



12

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**21.08.91 Patentblatt 91/34**

51 Int. Cl.<sup>5</sup> : **B21D 11/02, B21D 7/04**

21 Anmeldenummer : **87905198.5**

22 Anmeldetag : **02.06.87**

86 Internationale Anmeldenummer :  
**PCT/EP87/00284**

87 Internationale Veröffentlichungsnummer :  
**WO 87/07537 17.12.87 Gazette 87/28**

54 **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM KALTUMFORMEN VON PROFILEN AUS STAHL- UND NICHT-EISENMETALLEN.**

30 Priorität : **04.06.86 DE 3618701**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**01.06.88 Patentblatt 88/22**

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**21.08.91 Patentblatt 91/34**

84 Benannte Vertragsstaaten :  
**AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

56 Entgegenhaltungen :  
**DE-A- 3 404 641**  
**FR-A- 1 366 126**  
**FR-A- 1 386 422**  
**US-A- 2 713 376**  
**US-A- 2 806 505**  
**US-A- 2 988 127**

73 Patentinhaber : **Späth GmbH & Co. KG**  
**Stahlbau-Biegetechnik**  
**Hardstrasse 8**  
**W-7705 Steisslingen (DE)**

72 Erfinder : **SPÄTH, Walter, E.**  
**Friedrich-Werber-Str. 32**  
**W-7760 Radolfzell (DE)**

74 Vertreter : **Riebling, Peter, Dr.-Ing.,**  
**Patentanwalt**  
**Rennerle 10, Postfach 31 60**  
**W-8990 Lindau/B. (DE)**

**EP 0 268 676 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 ein Verfahren und eine Vorrichtung nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 4.

Ein derartiges Verfahren ist aus der US-PS 2713376 bekannt. Dort wird das zubiegende Profil an beiden  
5 Seiten eingespannt und wird im weiteren um ein sich drehendes Biegewerkzeug gebogen, wobei das Profil im Bereich einer Schablone am Biegewerkzeug formschlüssig geführt wird. Nachteil hierbei ist jedoch, daß das Profil nicht in beliebige Raumachsen gebogen werden konnte und weiterhin, wies die Führung des Profils an der Schablone noch Mängel auf.

Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise auch mit der auf den gleichen Anmelder zurückgehenden DE-  
10 Al-3404641 bekannt geworden. Merkmal dieses Verfahrens ist, daß das zunächst gerade ausgebildete Profil einstellbar vorgespannt wird, und daß dann das unter Vorspannung stehende Profil einem Abroll-Biegevorgang unterworfen wird.

Der Abroll-Biegevorgang wurde dadurch erreicht, daß an der Unterseite des Profils ein Ablaufschienenprofil mit einstellbarer Kraft an das Profil angepresst wurde, wobei danach das mindestens am einen Ende des Profils befestigte Abrollwerkzeug eine Drehbewegung im Sinne einer Wickelbewegung ausführte und das unter  
15 Vorspannung stehende Profil um den Außenumfang herum aufwickelte.

Mit diesem bekannten Verfahren war es erstmals möglich, groß- und kleinvolumige, dünnwandige und auch dickwandige Profile kalt zu verformen, wobei sich beliebige Profilkörper mit einem hohen Maß an Genauigkeit in einer Ebene biegen lassen. Dem bekannten Verfahren lag die Erkenntnis zugrunde, daß die während des Verformungsvorganges ständig anliegende Vorspannung die bei der Biegung im Profil entstehenden Schubspannungen ausgleicht und ein verzugsfreies Biegen gewährleistet. Durch die während des Verformungsvorganges unterhalb des Profils an das Profil angepresste Profilschiene wird der zusätzliche Vorteil erreicht, daß das während der Verformung beim Überschreiten der Elastizitätsgrenze im Profilstrang auftretende Grobgefüge wieder in ein Feingefüge verdichtet wird. Es handelte sich hierbei also um eine Art Kaltschmiedevorgang,  
20 welcher zu einer Verfestigung des Strang-Materials während der Biegeverformung beiträgt. Würde nämlich die Grobgefüge-Struktur beibehalten werden, wären Materialeigenschaftsveränderungen, z.B. zunehmende Sprödbrech-Eigenschaften, unvermeidbar. Somit trägt die Gefüge-Umwandlung zu einer Reduzierung der Werkstoff-Verhärtung bei.

Mit dem bekannten Verfahren war es allerdings nicht möglich, derartige Profile in beliebigen Raumachsen zu biegen ; es war also nicht möglich, dreidimensional gebogene Profile herzustellen.

Im übrigen war es auch nicht möglich, Strangpreßprofile mit einer hinterschnittenen Nut oder ein Hohlprofil so zu verformen, daß es nach erfolgtem Biegevorgang nicht zu einer Deformierung der Nut oder des Hohlprofils kam.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß Profile aus Stahl- und Nichteisen-Metallen in beliebigen Kurvenformen, insbesondere Klotioden, rationell und formtreu herstellbar sind, ohne dabei den jeweiligen Profilquerschnitt zu deformieren.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe sind für das Verfahren und die Vorrichtung die Merkmale der Patentansprüche 1 und 4 vorgesehen.

Wesentliches Merkmal der vorliegenden Erfindung ist also, daß das Biegewerkzeug eine dreidimensional gesteuerte Bewegung in allen drei Raumachsen durchführt und daß wenigstens im Umformbereich des Profils an der Außenseite des Profils ein spielfreies Führungssystem anliegt, welches das Profil formschlüssig umgreift und gegen das Biegewerkzeug anpresst. Damit werden zuverlässige Deformierungen des Profilquerschnitts während des Biegevorganges vermieden. Damit können erstmals dünn- und dickwandige, groß- und kleinvolumige stranggepresste, gezogene, gekantete oder gerollte Profile oder auch Hohlprofile aus Stahl- oder NE-Profile deformationsfrei in beliebigen Raumrichtungen gebogen werden. Ein bevorzugtes Anwendungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bezieht sich auf die Herstellung von Transportschienen-Systemen aus Aluminiumprofilen. Derartige Transportschienensysteme werden in Kraftfahrzeugen verwendet, um ein in mehreren Raumebenen gebogenes und teilweise auch verwundenes Aluminium-Strangpressprofil mit einem in der Nut des Strangpressprofils laufenden Transportschlitten zu versehen, welcher den Sicherheitsgurt führt. Weiteres Anwendungsbeispiel für die Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens ist die Herstellung von Fenster-  
45 rahmen für Kraftfahrzeuge mit gekrümmten Fensterscheiben. Darüberhinaus gibt es eine große Anzahl gleicher und ähnlicher Anwendungsgebiete, z.B. das Biegen von Chassis-, Karosserie-, bzw. Kabinenholme für Flugzeuge, Seilbahnen und dergleichen.

Mit der Realisierung des erfindungsgemäss vorgeschlagenen Verfahrens werden folgende Vorteile und Merkmale erreicht :

- Nachbearbeitungsfreie Profilverformung
- Exakte Fertigung (bis zu  $\pm 1/10$  mm Toleranz von Profilquerschnitt bzw. bis zu  $\pm 1$  mm Rahmenmaßsto-

leranz)

— Voraussetzung ist die Bereitstellung geeigneter Führungsvorrichtungen während des räumlichen Abroll-Streckbiegens

— Exakte Funktionsweise mit hohen Taktgeschwindigkeiten in Abhängigkeit der Profilbeschaffenheit (Größe, Stärke, Geometrie, Material)

— Kontinuierliche Übergangszone der einzelnen Verformungsebenen

— Exakte Verformung, in den einzelnen Verformungsbereichen exakt abgestimmte Torsionsverformung

— Bereitstellung einer Mehrachsensteuerung (Bahnsteuerung)

— Veränderung der Materialeigenschaften durch mögliche Grob-Feingefügeumwandlung während des Verformungsprozesses, insbesondere Verringerung der Sprödbreuchenschaften und Erhöhung der Materialeigenelastizität

— Umsetzung der räumlichen Bewegungsabläufe in Steuerungsprogramme.

Im folgenden wird der Einfachheit halber stets die Verformung eines Profils mit hinterschnittener Nut beschrieben. Die Erfindung umfasst selbstverständlich auch die Verformung von Hohlprofilen, welche nicht mehr weiter erwähnt werden.

