsöffnung für das Biegeteil (10) bestimmen, wobei jede der Reibrad-Drehgeber-Einheiten auf einem Schlitten (20,20<sub>i</sub>) angeordnet und beide Schlitten auf einer gemeinsamen Linearführung (22) verschieblich sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich jeder Schlitten (20,20<sub>i</sub>) an seiner dem Biegeteil (10) abgekehrten Seite gegen einen Kraftspeicher (24,24<sub>i</sub>) abstützt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearführung (22) Teil eines Führungsbaumes (30) ist und dieser einen

ihn querenden Führungsbalken (28) enthält, an dessen freien Enden jeweils eine Führungsrolle (26) für das Biegeteil angeordnet ist.

rolle (35) gelegten diametralen Mittelachse (Q) angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungsbalken (28) in sich gekrümmt ist. 5
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungsbalken (28) zur Linearführung (22) rechtwinkelig ausgebildet ist. 10
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß von den freien Enden des Führungsbalkens (28) jeweils ein Tragarm (32) für eine Führungsrolle (26) abragt. 15
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Tragarm (32) zur Linearführung (22) etwa parallel verläuft. 20
12. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftspeicher des radial außenliegenden Schlittens (20) mit einer größeren Kraft versehen ist als der Kraftspeicher (24<sub>i</sub>) des radial innenliegenden Schlittens (20<sub>i</sub>). 25
13. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 5 bis 12, gekennzeichnet durch einen Wegaufnehmer zur Aufnahme des Abstandes (b) zwischen den Schlitten (20,20<sub>i</sub>) bzw. den Zylinderflächen (12,14) des Biegeteils (10). 30
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß den Schlitten (20, 20<sub>i</sub>) in Förderrichtung (x) beidseits der Bewegungsbahn für den Strang (10) der Umfang wenigstens einer Rolle (35, 36, 37) vorgeordnet ist. 35
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame Längsführung (22) mit den Schlitten (20, 20<sub>i</sub>) in dem Raum zwischen einer Mittelrolle (35) und einer Biegerolle (37) angeordnet ist, bevorzugt in Vorschubrichtung (x) kurz vor der Biegerolle. 40
16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß an der Krümmungsinneseite des Stranges (10) eine Mittelrolle (35) vorgesehen ist, der an der Krümmungsaußenseite eine Führungsrolle (36) sowie eine schlittennahe Biegerolle (37) gegenüberliegen. 45
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsrolle (36) und die Biegerolle (37) auf unterschiedlichen Seiten einer durch den Mittelpunkt (M) der Mittel-

Fig. 1



$R_0 < R_i$

Fig. 2

