

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmelde­nummer: 89106241.7

⑮ Int. Cl.4: **B21D 11/12 , B21D 7/022**

⑱ Anmeldetag: 23.03.89

⑳ Priorität: 25.03.88 DE 3810277
 04.02.89 DE 3903301

㉑ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 27.09.89 Patentblatt 89/39

㉒ Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

㉓ Anmelder: Zahlaus, Helmut
 Königsberger Strasse 27
 D-6239 Kriftel/Ts.(DE)

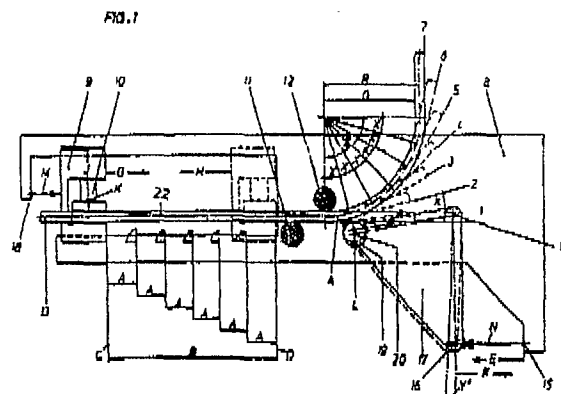
Anmelder: Ebert, Frank
 Wertweg 53
 D-6918 Neckarsteinach(DE)

㉔ Erfinder: Zahlaus, Helmut
 Königsberger Strasse 27
 D-6239 Kriftel/Ts.(DE)
 Erfinder: Ebert, Frank
 Wertweg 53
 D-6918 Neckarsteinach(DE)

㉕ Vertreter: Holzer, Walter, Dipl.-Ing. et al
 Patentanwälte Dipl.-Ing. Dr.techn. Schütz
 Alfred Dr.phil. Mrazek Engelbert Dipl.-Ing.
 Holzer Walter Dipl.-Ing. Pfeifer Otto
 Fleischmannngasse 9
 A-1040 Wien(AT)

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Biegen von vorzugsweise stabförmigem Material.

⑤⑤ Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Biegen von vorzugsweise stabförmigen Materialien (13) vorgeschlagen, um beliebige Biegeradien R und/oder Biegewinkel Z zu erzielen. Ohne daß eine Biegeschablone erforderlich ist, werden die Materialien (13) taktweise um einen Biegedorn (12) mit ein und derselben Biegerolle (19) gebogen.



Verfahren und Vorrichtung zum Biegen von vorzugsweise stabförmigem Material

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Biegen eines Längenabschnitts B eines vorzugsweise stabförmigen Materials, insbesondere im wesentlichen auf einem Bogen eines Kreises mit dem Radius R um einen Winkel Z. Auch be-
 5 zieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zum Biegen eines Längenabschnitts B eines vorzugsweise stabförmigen Materials im wesentlichen auf einem Bogen eines Kreises mit dem Radius R um einen Winkel Z umfassend eine Haltevorrichtung für das Material, eine Biegefläche und ein zwischen dieser und der Haltevorrichtung angeordnetes das Material axial ausrichtendes Gegenlager sowie ein Biegeelement.

Ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung der zuvor beschriebenen Art ist der EP-B 121 888 zu entnehmen. Dabei werden zwei einer Biegedorn und eine Biegekurbel umfassende Biegeschlitten benutzt, durch die das stabförmige Material wahlweise festgehalten bzw. gebogen wird. Ein Verschieben des Materials innerhalb der Vorrichtung selbst erfolgt nicht. Vielmehr werden die Biegeschlitten in Acherichtung des Materials zu den Punkten verschoben, in denen eine Biegung durchgeführt werden soll. Um verschiedene Biegeradien herzustellen, ist es erforderlich, unterschiedliche Biegeschablonen zu benutzen. Hierdurch bedingt kann bei sich ändernden Stabmaterialdurchmessern bzw. herzustellenden Biegungen unterschiedlicher Geometrien weder ein hoher Durchsatz erreicht, noch ein automatisch ablaufender Biegeprozeß erfolgen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszubilden, daß ein im wesentlichen vollautomatischer Biegeprozeß unabhängig von den zu biegenden Stabmaterialdurchmessern oder den gewünschten Biegegeometrien ermöglicht wird, wobei insbesondere ein Austausch von Biegeschablonen und/oder ein Verwenden von Biegeformen auf dessen Außenfläche das Material gebogen wird, nicht erforderlich ist. Auch soll eine hohe Maßgenauigkeit der gebogenen Längenabschnitte gewährleistet sein.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gelöst, das sich im wesentlichen dadurch auszeichnet, daß aneinanderstoßende, den Längenabschnitt B bildende Teilabschnitte A taktweise nacheinander um einen Ist-Biegewinkel U/T gebogen werden, der der Summe aus Sollbiegewinkel Z/T und einem durch die Elastizität des stabförmigen Materials und/oder eine mechanische Trägheit einer die Biegekraft bewirkenden Vorrichtung bestimmten Rückstellwinkel RW entspricht. Insbesondere zeichnet sich die Erfindung dadurch

aus, daß in T Biegetakten nacheinander der Länge B/T entsprechende Teilabschnitte A um einen Ist-Biegewinkel (Teilwinkel) U/T gebogen wird, wodurch nach Beendigung der Biegung der bleibende Soll-Biegewinkel Z/T gewährleistet ist.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann stufenlos jeder gewünschte Biegeradius R und jeder Winkel (Gesamtbiege Winkel) Z gebogen werden, ohne daß ein Einsatz verschiedener Schablonen und/oder Biegeformen in Abhängigkeit von den Stabmaterialdurchmessern bzw. dem Biegeradius notwendig ist. Dabei kann unter Berücksichtigung der erfindungsgemäßen Lehre, die auch durch die nachstehenden Formeln realisiert wird, mittels z.B. eines Computerprogrammes die Taktanzahl und/oder die Schublänge, also die Strecke, um die das Material von Teil- oder Taktbiegevorgang zu Teil- oder Taktbiegevorgang zu verschoben ist, und/oder die auf das Stabmaterial einwirkende Biegekräft (Drehmoment) ablaufmäßig gesteuert werden. Die zu berücksichtigenden Relationen lauten wie folgt:

Bei vorgegebenem Winkel (Gesamtbiege Winkel) Z, Biegeradius R und Taktanzahl T ergibt sich:

a) Teilabschnitt

$$A = \frac{2R \times \pi \times Z}{360^\circ \times T}$$

b) Soll-Teilbiegewinkel (bleibender) $X = Z/T$

c) Längenabschnitt = Kreisbogen = Schublänge B

$$B = 2R \times \pi \times Z/360^\circ$$

d) Ist-Teilbiegewinkel (tatsächlich zu biegender)

$$U/T = Z/T + RW$$

mit RW = Rückstellwinkel = f (Elastizität des Materials, mech. Trägheit der Biegevorrichtung).

Die zuvor wiedergegebenen der Flächengeometrie gehorchenden Bedingungen lassen unmittelbar erkennen, wie in Abhängigkeit von sich änderndem Biegeradius und/oder Winkel und/oder Taktanzahl die Länge der Teilabschnitte A bzw. Soll-Teilbiegewinkel x bzw. Ist-Biegewinkel U zu ändern sind.

Der Ist-Biegewinkel berücksichtigt sowohl die Elastizität des Materials (Rückstellkräfte) als auch die mechanische Trägheit der Biegevorrichtung. Unter mechanischer Trägheit wird dabei der Umstand berücksichtigt, daß auch nach Auslösen eines Stoppsignals das die Biegung hervorrufoende

Biegeelement nachläuft, so daß infolgedessen der Biegevorgang nicht sprunghaft unterbrochen wird. Diese "Nachlauf"-Biegung muß mitberücksichtigt werden, um den Ist-Biegewinkel so zu bestimmen, daß der bleibende Biegewinkel dem Soll-Biegewinkel entspricht.

Bei der Erfassung der Biegewinkel muß selbstverständlich auch der Durchmesser des Materials eingehen (Ermittlung der neutralen Phase). Erfindungsgemäß wird der Durchmesser des Materials dadurch bestimmt, daß der Verschiebeweg des Biegeelementes von einer Null-Linie, die mit der Mittelachse des zu biegenden Materials übereinstimmt, zur Außenfläche des Materials, an der das Biegeelement anliegt, ermittelt wird.

Durch die erfindungsgemäße Lehre ist es nicht erforderlich, daß für unterschiedliche Stabmaterialien und Biegegeometrien verschiedene Biegedorne und/oder Biegeelemente und/oder Biegeschalonen benutzt werden müssen. Vielmehr können die wirksame Biegefläche und das Biegeelement wie z.B. Biegekurbel oder Biegestein unverändert benutzt werden, so daß sich infolgedessen ein materialunabhängiges Biegen ergibt.

Der Rückstellwinkel wird erfindungsgemäß dadurch ermittelt, daß nach dem ersten Biegevorgang die Differenz zwischen dem Ist- und Soll-Teilbiegewinkel durch vorzugsweise die Lageveränderung des Biegeelementes (z.B. Hubdifferenz) bestimmt wird, so daß die sich ergebende Differenz bei den weiteren Biegetakten zu dem Soll-Teilbiegewinkel automatisch addiert werden kann.

Eine Vorrichtung zum Biegen vorzugsweise stabförmigen Materials zeichnet sich dadurch aus, daß der Längenabschnitt B durch Biegen von aufeinanderfolgenden Teilabschnitten A biegebar ist, die durch sukzessives Verschieben des Materials relativ zum Biegeelement, vorzugsweise mittels der Haltevorrichtung der Biegekraft aussetzbar sind, wobei das zur Beaufschlagung des Längenabschnitts mit einer einstellbaren Biegekraft das Biegeelement entweder um einen mit dem Mittelpunkt des Bogens nicht identischen Drehpunkt schwenkbar ist oder linear verschiebbar ausgebildet ist. Bei der Verwendung einer Biegekurbel ist die erforderliche Biegekraft dann insbesondere günstig einzuleiten, wenn der Drehpunkt der Biegekurbel auf der dem Mittelpunkt des Kreises gegenüberliegenden Seite des stabförmigen Materials liegt.

Alternativ kann das Biegeelement als Biegestein ausgebildet sein, der beim Biegen eine rein translatorische Bewegung vorzugsweise senkrecht zur Tangente im Berührungspunkt mit dem Material ausführt.

Insbesondere zeichnet sich die Vorrichtung auch dadurch aus, daß die Haltevorrichtung das stabförmige Material haltende Klemmbacken aufweist und das Material der Anzahl T der durchzu-

führenden Teilbiegungen entsprechend absatzweise in Richtung des Biegeelements um eine Strecke A verschiebt, die dem Quotienten aus dem Längenabschnitt B und der Anzahl T entspricht. Selbstverständlich kann die Bewegung auch entgegengesetzt erfolgen.