Mit der Erfindung wird also eine Unabhängigkeit des Kaltumformprozesses an jedem beliebigen Punkt des Profils hinsichtlich Verformungsachsen, Profilgeometrie und -Querschnitt erreicht. Eine praktische Ausführung des Verfahrens nach dem Gegenstand des Anspruches 2 sieht vor, daß in einem ersten Arbeitsschritt die Nut des Profils im Bereich einer Einfädelstation mit einer den Querschnitt der Nut im wesentlichen ausfüllenden Gliederkette gefüllt wird, daß in einem zweiten Arbeitsschritt das so vorbereitete Profil einem räumlichen Abroll-Streck-Biegeverfahren gemäss Anspruch 1 unterworfen wird und daß in einem dritten Arbeitsschritt das dreidimensional verformte Profil auf einer Kalibrierstation dadurch bearbeitet wird, daß durch die Nut eine Gliederformkette mit daran befestigten Kalibrierkernen gezogen wird.

Damit wird der Vorteil erreicht, daß eine beschädigungsfreie, exakte Profilmformung in beliebigen Profilkörpern erreicht wird, insbesondere von Profilkörpern für Transportschienensysteme.

Mit der Erfindung werden verschiedene Biegeverfahren insicht vereinigt, nämlich das Rollbiegen, das Kernrollbiegen und das Kernstreckbiegen bei der mehrachsigen Profilverformung.

Damit können in den Einzelabschnitten des Profilstranges exakte Verformungen in sämtlichen Verformungsebenen durchgeführt werden, unter anderem auch Torsionsverformungen.

Um eine unerwünschte Deformierung der im Profilquerschnitt enthaltenen Nut zu vermeiden, ist es vorgesehen, daß eine in das Profil eingeführte Gliederkette während des Umformvorganges um mindestens der Hälfte der Länge eines Gliedes in Längsrichtung der Nut bewegt wird, um zu vermeiden, daß sich die Glieder in der Nut abdrücken und es hierbei zu Ausbeulungen in der Nutenwandung oder Profilinnenraum kommt.

Bei der Realisierung eines Biegewerkzeuges, welches in allen drei Raumachsen gesteuert bewegbar ist, gibt es eine Reihe verschiedenartiger Möglichkeiten.

Eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens sieht vor, daß das Biegewerkzeug aus einem in allen drei Raumachsen gesteuert bewegbaren Drehtisch besteht, auf dem eine Schablone angeordnet ist, deren Außenumfang im wesentlichen der dreidimensionalen Biegelinie des fertig gebogenen Profils entspricht, daß auf dem Drehtisch ferner ein Spannelement zur einseitigen Einspannung des Profils befestigt ist und daß das andere Ende des Profils von einem maschinengestellfesten Einspannkopf aufgenommen ist.

Die Schablone muß nicht zwingend genau der fertigen dreidimensionalen Biegelinie des fertig gebogenen Profils entsprechen, denn in der Schablone können die Biegeradien so gefasst werden, daß damit ein späteres Auffedern des fertig gebogenen Profilstabes mit berücksichtigt wird.

Von entscheidender Bedeutung dafür, daß das Profil sich während des Umformvorganges nicht unzulässig verformt und daß insbesondere der Nutzenquerschnitt sich nicht verformt, ist die Tatsache, daß — gemäss Anspruch 5 — mindestens im Umformbereich des Profils gegenüberliegend der Schablone des Drehtisches und radial zum Drehtisch zustellbar eine oder mehrere Profilrollen angeordnet sind, welche synchron zu den gesteuerten, dreidimensionalen Bewegungen des Drehtisches ebenfalls gesteuert bewegbar sind.

Es handelt sich hierbei also um ein spielfrei geführtes Führungssystem, welches möglichst formschlüssig das Profil mindestens im Umformbereich aufnehmen soll, um eine unzulässige Deformierung des Profils während des Biegevorganges zu verhindern. Die nach dem Stand der Technik bekannte Anpress-Profiltschiene wird nach der Erfindung also durch ein oder mehrere Profilrollen ersetzt, die synchron gesteuert zu den Bewegungen des Drehtisches eine Anpressung des Profils im Umformbereich an die Schablone des Drehtisches erreicht.

Eine erste Gruppe von Ausführungsformen nach der vorliegenden Erfindung sieht vor, daß die synchrone Anpressung der Profilrollen im Umformbereich des Profils an die Schablone des Drehtisches dadurch erfolgt, daß die Profilrolle mit dem Drehtisch verbunden ist und demzufolge alle Bewegungen des Drehtisches synchron mitmacht.

Eine zweite Gruppe von Ausführungsformen sieht vor, daß die Bewegungen des Profilrollen unabhängig von den Bewegungen des Drehtisches von einem gesonderten Steuerungssystem gesteuert werden, d.h. also, dass Profilrolle und Drehtisch voneinander unabhängig ansteuerbar sind. Dies beinhaltet demzufolge auch die Möglichkeit, nicht nur Profilrolle und Drehtisch synchron zueinander zu bewegen, sondern beispielsweise auch die Möglichkeit, die Profilrolle schräg in Richtung zur Ebene des Drehtisches zu neigen und in dieser Lage an das zu biegende Profil anzupressen.

Um eine deformationsfreie Biegung des Profils im Umformbereich zu gewährleisten, ist nach dem Anspruch 6 vorgesehen, daß der Außenumfang der Profilrollen mindestens einen Teil des Profils formschlüssig umgreift und daß der von den Profilrollen nicht übergriffene Teil des Profilquerschnittes von dem Profil der Schablone formschlüssig übergriffen wird. Der Einfachheit halber wird in der folgenden Beschreibung von einer einzigen Profilrolle ausgegangen, obwohl vom Erfindungsgedanken jede beliebige Anordnung von mehreren Profilrollen umfasst ist, die sowohl von der einen Seite (wie beschrieben) als auch an der gegenüberliegenden Seite des Profils anliegen können.

Damit wird ausgesagt, daß mindestens im Umformbereich das Profil allseitig formschlüssig umgriffen wird, d.h. voll umfänglich von zugeordneten Profilen eingefasst wird. Die Einfassung auf der einen Seite erfolgt durch das Profil der Schablone, während der restliche noch nicht eingefasste Teil durch die Profilform der Profilrolle eingefasst wird. Dadurch, daß die Profilrolle unter großer Kraft variabel gegen die Schablone zustellbar ist, werden so Ausbeulungen und sonstige unerwünschte Deformationen des Profils im Umformbereich sicher vermieden.

Das Profil kann also mit der gegebenen technischen Lehre etwa wie eine "Achterbahn" verformt werden. Zusätzlich ist nach dem Gegenstand des Anspruches 7 vorgesehen, daß das Profil in bestimmt vorgegebenen Profilabschnitten auch noch gesteuert tordierbar (verdrehbar) ist, was bevorzugt dadurch erreicht wird, daß der an der bewegbaren Profilschiene, an welche die Profilrolle gelagert ist, angeordnete Einspannkopf drehbar angetrieben ist. Die Bewegungssteuerung des Drehtisches in allen drei Raumebenen erfolgt ebenfalls in mehreren verschiedenen Ausführungsformen. Allen Ausführungsformen liegt der Gedanke zugrunde, daß der Schwenkpunkt des Drehtisches immer in der neutralen Profilmitte des Profils liegen muß und daß ferner die das Profil im Umformbereich einfassende Profilrolle möglichst genau fluchtend zur Schwenkachse des Drehtisches liegen muß.

Damit werden unerwünschte Deformationen während des Biegevorganges vermieden.

Dadurch, daß der gesamte Drehtisch zum Maschinengestell um mindestens 180° Grad in zwei senkrecht zueinander stehenden horizontalen Achsen drehbar ist, ergibt sich der besondere Vorteil, daß nicht nur dreidimensional positive Radien biegebar sind, sondern auch negative Radien, so daß sozusagen auch ein "Schlangenprofil" mit abwechselnd umgekehrten Biegerichtungen gebogen werden kann. Hierzu wird zunächst der positive Radius auf dem Drehtisch fertig dreidimensional gebogen. Danach wird das Profil mit seinem einen Ende aus dem Einspannkopf gelöst und der gesamte Drehtisch wird um 180° Grad um seine erste horizontale Achse (z.B. längs der X-Richtung) gedreht, wonach das Ende des Profils wieder im Einspannkopf eingespannt wird, die Vorspannung erneut wieder aufgebracht wird und dann durch Drehantrieb des Drehtisches der jetzt positive — aber vorher negativ gewesene — Radius über einen eingeschobenen Schablonenkern gebogen wird. Ebenso ist es möglich, danach den Drehtisch um 180° Grad um seine zweite horizontale Achse (z.B. längs der Y-Richtung) zu drehen, wonach das Ende des Profils wieder eingespannt und dann durch Drehantrieb des Drehtisches ein jetzt anderer positiver — aber vorher negativ gewesener Radius gebogen wird. Statt der Verdrehung des Drehtisches um 180° Grad in X- und/oder Y-Richtung ist es auch möglich, das Profil bei nicht-gedrehtem Drehtisch um 180° Grad zu wenden und wieder in gewendeter Form auf dem Drehtisch festzuspannen, wobei über Magazine die jeweils benötigten Biegeschablonen zugeführt werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungswege darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere Vorteile der Erfindung hervor.

Es zeigen :

- Figur 1 : perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1 in einer ersten Ausführungsform,  
 Figur 2 : Draufsicht auf die Vorrichtung nach Figur 1 in Richtung des Pfeiles II in Figur 1,  
 Figur 3 : Stirnansicht der Vorrichtung nach Figur 1 in Richtung des Pfeiles III in Figur 1,  
 Figur 4 : ein schematisiert gezeichnetes, gegenüber den Figuren 1 bis 3 abgewandeltes Ausführungsbeispiel,  
 Figur 5 : ein gegenüber den vorhergehenden Ausführungsbeispielen abgewandeltes Ausführungsbeispiel in perspektivischer Ansicht,

- Figur 6 : Schnitt durch den Umformbereich mit teilweiser Darstellung der Schablone mit der Profilrolle,  
 Figur 7 : Draufsicht auf ein Profil mit Nut und in die Nut eingelegter Glieder- und Kalibrierkette,  
 Figur 8 : Draufsicht eines Profils mit abschnittsweise gezeichneten Schnitten durch das Profil zur Darstellung der Tordierung.

5

In den Figuren 1 bis 3 ist auf einem Maschinengestell 21 ein in X-Richtung (Pfeilrichtung 20) verfahrbarer Längsschlitten 1 dargestellt. Auf dem Maschinengestell 21 sind parallele und im Abstand voneinander angeordnete Führungsschienen 27 vorgesehen, auf denen der Längsschlitten 1 in Längsrichtung der Führungsschiene 27 verschiebbar ist. Die Verschiebung erfolgt dadurch, daß die Führungsschienen stirnseitig jeweils durch eine Quertraverse 24, 25 verbunden sind und an der einen Quertraverse 24 ist ein Antriebsmotor 22 angeordnet, der eine Spindel 23 antreibt, die in der gegenüberliegenden Quertraverse 25 drehbar gelagert ist. Die Spindel durchgreift eine im Längsschlitten 1 angeordnete Spindelmutter, wodurch der Längsschlitten 1 in der beschriebenen Pfeilrichtung 20 verfahrbar ist.

Der Längsschlitten 1 weist wiederum parallele und in gegenseitigem Abstand voneinander angeordnete Führungsschienen 28 auf, auf dem ein in Y-Richtung (Pfeilrichtung 30) verfahrbarer Querschlitten 2 angeordnet ist.

Der Bewegungsantrieb des Querschlittens 2 erfolgt in analoger Weise, wie vorher anhand des Längsschlittens 1 beschrieben, d.h. die beiden Führungsschienen 28 sind jeweils durch Quertraversen 29 verbunden und an der einen Quertraverse ist ein Antriebsmotor 31 angeordnet, der eine Spindel 32 anordnet, die drehbar in der gegenüberliegenden Quertraverse 29 gelagert ist. Die Spindel durchgreift wiederum eine mit dem Querschlitten 2 verbundene Spindelmutter.

Der Querschlitten 2 trägt einen in Z-Richtung (Pfeilrichtung 35) verschiebbaren Vertikalschlitten. Hierzu sind auf dem Querschlitten 2 zwei parallele und im Abstand voneinander angeordnete vertikale Führungsschienen 33 angeordnet, die oben durch eine Quertraverse 34 verbunden sind. Auf der Quertraverse 34 sind zwei parallele Antriebsmotoren 36 befestigt, von denen jeder eine Spindel 37 antreibt, welche jeweils eine nicht näher dargestellte Spindelmutter im Vertikalschlitten 3 durchgreift. Die Spindeln 37 sind im Querschlitten 2 drehbar gelagert.

Der Vertikalschlitten 3 trägt einen Schwenkantrieb für das Biegewerkzeug. Der Schwenkantrieb besteht aus einem Antriebsmotor 38, welcher am Vertikalschlitten 3 befestigt ist und der eine Welle 4 antreibt, die in Pfeilrichtung 39 drehantreibbar ist. Das freie, vordere Ende der Welle 4 greift über einen Flansch 40 an einer Halteplatte 42 des Biegewerkzeugs an. Das Biegewerkzeug selbst besteht aus der Halteplatte 42, an deren Unterseite ein Antriebsmotor 41 verbunden ist, der mit seiner Welle 43 einen Drehtisch 5 antreibt, auf dem eine Schablone 12 gelagert ist, welche im wesentlichen der Formgebung des endgültig gebogenen Profilstabes (Profil 13) entspricht.

Die im Bereich von kritisch zu biegenden Radien und Verdrehungen bestimmten Zugaben an der Biegeschablone führen dazu, daß das zu biegende Profil 13 an diesen Stellen überbogen wird, so daß nach erfolgtem Biegevorgang die zu erwartende Auffederung des Profils an dieser Stelle ausgeglichen wird.

Der Drehtisch 5 ist mit Hilfe von Lagerungselementen 45 drehbar auf der Halteplatte 42 gelagert.

Der Drehtisch 5 wird über den Antriebsmotor 41 in den Pfeilrichtungen 44 drehend angetrieben. Der Drehtisch 5 trägt auf seiner Oberseite ein Spannelement 6, welches in Pfeilrichtungen 46 radial zur Welle 43 zu und wegstellbar ist, so daß mit diesem Spannelement das freie eine Ende des Profils 13 eingespannt wird, wie in Figur 2 dargestellt.

In Figur 2 ist erkennbar, daß die Schablone 12 ihrerseits mit entsprechenden Stützelementen 14 mit dem Drehtisch verbunden ist.

Ein Vergleich der Figuren 1, 2, 3 zeigt ferner, daß im Umformbereich 85 des Profils 13, d.h. in dem Bereich, wo die maximale Biegung des Profils an der Schablone 12 stattfindet, eine Profilrolle 7 in radialer Richtung zum Drehtisch von außen an die Schablone 12 anpresst, wobei die Profilrolle 7 über einen entsprechenden, in allen drei Raumachsen gesteuerten Antrieb stets im kraftschlüssigen Kontakt im Umformbereich 85 mit dem Profil 13 bleibt.

Die Profilrolle 7 ist hierbei in einem ersten, inneren Schlitten 47 drehbar gelagert, wobei der Schlitten 47 in den Pfeilrichtungen 49 radial zu dem Mittelpunkt des Drehtisches 5 zu- und wegstellbar ist. Der Schlitten 47 ist in einem größeren Schlitten 50 hierbei in den Pfeilrichtungen 49 verschiebbar gelagert, wobei der Schlitten 50 seinerseits in den Pfeilrichtungen 46 verschiebbar in einer Profilschiene 8 gehalten ist.

Die Profilschiene 8 ist gemäss Figur 2 im wesentlichen U-förmig ausgebildet, wobei im Bereich des Basischenkels eine die gesamte Länge der Profilschiene durchgreifende Spindel 51 vorgesehen ist, welche den Schlitten 50 durchgreift und dort mit einer nicht näher dargestellten Spindelmutter zusammenwirkt. Die Spindel wird drehend von einem Antriebsmotor 58 angetrieben, der außen mit der Profilschiene 8 befestigt ist. Damit kann der Schlitten 50 und damit auch die Profilrolle 7 in der Pfeilrichtung 46 verstellt werden, während ein Vor-

schubmotor 48 auf dem Schlitten 50 die Verstellung der Profilrolle 7 in den Pfeilrichtungen 49 übernimmt.