Ferner ist vorgesehen, daß die wirksame Biegefläche einen Radius aufweist, der kleiner als der kleinste Radius des zu biegenden Längenabschnitts B/T ist.

Zusammenfassend kann die erfindungsgemäße Lehre auch wie folgt charakterisiert werden. Es wird ein Verfahren zum Biegen eines Abschnitts eines vorzugsweise stabförmigen Materials zu einem gewünschten Sollbogen vorgeschlagen, das sich dadurch auszeichnet, daß das Verformen in einem geschlossenen Regelkreis derart durchgeführt wird, daß zur Erzielung des Sollbogens neben einer Istbiegung zumindest eine durch die Elastizität des Materials bestimmte Stellgröße berücksichtigt wird.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen für sich und/oder in Kombination, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels.

Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung zum Biegen von vorzugsweise stabförmigem Material,

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Fig. 3 und 4 die Vorrichtung nach Fig. 2 in unterschiedlichen Arbeitspositionen.

Bei der nachfolgenden Erläuterung der den Figuren zu entnehmenden Ausführungsbeispiele sind gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen bzw. Buchstaben versehen.

In Fig. 1 ist eine Prinzipdarstellung einer Vorrichtung und eines mit dieser durchzuführenden Verfahrens wiedergegeben, um ein stabförmiges Material (13) über einen Längenabschnitt B um einen Biegeradius R -bezogen auf die neutrale Phase- und einen Winkel Z zu biegen. Hierzu wird das stabförmige Material (13) wie Bewehrungsstahl von einer als Anpreßeinheit (9) bezeichneten Haltevorrichtung mittels Haltebacken (10) erfaßt und axial zwischen einer Biegefläche wie Biegedorn (12) und einem zur Einstellung auf unterschiedliche Stabmateriallendurchmesser gegebenenfalls z.B. hydraulisch verstellbaren Gegenlager (11) geführt. Der Biegedorn (12) liegt zwischen dem stabförmigen Material (13) und dem Mittelpunkt des Kreises mit dem Radius R. Auf der gegenüberliegenden Seite ist eine ein Biegeelement in Form einer Biegerolle (19) aufweisende Biegekurbel angeordnet.

Die Biegerolle (19) ist dabei um eine durch einen Gelenkbolzen (20) bestimmte Achse drehbar. Die Biegerolle (19) ist ihrerseits um eine Achse schwenkbar, um auf das stabförmige Material eine Biegekraft auszuüben. Die Biegerolle (19) mit der Achse (14) ist ein Teil einer sogenannten Biegeschwinge (17), die über einen Anlenkpunkt (16) mit einem Biegeantrieb N verbunden ist, um beim Biegevorgang selbst eine Kraft in Richtung des Pfeils E hervorzurufen und beim Verschieben des stabförmigen Materials (13) in Richtung des Pfeils F zurückgezogen zu werden. Dabei erfolgt die Krafteinwirkung bzw. das Zurückziehen in Abhängigkeit davon, ob die Haltevorrichtung (9) einem Schubantrieb M unterworfen und somit in Richtung des Pfeils G bewegbar ist oder nicht. Diese Verknüpfung wird in der Zeichnung durch die Bezugszeichen (15) und (18) angedeutet.

Zu der Biegeschwinge (17) ist noch zu bemerken, daß diese auf einer Grundplatte (8) angeordnet ist und zumindest zwei einen Winkel beschreibende Schenkel umfaßt, von denen einer die Verbindung zwischen der Achse (14) und dem Gelenkbolzen (20) und die andere durch die Verbindung zwischen der Achse (14) und dem Anlenkpunkt (16) gebildet wird.

Um nun das stabförmige Material (13) um einen Längenabschnitt B um den Biegeradius R über den Winkel Z zu verbiegen, findet folgender Ablauf eines Biegevorganges statt.

Das stabförmige Material (13) wird zwischen den offenen Backen (10) der Haltevorrichtung (9) und zwischen dem Gegenlager (11) und dem Biegedorn (12) eingelegt. Sodann wird durch eine Anpreßkraft K das stabförmige Material (13) in Richtung des Pfeils J zwischen den Anpreßbacken (10) der Haltevorrichtung (9) festgelegt. Diese Fixierung erfolgt während des ganzen Biegevorganges.

Mittels der Biegeschwinge (17) und damit der Biegerolle (19) und einer durch den Antrieb N in Richtung des Pfeils E hervorgerufene und in der Zeichnung durch das Bezugszeichen L repräsentierte Biegekraft wird das stabförmige Material um einen auch als Taktwinkel zu bezeichnenden Teilbiegewinkel X gebogen. Hierdurch bedingt wird das freie Ende des stabförmigen Materials (13) von der Stellung (1) in die Stellung (2) verbogen. Der Teilbiegewinkel X soll dabei dem bleibenden, also dem Soll-Biegewinkel entsprechen, gleichwenn beim Biegen selbst der tatsächliche Biegewinkel (U/T) größer ist, um den elastischen Rückstellkräften des gebogenen Materials sowie der mechanischen Trägheit der Biegeschwinge (17) Rechnung zu tragen. Nach erfolgter Biegung wird die Biegeschwinge (17) und somit die Biegerolle (19) um den Winkel Y mittels des Biegeantriebs N in Richtung des Pfeils F zurückbewegt. Der erste Biegetakt ist beendet. Sodann wird die Haltevorrichtung (9) in

Richtung des Pfeils G mittels des Schubantriebs M um eine Länge (Taktlänge) A verschoben. Sobald diese Position erreicht ist, wird die Biegeschwinge (17) und damit die Biegerolle (19) in Richtung des Pfeils verschwenkt, um so eine Biegekraft L zu applizieren. Ein erneuter Biegewinkel X wird gebogen, der zwischen den Strahlen (2) und (3) verläuft.