Die beiden einander gegenüberliegenden U-Schenkel der Profilschiene 8 sind drehbar im Bereich von zueinander fluchtenden Schwenklagern 55 am Maschinengestell 21 dadurch gelagert, daß die Schwenklager 55 in zugeordneten Lagerböcken 57 gefasst sind, die ihrerseits mit dem Maschinengestell 21 verbunden sind.

5 Die Figuren 1 bis 3 zeigen ferner, daß das dem Spannelement 6 gegenüberliegende Ende des Profils 13 von einem Einspannkopf 10 gehalten ist, der seinerseits drehend über einen Verdrehmotor 54 an der Profilschiene 8 gelagert ist, die ihrerseits schwenkbar über die Abwinklungen 53 im Bereich der Lagerböcke 57 gelagert ist. Mit Verdrehung des Einspannkopfes 10 wird damit das Profil 13 in den Pfeilrichtungen 9 tordiert und zwar bevor es in den Umformbereich 85, d.h. in den Zwischenraum zwischen der Profilrolle 7 und der Schablone 12 gelangt.

10 Alle hier dargestellten Antriebsmotoren und Verdrehmotoren werden von einem Steuerschrank 26 gesteuert, der in Figur 1 beispielhaft dargestellt ist.

Die Profilschiene 8 ist um ihre Schwenklager 55 in den Pfeilrichtungen 56 schwenkbar, so daß die Profilrolle 7 allen Bewegungen des Drehtisches 5 folgen kann.

15 Über den Vorschubmotor 48 wird in den Pfeilrichtungen 49 der erforderliche kraftschlüssige Kontakt der Profilschiene 7 in Richtung zur Schablone 12 im Umformbereich 85 erzeugt.

Die Figuren 1-3 zeigen zwei verschiedene Ausführungsformen des Schwenkantriebes des Drehtisches 5.

20 In Figur 1 ist als erstes Ausführungsbeispiel gezeigt, daß der Antriebsmotor 38 für den Drehantrieb des Drehtisches 5 an dem Vertikalschlitten 3 ansitzt und daß die Welle 4 dieses Antriebsmotors 38 unmittelbar und ohne Zwischenschaltung einer Niveau-Regulierungseinrichtung 11 an der Halteplatte 42 des Drehtisches 5 ansetzt.

25 In einer weiteren, nicht näher zeichnerisch dargestellten Ausführungsform kann es nämlich vorgesehen sein, daß der Vertikalschlitten 3 vollkommen entfällt. Man kann sich dann den in Figur 1 dargestellten Vertikalschlitten 3 als fest und unverschiebbar mit den Führungsschienen 33 verbundene Platte vorstellen. Der Antriebsmotor 38 mit seiner Welle 4 ist dann an dieser Platte verbunden und zwischen dem freien Ende der Welle 4 und der Halteplatte 42 des Drehtisches 5 ist dann eine Niveau-Regulierungseinrichtung 11 vorgesehen.

Diese Niveau-Regulierungseinrichtung ist in einem einfachen konstruktiven Ausführungsbeispiel in den Figuren 2 und 3 näher dargestellt.

30 Es wird noch darauf hingewiesen, daß aber sowohl der Vertikalschlitten als auch die Niveau-Regulierungseinrichtung 11 zusammen vorhanden sein können; es aber genauso möglich ist, die Niveau-Regulierungseinrichtung 11 ohne den Vertikalschlitten 3 zu verwenden.

Die Figuren 2 und 3 zeigen allerdings die Verwendung beider Elemente, nämlich des Vertikalschlittens 3 und der Niveau-Regulierungseinrichtung 11.

35 Die den Vertikalschlitten 3 ersetzende Niveau-Regulierungseinrichtung 11 besteht gemäß Figur 2 aus einem drehfest mit dem freien Ende der Welle 4 verbundenen Führungsteil 61, welches an seinem vorderen Ende eine Führungsaufnahme 62 bildet. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist diese Führungsaufnahme als in vertikaler Richtung ausgerichtete Schwalbenschwanz-Führung ausgebildet, in der ein Führungsschlitten 63 in vertikaler Richtung (Z-Achse) vertikal verschiebbar ist. Der Führungsschlitten 63 ist über ein Verbindungsteil 66 fest mit der Halteplatte 42 des Drehtisches 5 verbunden.

40 Die Verstellung in vertikaler Richtung des Führungsschlittens 63 in der Führungsaufnahme 62 erfolgt im gezeigten Ausführungsbeispiel über ein einfaches Handrad 65, welches mit einer Spindel 64 verbunden ist, wobei Handrad und Spindel am Führungsteil 61 drehbar gelagert sind und die Spindel eine nicht näher dargestellte Spindelmutter im Führungsschlitten 63 durchgreift.

Durch Verdrehung des Handrades 65 wird damit der Führungsschlitten 63 in vertikaler Richtung verstellt.

45 Sinn dieser Verstellung ist, daß der Drehtisch in vertikaler Richtung zunächst in eine neutrale Mittellage ausgerichtet wird und daß dann von dieser neutralen Mittellage aus in positiver Z-Richtung und in negativer Z-Richtung der Biegevorgang abläuft.

50 Statt der nur beispielhaft dargestellten, manuell zu betätigenden Spindel 64 ist es selbstverständlich vorgesehen, hier ebenfalls für den Antrieb der Spindel 64 einen entsprechenden steuerbaren Antriebsmotor zu verwenden.

Es versteht sich auch von selbst, daß sämtliche in den gezeigten Ausführungsbeispielen dargestellten elektromotorischen Antriebe durch fluidische Antriebe ersetzbar sind.

Die Figur 4 zeigt schematisiert in der Draufsicht ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel im Vergleich zu Figur 2.

55 Dort ist erkennbar, daß der in den Pfeilrichtungen 15, 16 drehend angetriebene Drehtisch 5 eine Schablone 12 trägt und im Umformbereich 85 gegenüberliegend der Schablone 12 eine Profilrolle 7 vorgesehen ist, die in den Pfeilrichtungen 46 im Bereich einer Profilschiene 8' verschiebbar gelagert ist.

Abweichend von den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen ist diese Profilschiene 8 nun sowohl

um ihre Längsachse in den Pfeilrichtungen 56 verdrehbar, wodurch die Profilrolle 7 unterschiedliche Neigungen in Bezug zur Schablone 12 einnehmen kann.

Darüberhinaus ist die Profilschiene 8' jedoch auch noch um ein gehäusefestes Schwenklager 60 in den Pfeilrichtungen 59 schwenkbar. Die Profilschiene 8 ist hierbei als einseitig eingespannter Balken aufzufassen, der im Schwenklager 60 schwenkbar gelagert ist.

Die Figur 4 zeigt auch noch als Variante, daß nicht unbedingt die Profilrolle 7 in Pfeilrichtungen 46 verschiebbar in der Profilschiene 8' gelagert sein muß ; es ist in einer anderen Ausführungsform ebenso möglich, die Profilrolle 7 fest mit der Profilschiene 8 zu verbinden und stattdessen das Schwenklager 60 in den Pfeilrichtungen 46 verschiebbar auf dem Maschinengestell 21 zu lagern.

Die Figur 5 zeigt eine weitere Variante im Vergleich zu den vorher beschriebenen Ausführungsformen.

Der Einfachheit halber ist fortgelassen, daß der Vertikalschlitten 3 in einem (nicht näher dargestellten) längsschlitten 1 verschiebbar gelagert ist, so daß der Antriebsmotor 38 zur Verdrehung der Welle 4 wiederum Bewegungen in den zwei Raumachsen (X, Z) ausführen kann, weil dieser Antriebsmotor 38 in einem Vertikalschlitten 3 verschiebbar gelagert ist. Der Querschlitten 2 entfällt hingegen und die erforderliche Y-Verbindung wird durch eine in Y-Richtung gehende Verschiebung der gesamten Profilschiene 8 und des Einspannkopfes 10 ersetzt. Die in den Pfeilrichtungen 39 verdrehbare Welle 4 sitzt an einem Flansch 40 an, der fest mit dem Mittelteil einer Schwinge 67 verbunden ist. Die Schwinge 67 ist als halbkreisförmiges Teil ausgebildet, wobei an den einander gegenüberliegenden, zueinander fluchtenden Enden jeweils ein Schwenklager 68 vorgesehen ist und in diesen einander gegenüberliegenden Schwenklagern die Halteplatte 42 des Drehtisches 5 in Schwenkrichtung 56 (vergl. Figur 1) schwenkbar gelagert ist. Die Verschwenkung der Halteplatte 42 in Bezug zur Schwinge 67 erfolgt über einen Schwenkmotor 70, der die Halteplatte 42 in den Pfeilrichtungen 69 um die Schwenklager 68 herum verdreht. In senkrechter Richtung zu dieser Verdrehbewegung in den Pfeilrichtungen 69 erfolgt dann die Schwenkbewegung in den Pfeilrichtungen 39 um die Welle 40, wobei die Schwinge 67 verdreht wird. Zwischen Schwinge 67 und dem Flansch 40 ist hierbei die vorher anhand der Fig. 1 und 2 beschriebene Niveauregulierung 11 angeordnet, die der Einfachheit halber nicht zeichnerisch dargestellt ist.