In zuvor beschriebener Weise wiederholen sich dann die weiteren Teilbiegevorgänge, bis der durch die Strahlen (6) und (7) verdeutlichte sechste Biegetakt ausgeführt und der Längenabschnitt B des stabförmigen Materials (13) um den Biegeradius R und dem Winkel Z gebogen ist. Sodann werden die Anpreßbacken (10) der Haltevorrichtung (9) gelöst und das gebogene Material kann entnommen werden. Anschließend wird in Richtung des Pfeils H die Haltevorrichtung (9) in die Ausgangsposition C zurückbewegt. Dieser Weg entspricht der Schublänge B, der dem zu verbiegenden Längenabschnitt auf dem Bogen des Kreises mit dem Radius R entspricht. Entsprechend der beschriebenen Biegetakte (insgesamt sechs) wird der Längenabschnitt in sechs gleiche Teilabschnitte A unterteilt, wie es in der zeichnerischen Darstellung verdeutlicht ist.

Entsprechend der zuvor beschriebenen mathematischen Beziehungen erfolgt das Stabmaterial unterschiedlichen Durchmessers, um gewünschte Winkel Z bzw. Radius R zu verbiegen, ohne daß Biegeschablonen oder Biegeformen (entsprechend der mit dem in der Figur dargestellten Radius 0-) oder eine Veränderung der Biegeschwinge (17) mit Biegerolle (19) und Drehpunkt (1) erforderlich ist.

In Ausgestaltung kann die Biegeschwinge mit Biegerolle durch einen Biegestein ersetzt werden, der entlang der gestrichelten Linie, also entlang des Pfeils (21) verschiebbar ist, um so durch Wechselwirken mit dem stabförmigen Material (13) die Teilbiegungen im gewünschten Umfang vorzunehmen.

Um den für das Berechnen der Biegewinkel erforderlichen Durchmesser des Stabmaterials zu erfassen, wird der Stellweg zwischen einer durch die Vorrichtung vorgegebenen und mit der Mittelachse (22) des Materials (13) zusammenfallenden Null-Linie zu dem tatsächlichen Berührungspunkt des Biegesteins mit dem nicht gebogenen Material erfaßt. Auch wird der zur Berechnung des Ist-Biegewinkels notwendige Rückstellwinkel dadurch ermittelt, daß der Biegestein -wie im übrigen auch die Biegerolle- im ständigen Kontakt mit dem stabförmigen Material vor und nach einem Biegetakt bleibt, so daß aus den unterschiedlichen Positionen unmittelbar der durch die Elastizität des Materials und die mechanische Trägheit der Vorrichtung vorgegebene Rückstellwinkel ermittelt werden kann.

Zu erwähnen ist noch, daß die wirksame Bie-

gefläche des Biegedorns (12) einen Radius aufweisen muß, der kleiner als der kleinste Radius des gebogenen Materials ist, um beliebige Materialien im gewünschten Umfang biegen zu können, ohne daß ein Austausch des Biegedorns (12) bzw. des Biegesteins oder der Biegerolle erforderlich ist.

Den Fig. 2 bis 4 sind ebenfalls die die Erfindung kennzeichnenden Merkmale klar erkennbar zu entnehmen. Dabei erfolgt das Verbiegen des stabförmigen Materials (13) mittels eines Biegeelements in Form eines Biegesteins (19), der entlang einer Geraden verschiebbar angeordnet ist. Vorzugsweise erfolgt ein hydraulischer Antrieb für die Bewegung des Biegesteins (19), wobei eine Kuppelung mit dem Gegenlager (11) gegeben sein kann. Mit anderen Worten werden synchron Gegenlager (11) und Biegeelement in Form des Biegesteins (19) auf das stabförmige Material (3) bis zu deren Anliegen an diesem bewegt. Sodann folgt durch weiteres Verschieben des Biegesteins (19) ein Verbiegen des Materials um den Winkel $U : T$, um zu dem bleibendem Biege Winkel X zu gelangen, der dem Biegehub Y entspricht. Die Differenz zwischen dem Ist-Biege Winkel U/T und dem Soll-Biege Winkel X entspricht dem Rückstellwinkel RW , der durch die Elastizität des Materials (13) und gegebenenfalls der mechanischen Trägheit der die Biegekraft applizierenden Vorrichtung bestimmt ist.

Der Biegestein (19) ist um eine Achse (20) verschwenkbar ausgebildet, um eine flächige Auflage auf dem Material (13) zu ermöglichen.

Zu der Haltevorrichtung (9) ist des weiteren zu bemerken, daß eine der Klemmbacken eine Profilierung aufweist, um sicherzustellen, daß beim Verbiegen des Materials ein Verrutschen zu der Haltevorrichtung nicht möglich ist.

Wie die Fig. 3 und 4 des weiteren verdeutlichen, ist die Haltevorrichtung (9) mittels eines Zylinders M zu dem Biegeelement (12) verschiebbar, wobei dieses Verschieben taktweise erfolgt. Alternativ besteht selbstverständlich auch die Möglichkeit, die eigentliche Biegevorrichtung zu der Haltevorrichtung (9) zu bewegen und/oder die Haltevorrichtung (9) und die Biegevorrichtung aufeinander zu verschieben.

Um den Radius des zu biegenden Materials (13) zu bestimmen, wird der Meßhub P des Biegesteins (19) benutzt, der von einer Nulllinie, die in festem Bezug auf die Nulllinie des Materials (13) steht, bis zum Anlegepunkt auf das Material verschoben. Diese Anlegefläche weist dann zu der Biegefläche (12) einen Abstand S auf, der dem Durchmesser des Materials entspricht. Aus der Differenz der Nulllage und dem Verstellhub P ergibt sich dann unmittelbar der Materialdurchmesser.

In der Fig. 2 ist mit dem Bezugszeichen Q die Verstellachse des Gegenlagers (11) bezeichnet, die parallel zu der Bewegungsrichtung V des Biegeele-

mentes (19) verläuft.

Der Mittelpunkt des Biegeradius R liegt auf der Geraden W , die ihrerseits senkrecht zur Längsachse des Materials (13) verläuft, um so die geometrischen Beziehungen der zu biegenden Winkel aus der Zeichnung klar ablesen zu können.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann nicht nur entgegen dem Uhrzeigersinn, sondern auch im Uhrzeigersinn gebogen werden. In diesem Fall müssen nur Biegeelement (19) und Gegenlager (11) sowie Biegefläche (12) in ihren Funktionen ausgetauscht werden.

Ferner ist auf folgendes ergänzend hinzuweisen. Durch spaltfreie Anpressung des Biegematerials (22) mittels des Gegenlagers (11) gegen den feststehenden Biegedorn (12) wird eine Ausbiegung des Biegematerials zwischen dem Gegenlager (11) und dem Biegeelement (Biegerolle) (19) verhindert. Diese Ausbiegung könnte andernfalls nicht erfaßt werden, so daß die tatsächliche Rückstellgröße verfälscht würde.

Ansprüche

1. Verfahren zum Biegen eines Längenabschnitts B eines vorzugsweise stabförmigen Materials,

dadurch gekennzeichnet,

daß aneinanderstoßende den Längenabschnitt B bildende Teilabschnitte A taktweise nacheinander um einen Ist-Biege Winkel U/T gebogen werden, der der Summe aus Soll-Biege Winkel Z/T und einem durch die Elastizität des stabförmigen Materials und/oder eine mechanische Trägheit einer die Biegekraft bewirkenden Vorrichtung bestimmten Rückstellwinkel RW entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Längenabschnitt B im wesentlichen auf einem Bogen eines Kreises mit dem Radius R um einen Winkel Z gebogen wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß in T Biegetakten nacheinander jeder der der Länge B/T entsprechenden Teilabschnitte A um den Ist-Biege Winkel (Teilwinkel) U/T gebogen wird.

3. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Durchmesser des Materials durch den Verschlebeweg eines auf das Material einwirkenden, die Biegung bewirkenden oder das Material klemmenden Elements aus einer Nulllage zur Anlage an das ungebogene Material bestimmt wird.

4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Material um eine gekrümmte Biegefläche

mit einem Radius gebogen wird, der kleiner als der kleinste Radius des zu biegenden Längenabschnitts ist.

5. Verfahren nach zumindest Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das die Biegung bewirkende Element während des Biegevorgangs entlang einer Geraden verschoben wird.

6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung des Rückstellwinkels RW nach dem ersten Biegetakt die Abweichung zwischen dem Ist- und dem Soll-Biege Winkel U/T bzw. Z/T bestimmt wird.

7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückstellwinkel RW durch den Hub des die Biegung bewirkenden Elements dadurch bestimmt wird, daß die Hubdifferenz des Elements in an das Material anliegender Stellung zwischen Soll- und Istwinkel gemessen wird.

8. Verfahren zum Verformen eines Abschnitts eines vorzugsweise stabförmigen Materials zu einem gewünschten Sollbogen, dadurch gekennzeichnet, daß das Verformen in einem geschlossenen Regelkreis derart durchgeführt wird, daß zur Erzielung des Sollbogens neben einer Istbiegung zumindest eine durch die Elastizität des Materials bestimmte Stellgröße berücksichtigt wird.

9. Vorrichtung zum Biegen eines Längenabschnitts B eines vorzugsweise stabförmigen Materials (13) im wesentlichen auf einem Bogen eines Kreises mit dem Radius R um einen Winkel Z umlassend eine Haltevorrichtung (9) für das stabförmige Material, eine Biegefläche (12) und ein zwischen dieser und der Haltevorrichtung angeordnetes das Material axial ausrichtendes Gegenlager (11) sowie ein Biegeelement (19, 20, 14),

dadurch gekennzeichnet, daß der Längenabschnitt B durch Biegen von aufeinanderfolgenden Teilabschnitten A biegebar ist, die durch sukzessives Verschieben des stabförmigen Materials (13) relativ zum Biegeelement der Biegekraft aussetzbar sind, wobei das zur Beaufschlagung des Längenabschnitts mit einer einstellbaren Biegekraft erforderliche Biegeelement (19) entweder um eine außerhalb des zwischen dem gebogenen Längenabschnitt und dem Mittelpunkt des Kreises verlaufenden Bereichs angeordneten Drehpunkt schwenkbar oder linear verschiebbar ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das stabförmige Material (13) mittels der Haltevorrichtung (9) verschlebbbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltevorrichtung (9) das stabförmige Material (13) haltende Klemmbacken (10) aufweist und das Material der Anzahl T der durchzuführenden Teilbiegungen entsprechend absatzweise in Richtung des Biegedorns (12) um eine Strecke A verschleibt, die dem Quotienten aus dem Längenabschnitt B und der Anzahl T entspricht.