Aus Figur 5 ergibt sich ferner, daß die Profilrolle 7 drehbar in einem Schlitten 47 gelagert ist, der in den Pfeilrichtungen 52 längsverschiebbar in einer in Y-Richtung verschiebbaren Profilschiene 8 angeordnet ist. Die Längsverschiebung erfolgt mit einer gleichen Anordnung, wie sie in Figur 2 dargestellt ist, nämlich dadurch, daß in der Längsachse der Profilschiene 8 eine Spindel 51 drehbar gelagert ist, welche eine im Schlitten 47 angeordnete Spindelmutter durchgreift. Bei Drehung der Spindel 51 durch den Antriebsmotor 58 (Figur 2) wird damit der Schlitten 47 in den Pfeilrichtungen 52 hin- und herbewegt. Die Profilrolle 7 liegt damit stets formschlüssig am Aussenumfang der auf dem Drehtisch 5 angebrachten Schablone 12 auf, wobei — in Figur 5 nicht dargestellt — ein zusätzlicher Vorschubmotor 48 mit einem zugeordneten Schlitten vorgesehen sein kann, wie er anhand der Figuren 1 und 2 beschrieben wurde.

Damit ist dann eine Zustellung in den Pfeilrichtungen 49 zum Drehtisch 5 für die Profilrolle 7 vorgesehen. Um eine Verkantung der Profilrolle 7 in Bezug zum Drehtisch zu vermeiden, kann es vorgesehen sein, daß die Drehachse der Profilrolle 7 im Schlitten 47 selbst noch schwenkbar um eine horizontale Achse (Y-Achse) verdrehbar ist.

Die Figur 6 zeigt schematisiert einen Schnitt durch die Schablone und durch den gegenüberliegenden Teil der Profilrolle 7 im Umformbereich 85 (Figur 2).

Aus der Darstellung ist ersichtlich, daß das Profil 13 formschlüssig sowohl von einer zugeordneten Profilaufnahme am Außenumfang der Schablone 12 aufgenommen ist als auch formschlüssig von der zugeordneten Profilaufnahme am Außenumfang der Profilrolle 7. Durch die formschlüssige Aufnahme des Profils 13 in der Profilrolle 7 und der Schablone 12 wird gewährleistet, daß das Profil an keiner Seite oder Fläche während des Umformvorganges ausbeulen oder ausknicken kann.

Es ist ferner erkennbar, daß das Umformzentrum 77, welches in etwa den geometrischen Schwerpunkt des Profils 13 darstellt, in der Umformebene 78 (das ist die längsmittenebene durch die Schablone und die Profilrolle) liegen muß, und daß ferner in die Nut 79 eine Gliederkette 71 eingezogen ist, welche eine Deformation der Nut und der Nutenwandungen während des Umformvorganges verhindert.

In Figur 7 ist beispielhaft die Draufsicht auf die Nut 79 dargestellt, wobei nur schematisiert die Gliederkette 71 gezeichnet ist. Hierbei ist der besseren Deutlichkeit halber die Nut 79 weggeschnitten, so daß das dahinterliegende größere Nutprofil 18 sichtbar ist. Dieses Nutprofil 18 wird von den einzelnen Gliedern 73 der Gliederkette 71 vollständig ausgefüllt, wobei alle Glieder 73 an einer Zugkette 19 befestigt sind.

Am Ende der Gliederkette 71 sind mehrere Kalibrierkerne 74-76 angeordnet. Diese Kalibrierkerne dienen zur endgültigen Herstellung der Maßhaltigkeit der Nut nach erfolgtem Umformvorgang.

Der sich unmittelbar an das letzte Glied der Gliederkette 71 anschliessende Kalibrierkern 74 hat einen geringeren Durchmesser als der sich daran anschließende Kalibrierkern 75 und dieser hat wiederum einen geringeren Durchmesser als der sich daran anschließende letzte Kalibrierkern 76.

Nach erfolgter Umformung der Nut 18, d.h. nach vollendeter dreidimensionaler Biegung des Profils 13, wird zur endgültigen Herstellung der Maßhaltigkeit des Nutprofils 18 und der Nut 79 die Zugkette 19 in Pfeilrichtung 72 durch das Nutprofil 18 gezogen, wobei der erste Kalibrierkern 74 die Nut geringfügig aufweitet, der Kalibrierkern 75 eine weitere Aufweitung der Nut vornimmt und der letzte Kalibrierkern 76 die Nut dann endgültig in der vorgeschriebenen Dimension aufweitet. Damit werden glatte und stetige Übergänge im Bereich des Nutprofils 18 geschaffen.

Wichtig ist noch, daß während des Umformvorganges die Gliederkette 71 um ein geringes Maß, z.B. um die Länge 82 eines Gliedes 73 in Pfeilrichtung 72 bewegt wird, um zu vermeiden, daß sich die einzelnen Glieder 73 an den Nutenwandungen des Nutprofils 18 abformen.

Die Figur 8 zeigt beispielhaft die Draufsicht und den Schnitt durch ein dreidimensionales Profil 13 hergestellt der Erfindung.

Das Profil 13 besteht aus einem etwa bogenförmig gekrümmten Profilstab, wobei im Bereich der einzelnen Schnitte jeweils der Querschnitt durch das Profil gezeigt ist. Um das Profil an einer entsprechenden Befestigungsfläche befestigen zu können, sind Befestigungslappen 83 angeformt, in denen Befestigungsöffnungen 84 angebracht sind. Es ist aus den darunterliegenden Schnitten in Figur 8 erkennbar, daß das Profil 13 insich verwunden ist, d.h. vom linken Ende ausgehend ist das Profil senkrecht zur Zeichenebene stetig insich verwunden.

Zur Ausführung eines Beispiels des erfindungsgemässen Verfahrens sind drei voneinander unabhängige Verfahrensschritte notwendig. Der erste Verfahrensschritt bezieht sich darauf, daß im Bereich einer Einfädelstation 80 (Figur 7) in den geraden Profilstab die Gliederkette 71 eingezogen wird so daß die einzelnen Glieder 73 das Nutprofil 18 auf der gesamten zu biegenden Länge ausfüllen.

Nach dem Einfädeln der Gliederkette 71 in den geraden, ungebogenen Profilstab wird das Profil in die Biegemaschine gemäss den Figuren 1 biegebracht und dort dem beschriebenen Umformvorgang unterworfen.

Das Profil 13 wird hierbei gemäss Figur 2 zunächst am einen Ende in dem Einspannkopf 10 eingespannt und am anderen Ende in das auf dem Drehtisch 5 angeordnete Spannelement 6. Der Drehtisch 5 wird dann gemäss Figur 2 um ein geringes Maß in Pfeilrichtung 15 drehend angetrieben, wodurch auf das Profil 13 eine Vorspannung gegeben wird, die während des ganzen Umformvorganges aufrechterhalten bleibt. Der Sinn dieser Maßnahme ist im allgemeinen Beschreibungsteil eingehend erläutert.