12. Vorrichtung nach zumindest Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegeelement (19) zur Erfassung der elastischen Rückstellung des stabförmigen Materials (13) und/oder der mechanischen Trägheit und/oder zur Ermittlung des Durchmessers des Materials im wesentlichen sich in dauerndem Kontakt mit dem Material befindet.

13. Vorrichtung nach zumindest Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die wirksame Biegefläche einen Radius aufweist, der kleiner als der kleinste Radius des zu biegenden Längenabschnitts B/T ist.

14. Vorrichtung nach zumindest Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltevorrichtung (9), der Gegenhalter (11), die Biegefläche und das Biegeelement (19) von einer stationären Grundeinheit wie Grundplatte (8) ausgehen.

15. Vorrichtung nach zumindest Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gegenlager (11) und das Biegeelement (19) vorzugsweise druckverbunden zur Anlage an das Material (13) gelangen.

16. Vorrichtung nach zumindest Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegeelement (19) und die Biegefläche in ihren Funktionen austauschbar sind.

FIG.1

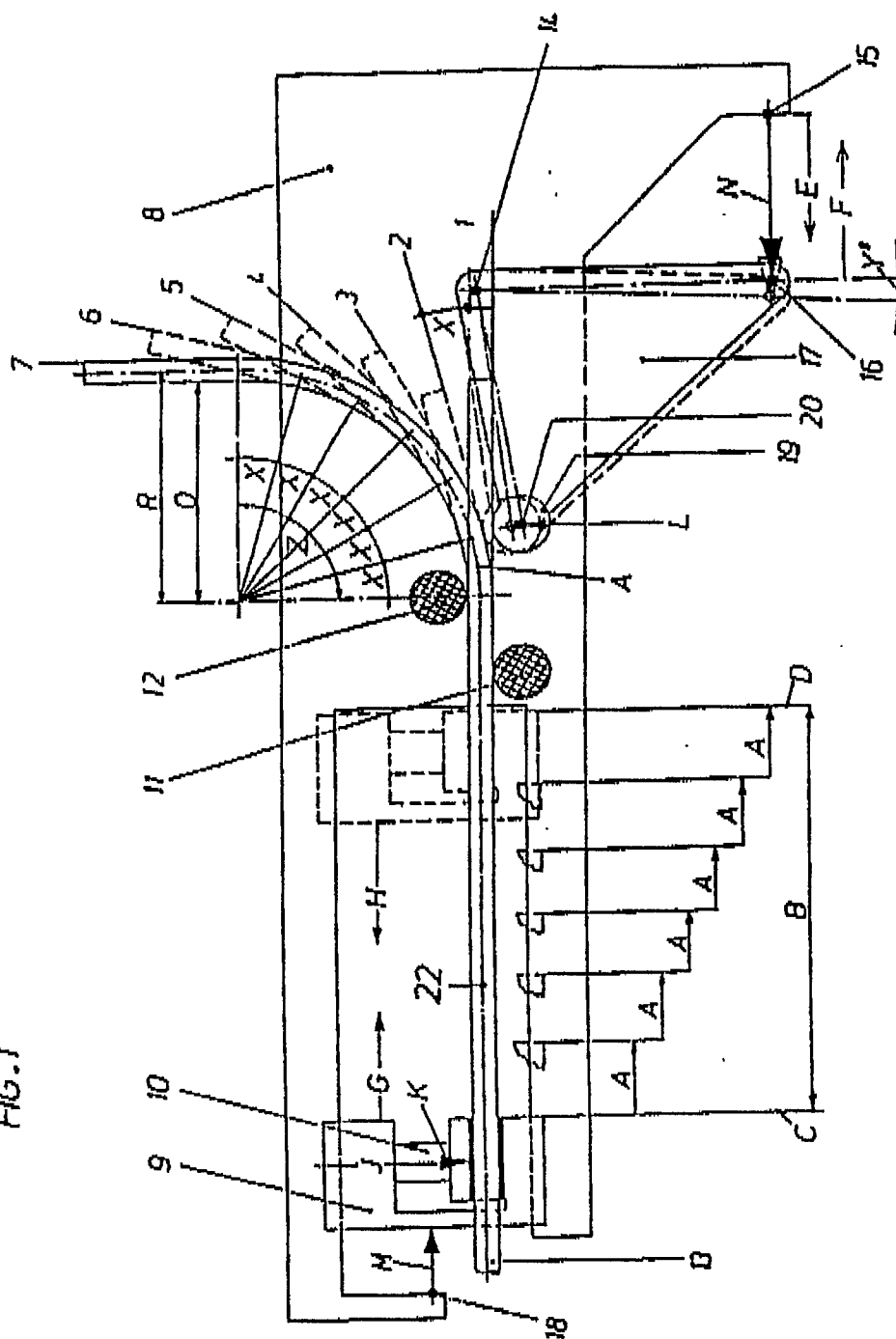


FIG. 2

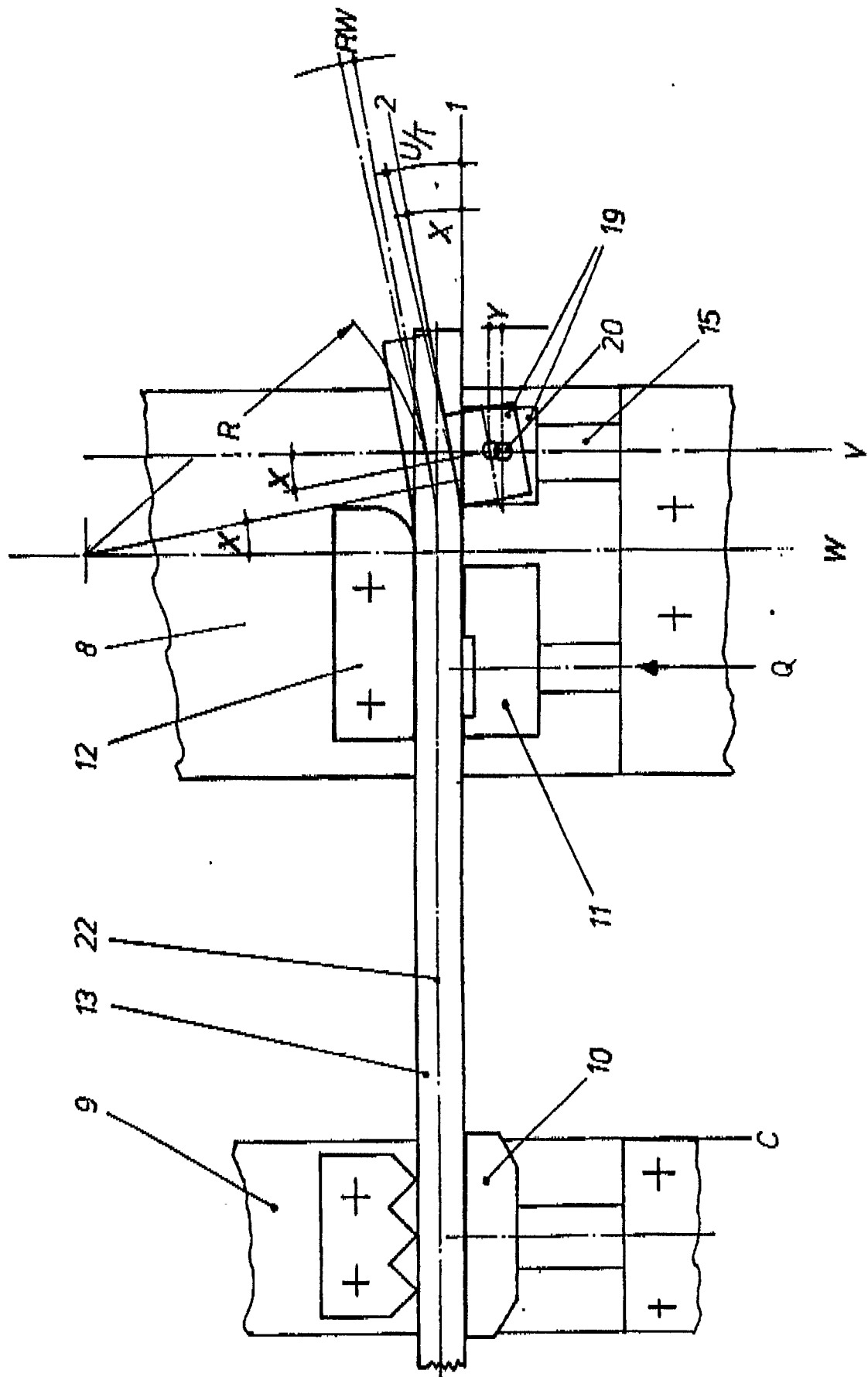


FIG. 4

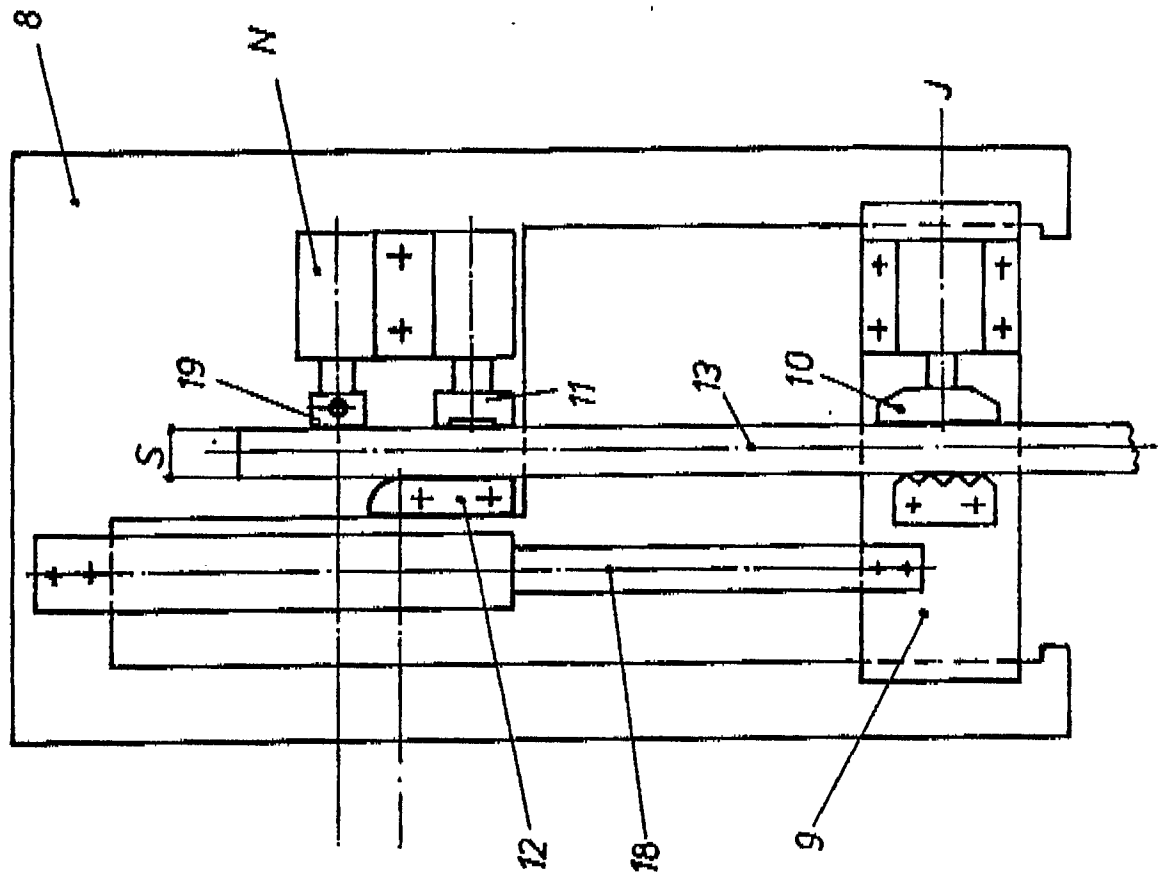
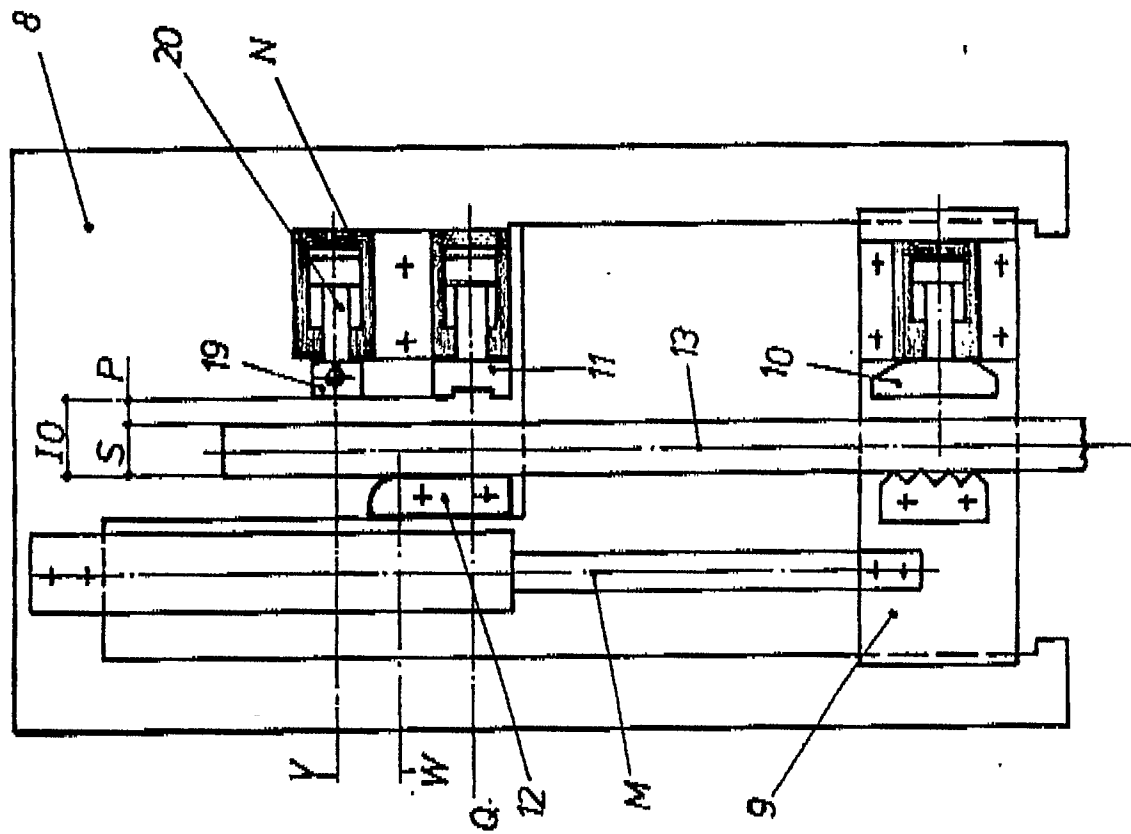


FIG. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 89 10 5241

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	US-A-3 075 568 (BRIGHT) * Insgesamt * ---	1-16	B 21 D 11/12 B 21 D 7/22
X	US-A-3 396 565 (MILLER) ---	1-5, 9-11	
X	US-A-3 465 560 (GARDNER) ---	1-5, 9-11	
D, A	EP-A-0 121 896 (ZAHLAUS) ---		
A	FR-A-2 115 157 (PEDDINGHAUS) ---		
A	DE-A-1 950 127 (PEDDINGHAUS) ---		
A	GB-A-1 360 935 (MITSUBISHI) ---		
A	GB-A-1 144 269 (HILGERS) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			B 21 D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemat DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23-06-1989	Prüfer PEETERS L.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			