Wichtig ist ferner, daß der Drehtisch in seiner vertikalen Höhe über dem Maschinengestell 21 mit der eingangs beschriebenen Niveau-Regulierungseinrichtung 11 so ausgerichtet wird, daß von einer neutralen Mittellinie aus die Verbiegungen in Z-Richtung nach oben und unten erfolgen können. Nach dem vorher erwähnten Vorstrecken des Profils 19 erfolgt dann der eigentliche Umformvorgang, indem die Antriebe für die Bewegung des Drehtisches 5 in X-, Y- und Z-Richtung freigegeben werden, wobei wichtig ist, daß im Umformbereich 85 die mitlaufende Profilrolle 7 stets den auf der Schablone 12 herausragenden Teil des Profils 13 formschlüssig aufnimmt und kraftschlüssig zusammenpresst, um eine unzulässige Verformung des Profilquerschnitts und vor allem des Nutprofils 18 im Umformbereich 85 zu vermeiden. Während des Umformvorganges kann gemäss Figur 2 noch zusätzlich eine gesteuerte Torsionsbewegung in Pfeilrichtung 9 auf das Profil 13 über den drehbar eingespannten Einspannkopf 10 gegeben werden. Nach erfolgtem Umformvorgang, wobei die Schablone 12 beispielsweise die in Figur 2 gezeigte Formgebung hat, wird das Profil aus dem Einspannkopf 10 gelöst und danach wird das vordere Spannelement 6 gelöst, wonach das gebogene Profil 13 zusammen mit der Schablone 12 auf eine Kalibrierstation gebracht werden kann. Die Kalibrierstation 81 hat etwa die Funktion, wie sie in Figur 7 beschrieben wurde.

Zweck der Kalibrierstation ist, die Maßhaltigkeit des Nutprofils 18 nach erfolgtem Umformvorgang herzustellen. Hierzu wird die Gliederkette 71 aus dem Nutprofil 18 in Pfeilrichtung 19 gezogen, wodurch die Glieder 73 selbst schon eine geringfügige Verformung des Nutprofils 18 bewirken.

Die am Ende der Gliederkette 71 angeordneten Kalibrierkerne 74-76 stellen dann das endgültige Nutprofil 18 in seiner geförderten Maßhaltigkeit her.

Wichtig hierbei ist, daß das Profil 13 auf der Schablone 12 fest eingespannt wird, um zu vermeiden, daß während des Kalibriervorganges auf der Kalibrierstation 81 das Nutprofil 18 sich verformt oder das gesamte Profil 13 sich in unerwünschter Weise verformt.

Statt der Verwendung einer Gliederformkette 71, welche die Nut (79) oder das Hohlprofil ausfüllt, ist es in einer anderen Ausführungsform vorgesehen, stattdessen ein Kunststoffprofil zu verwenden oder auch die Nut (79) oder das Hohlprofil mit einer bei niedrigen Temperaturen (z.B. 70°Celsius) schmelzenden Legierung auszugießen oder in einer weiteren Ausführung kann es auch vorgesehen sein, das Hohlprofil mit Sand auszufüllen.



Zeichnungs-Légende

5	1 Längsschlitten	31 Antriebsmotor
	2 Querschlitten	32 Spindel
	3 Vertikalschlitten	33 Führungsschiene
	4 Welle	34 Quertraverse
10	5 Drehtisch	35 Pfeilrichtung
	6 Spannelement	36 Antriebsmotor
	7 Profilrolle	37 Spindel
	8 Profilschiene 8'	38 Antriebsmotor
15	9 Pfeilrichtung (Torsion)	39 Pfeilrichtung
	10 Einspannkopf	40 Flansch
	11 Niveauregulierungseinricht.	41 Antriebsmotor
20	12 Schablone	42 Halteplatte
	13 Profil	43 Welle
	14 Stützelement	44 Pfeilrichtung
25	15 Pfeilrichtung	45 Lagerungselemente
	16 Pfeilrichtung Drehtisch5	46 Pfeilrichtung
	17 Mittelpunkt (Welle 4)	47 Schlitten (Profilrolle 7)
	18 Nutprofil	48 Vorschubmotor
30	19 Zugkette	49 Pfeilrichtung
	20 Pfeilrichtung (Längsschlitten 1)	50 Schlitten (Vorschub-Prof. 7)
35	21 Maschinengestell	51 Spindel
	22 Antriebsmotor	52 Pfeilrichtung
	23 Spindel	53 Abwinklung (Profilsch.8)
	24 Quertraverse	54 Verdrehmotor
40	25 Quertraverse	55 Schwenklager
	26 Steuerschrank	56 Pfeilrichtung
	27 Führungsschiene	57 Lagerbock
45	28 Führungsschiene	58 Antriebsmotor
	29 Quertraverse	59 Pfeilrichtung
	30 Pfeilrichtung	60 Schwenklager
50		
55		

	61 Führungsteil
	62 Führungsaufnahme
5	63 Führungsschlitten
	64 Spindel
	65 Handrad
10	66 Verbindungsteil
	67 Schwinge
	68 Schwenklager
	69 Pfeilrichtung
15	70 Schwenkmotor
	71 Gliederkette
	72 Pfeilrichtung
20	73 Glied
	74 Kalibrierkern
	75 "
	76 "
25	77 Umformzentrum
	78 Umformebene
	79 Nut (Profil 13)
30	80 Einfädelstation
	81 Kalibrierstation
	82 Länge (Glied)
35	83 Befestigungslappen
	84 Befestigungsöffnung
	85 Umformbereich
40	

### Patentansprüche

45 1. Verfahren zum Kaltumformen von Profilen (13) aus Stahl- und Nichteisenmetallen, bei denen zunächst das im wesentlichen gerade ausgebildete Profil (13) an beiden Enden eingespannt und unter Zug einer Vorspannung unterworfen wird, wonach dann das unter Vorspannung stehende Profil (13) über ein sich drehendes Biegewerkzeug (5, 12) gebogen wird und wobei das Profil (13) mit einem spielfreien Führungssystem (7, 8, 8') mindestens im Umformbereich am Biegewerkzeug (5, 12) formschlüssig geführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Biegewerkzeug (5, 12) eine gesteuerte Bewegung in allen drei Raumachsen (X, Y, Z) ausführt und daß das spielfreie Führungssystem (7, 8, 8') aus einer oder mehreren Profilrollen (7) besteht, welche synchron zur gesteuerten dreidimensionalen Bewegung des zu biegenden Profils (13) ebenfalls dreidimensional gesteuert in den drei Raumachsen (Y, X, Z) bewegbar sind, wobei die Profilrolle (7) das zu biegende Profil (13) an das Biegewerkzeug (5, 12) anpreßt und dort formschlüssig führt.

55 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einem stanggepreßten, gezogenen, gekanteten oder gerollten Profil (13) mit einer darin befindlichen offenen oder hinterschnittenen Nut (79) bzw. einem Hohlprofil eine dreidimensionale Verformung dadurch ausgeführt wird, daß in einem ersten Arbeitsschritt die Nut (79) des Profils (13) bzw. das Hohlprofil im Bereich einer Einfädelstation

(80) mit einer den Querschnitt der Nut (79) bzw. das Hohlprofil im wesentlichen ausfüllenden Gliederkette (71) gefüllt wird, daß

in einem zweiten Arbeitsschritt das so vorbereitete Profil (13) dem räumlichen Abroll-Streck-Biegeverfahren nach Anspruch 1 unterworfen wird und daß

5 in einem dritten Arbeitsschritt das dreidimensional verformte Profil (13) auf einer Kalibrierstation (81) dadurch bearbeitet wird, daß durch die Nut (79) bzw. das Hohlprofil eine Gliederformkette (71) mit daran befestigten Kalibrierkernen (74-76) gezogen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß während der Umformung des Profils (13) durch das räumliche Abroll-Streck-Biegeverfahren die Gliederkette (71) um mindestens die Hälfte einer Länge  
10 eines Gliedes (73) in Längsrichtung der Nut (79) bewegt wird.

4. Vorrichtung zum Kaltumformen von Profilen aus Stahl und Nichteisenmetallen, wobei eine Einspannvorrichtung (6, 10) für das zunächst gerade Profil (13) und ein sich drehendes Biegewerkzeug (5, 12) vorgesehen sind und weiterhin ein spielfreies Führungssystem (7, 8, 8') mit einer Profilrolle (7) angeordnet ist, welches das Profil (13) am Biegewerkzeug mindestens im Umformbereich formschlüssig führt, **dadurch**  
15 **gekennzeichnet**, daß das Biegewerkzeug aus einem in mindestens zwei Raumachsen (X, Z) gesteuert bewegbaren Drehtisch (5) besteht, auf dem eine Schablone (12) angeordnet ist, deren Außenumfang im wesentlichen der dreidimensionalen Biegelinie des fertig gebogenen Profils (13) entspricht, daß auf dem Drehtisch (5) ferner ein Spannelement (6) zur einseitigen Einspannung des Profils (13) befestigt ist und daß das andere Ende des Profils (13) von einem drehbar angetriebenen Einspannkopf (10) aufgenommen ist und daß am Profil mindestens eine Profilrolle (7) anliegt, welche synchron zur gesteuerten dreidimensionalen Bewegung des zu biegender Profils (13) ebenfalls dreidimensional gesteuert in den drei Raumachsen bewegbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens im Umformbereich (85) des Profils (13) gegenüberliegend der Schablone (12) des Drehtisches und radial zum Drehtisch (5) zustellbar eine oder mehrere Profilrollen (7) angeordnet sind, welche synchron zu den gesteuerten dreidimensionalen Bewegungen des Drehtisches (5) ebenfalls gesteuert bewegbar sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Außenumfang der Profilrollen (7) mindestens einen Teil des Profils formschlüssig umgreift und daß der von den Profilrollen (7) nicht übergriffene Teil des Profilquerschnittes von dem Profil der Schablone (12) formschlüssig übergriffen ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der an der bewegbaren Profilschiene, an welcher die Profilrolle (7) gelagert ist, angeordnete Einspannkopf (10) drehbar angetrieben ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Drehtisch (5) dadurch in allen Raumachsen (X, Y, Z) gesteuert bewegbar ist, daß der die Schablone (12) haltende Drehtisch (5) auf einer Halteplatte (42) drehbar gelagert ist, an welcher der Drehantrieb (Antriebsmotor 41) für den Drehtisch (5) befestigt ist, daß an der Halteplatte (42) eine in vertikaler Richtung (Z-Achse) verstellbare Anordnung (Niveauregulierung  
35 11) angeordnet ist, und daß an der vertikal verstellbaren Anordnung die Welle (4) eines Drehantriebes (Antriebsmotor 38) ansetzt, der an einer gesteuert in X- und Y-Richtung (20, 30) verfahrbaren Schlittenanordnung (1, 2) befestigt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in vertikaler Richtung (35) verstellbare Anordnung aus einer in vertikaler Richtung motorisch oder fluidisch gesteuerten Längsführung (61-64) besteht, deren einer Teil als verschiebbares Führungsteil (66) fest an der Halteplatte (42) des Drehtisches (5) befestigt ist und deren anderer Teil als Führungsaufnahme (62) das verschiebbare Führungsteil (63, 66) aufnimmt, wobei an der Führungsaufnahme (62) die Welle (4) des Drehantriebes zur Steuerung der Neigung des Drehtisches (5) ansetzt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in vertikaler Richtung (35) verstellbare Anordnung aus einer U-förmigen Schwinge (67) besteht, an deren einander gegenüberliegenden und zueinander fluchtenden Schenkeln schwenkbar die Halteplatte (42) des Drehtisches (5) gelagert ist, daß die Steuerung der Neigung des Drehtisches (5) in der einen Achse (X-Achse) durch Steuerung der Schwenklage der Schwinge (67) bezüglich der Halteplatte (42) durch einen Schwenkmotor (70) erfolgt und daß die Steuerung der Neigung des Drehtisches (5) um die zweite Achse (Y-Achse) durch Steuerung der Schwenklage der Schwinge (67) bezüglich dem Maschinengestell (21) durch einen Antriebsmotor (38) erfolgt, der in X- und Z-Richtung (20, 30) auf verfahrbaren Schlitten (1, 3) angeordnet ist, wobei die Nachführung der Verformung des Profils in Y-Richtung dadurch erfolgt, daß die Profilschiene (8) mit der Profilrolle (7) und dem Einspannkopf (10) eine gesteuerte Bewegung in Y-Richtung ausführen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die synchrone Verstellung der Profilrolle (7) in Bezug zum Drehtisch (5) dadurch erfolgt, daß die Profilrolle (7) in einem ersten, radial zum Drehtisch (5) zustellbaren Schlitten (47) drehbar gelagert ist, daß dieser Schlitten (47) in einem zweiten, tangential zum Drehtisch (5) verschiebbaren Schlitten (50) geführt ist, und daß der zweite Schlitten (50) in einer Profilschiene (8) längsverschiebbar ist, an welche der Einspannkopf (10) gelagert ist und welche schwenkbar

um ihre Längsachse am Maschinengestell (21) gelagert ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die synchrone Verstellung der Profilorle (7) in Bezug zum Drehtisch (5) dadurch erfolgt, daß die Profilorle (7) längsverschiebbar in einer Profilschiene (8') gelagert ist, welche ihrerseits um ihre Längsachse drehbar (Pfeilrichtung 56) und welche ferner einseitig am Maschinengestell (21) schwenkbar (Pfeilrichtung 59) gelagert ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Ausschluß einer Verkantung zwischen Profilorle (7) und Schablone (12) die Profilorle (7) drehbar um die Drehachse der Welle (4) am Schlitten (50) gelagert ist.

## Revendications

1. Procédé pour le formage à froid de profilés (13) en acier et métaux non ferreux, selon lequel le profilé (13), de forme essentiellement droite, est serré aux deux extrémités et soumis à une précontrainte par traction, après quoi ledit profilé (13) soumis à une précontrainte est plié par l'intermédiaire d'un outil de pliage tournant (5, 12), le profilé (13) étant guidé à l'aide d'un système de guidage sans jeu (7, 8, 8'), par solidarité de forme, au moins dans la zone de formage au niveau de l'outil de pliage (5, 12), caractérisé en ce que l'outil de pliage (5, 12) effectue un mouvement commandé suivant les trois axes dans l'espace (X, Y, Z), et en ce que le système de guidage sans jeu (7, 8, 8') se compose d'un ou de plusieurs galets profilés (7) qui sont également aptes à effectuer un mouvement commandé tridimensionnel suivant les trois axes dans l'espace (Y, X, Z), en synchronisme avec le mouvement tridimensionnel commandé du profilé à plier (13), le galet profilé (7) comprimant celui-ci contre l'outil de pliage (5, 12) et le guidant à cet endroit par solidarité de forme.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, sur un profilé (13) obtenu par filage, étirage, pliage à vive arête ou roulage, comportant, à l'intérieur, une rainure (79) ouverte ou dépouillée, respectivement sur un profilé creux, une déformation tridimensionnelle est réalisée grâce au fait que, lors d'une première opération, la rainure (79) du profilé (13), respectivement le profilé creux, est remplie, dans la zone d'un poste d'enfilage (80), d'une chaîne à maillons (71) qui remplit pratiquement complètement la section de ladite rainure (79), respectivement le profilé creux, lors d'une seconde opération, le profilé (13) ainsi préparé est soumis au procédé de pliage par étirage et déroulement dans l'espace selon la revendication 1, et, lors d'une troisième opération, le profilé (13) déformé de façon tridimensionnelle est usiné sur un poste de calibrage (81) grâce au fait qu'une chaîne de formage à maillons (71) comportant, fixés sur elle, des mandrins de calibrage (74-76), est tirée à travers la rainure (79), respectivement le profilé creux.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que, pendant le formage du profilé (13) par le procédé de pliage par étirage et déroulement dans l'espace, la chaîne à maillons (71) est déplacée dans le sens longitudinal de la rainure (79) d'au moins la moitié d'une longueur de maillon (73).

4. Dispositif pour le formage à froid de profilés en acier et métaux non ferreux, dans lequel il est prévu un dispositif de serrage (6, 10) pour le profilé (13) tout d'abord droit, et un outil de pliage tournant (5, 12), ainsi qu'un système de guidage sans jeu (7, 8, 8'), comportant un galet profilé (7), qui guide par complémentarité de forme le profilé (13) au niveau de l'outil de pliage, au moins dans la zone de formage, caractérisé en ce que l'outil de pliage se compose d'une table tournante (5) mobile, de façon commandée, suivant au moins deux axes dans l'espace (X, Z), et sur laquelle est disposé un gabarit (12) dont la périphérie extérieure correspond essentiellement à la ligne de pliage en trois dimensions du profilé (13) plié terminé, en ce qu'il est également prévu, fixé sur la table tournante (5), un élément de serrage (6) pour serrer unilatéralement le profilé (13), en ce que l'autre extrémité du profilé (13) est reçue par une tête de serrage (10) entraînée de façon rotative, et en ce qu'il est prévu, au niveau du profilé, au moins un galet profilé (7) qui est également apte à effectuer un mouvement commandé tridimensionnel suivant les trois axes dans l'espace, en synchronisme avec le mouvement tridimensionnel commandé du profilé à plier (13).

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il est prévu, au moins dans la zone de formage (85) du profilé (13), placés à l'opposé du gabarit (12) de la table tournante et aptes à être approchés radialement de la table tournante (5), un ou plusieurs galets profilés (7) qui sont également aptes à être déplacés de façon dirigée, en synchronisme avec les déplacements tridimensionnels commandés de la table tournante (5).

6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que la périphérie extérieure des galets profilés (7) entoure au moins une partie du profilé par solidarité de forme, et en ce que la partie de la section de profilé qui n'est pas entourée par les galets profilés (7) est entourée par solidarité de forme par le profilé du gabarit (12).

7. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la tête de serrage (10), disposée sur le rail profilé mobile sur lequel est monté le galet profilé (7), est entraînée de façon rotative.

8. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la table tournante (5) est apte à se déplacer de façon commandée suivant tous les axes dans l'espace (X, Y, Z) grâce au fait que la table tournante (5) maintenant le gabarit (12) est montée, rotative, sur une plaque de support (42) sur laquelle est fixé l'entraînement rotatif (moteur d'entraînement 41) pour la table tournante (5), qu'il est prévu, sur ladite plaque de support (42), un mécanisme (de nivelage 11) réglable dans le sens vertical (axe Z), et que, à ce dispositif réglable verticalement est appliqué l'arbre (4) d'un entraînement rotatif (moteur d'entraînement 38) qui est fixé à un dispositif de chariot mobile (1, 2) de façon commandée dans les sens X et Y (20, 30).

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le mécanisme réglable dans le sens vertical (35) se compose d'un guidage longitudinal (61-64) commandé, par un moteur ou par un fluide, dans le sens vertical, dont une première partie est fixée à la plaque de support (42) de la table tournante (5) sous la forme d'un élément de guidage mobile (66) et dont la seconde partie reçoit, sous la forme d'un logement de guidage (62), l'élément de guidage mobile (63, 66), l'arbre (4) de l'entraînement rotatif étant appliqué contre ledit logement de guidage (62) pour commander l'inclinaison de la table tournante (5).

10. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le mécanisme réglable dans le sens vertical (35) se compose d'une pièce oscillante en U (67) sur les branches opposées et alignées de laquelle est montée, pivotante, la plaque de support (42) de la table tournante (5), en ce que la commande de l'inclinaison de la table tournante (5) suivant le premier axe (axe X) se fait par une commande de la position de pivotement de la pièce oscillante (67) par rapport à la plaque de support (42), à l'aide d'un moteur de pivotement (70), et en ce que la commande de l'inclinaison de la table tournante (5) autour du second axe (axe Y) se fait par une commande de la position de pivotement de la pièce oscillante (67) par rapport au châssis (21) de la machine, à l'aide d'un moteur d'entraînement (38) qui est disposé, dans les sens X et Z (20, 30), sur des chariots mobiles (1, 3), la poursuite de la déformation du profilé dans le sens Y se faisant grâce au fait que le rail profilé (8), avec le galet profilé (7) et la tête de serrage (10), effectue un déplacement commandé dans le sens Y.

11. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que le réglage synchrone du galet profilé (7) par rapport à la table tournante (5) se fait grâce au fait que le galet profilé (7) est monté, pivotant, dans un premier chariot (47) apte à être approché radialement de la table tournante (5), que ce chariot (47) est guidé dans un second chariot (50) mobile de manière tangentielle par rapport à la table tournante (5) et que le second chariot (50) est mobile longitudinalement dans un rail profilé (8) sur lequel est montée la tête de serrage (10) et qui est monté, pivotant sur son axe longitudinal, sur le châssis (21) de la machine.

12. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que le réglage synchrone du galet profilé (7) par rapport à la table tournante (5) se fait grâce au fait que le galet profilé (7) est monté mobile longitudinalement dans un rail profilé (8') qui est lui-même monté rotatif sur son axe longitudinal (sens de la flèche 56) et qui est également monté pivotant (sens de la flèche 59) unilatéralement sur le châssis (21) de la machine.

13. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que, pour empêcher un coincement entre le galet profilé (7) et le gabarit (12), le galet profilé (7) est monté sur le chariot (50), rotatif sur l'axe de rotation de l'arbre (4).

## Claims

1. Process for the cold forming of sections (13) of steel and non-ferrous metals in which the initially generally straight section (13) is clamped at both ends and subjected to a pre-stress under tension, after which the pre-stressed section (13) is bent by a rotary bending tool (5, 12), the section (13) being positively guided by a play-free guide system (7, 8, 8') at least in the forming area at the bending tool (5, 12), characterised in that the bending tool (5, 12) executes a controlled motion in all three spatial axes (X, Y, Z) and in that the play-free guide system (7, 8, 8') consists of one or more section rolls (7) which are capable of three-dimensionally controlled motion in the three spatial axes (Y, X, Z) in synchrony with the controlled three-dimensional motion of the section (13) to be bent, the latter being pressed on the bending tool (5, 12) by the section roll (7) and guided there in a positive manner.

2. Process according to claim 1, characterised in that in the case of an extruded, drawn, canted or rolled section (13) containing an open or undercut groove (79), or a hollow section, three-dimensional forming is effected by  
 in a first working step, stopping the groove (79) in the section (13) or the hollow section in the area of a threading station (80) with a link chain (71) essentially filling the cross-section of the groove (79) or hollow section,  
 in a second working step, subjecting the section (13) which has been prepared in this way to the spatial roll-stretch-bend process according to claim 1 and  
 in a third working step, working the three-dimensionally formed section (13) at a calibrating station (81) by pulling a linked forming chain (71) with attached calibrating cores (74-76) through the groove (79) or hollow section.

3. Process according to claim 2, characterised in that during the forming of the section (13) by the spatial roll-stretch-bend process the link chain (71) is moved along the groove (79) through at least half the length of one link (73).

4. Device for the cold forming of sections of steel and non-ferrous metals, in which a tensioner (6, 10) for the initially straight section (13) and a rotary bending tool (5, 12) are provided and a play-free guide system (7, 8, 8') with a section roll (7) is arranged, which positively guides the section (13) at the bending tool at least in the forming area, characterised in that the bending tool consists of a turntable (5) capable of motion controlled in at least two spatial axes (X, Z), on which is mounted a template (12) whose outer periphery essentially matches the three-dimensional bend line of the fully bent section (13), in that a clamp element (6) for gripping one end of the section (13) is also mounted on the turntable (5) and in that the other end of the section (13) is held by a chuck (10) capable of being driven in rotation and in that the section is contacted by at least one section roll (7) which is capable of three-dimensionally controlled motion in the three spatial axes in synchrony with the controlled three-dimensional motion of the section (13) to be bent.

5. Device according to claim 4, characterised in that at least in the forming area (85) of the section (13) opposite the template (12) of the turntable and radially adjustable with respect to the turntable (5), one or more section rolls (7) are arranged which are likewise capable of controlled motion in synchrony with the controlled three-dimensional motions of the turntable (5).

6. Device according to claim 4 or 5, characterised in that the outer periphery of the section rolls (7) clasps at least part of the section in a form-fitting manner, and in that the part of the section cross-section not clasped by the section rolls (7) is clasped in a form-fitting manner by the profile of the template (12).

7. Device according to claim 4, characterised in that the chuck (10) mounted on the movable section track on which the section roll (7) is mounted is capable of being driven in rotation.

8. Device according to claim 4, characterised in that the turntable (5) is rendered capable of being controlled in all spatial axes (X, Y, Z) by mounting the turntable (5) holding the template (12) so that it is capable of rotating on a mechanism plate (42) on which the rotary drive for the turntable (5) (drive motor 41) is mounted, by mounting on the mechanism plate (42) a vertically (in Z axis) adjustable arrangement (level adjustment 11), and by attaching to the vertically adjustable arrangement the shaft (4) of a rotary drive (drive motor 38) which is mounted on a carriage arrangement (1, 2) which is capable of being traversed in X and Y axes (20, 30).

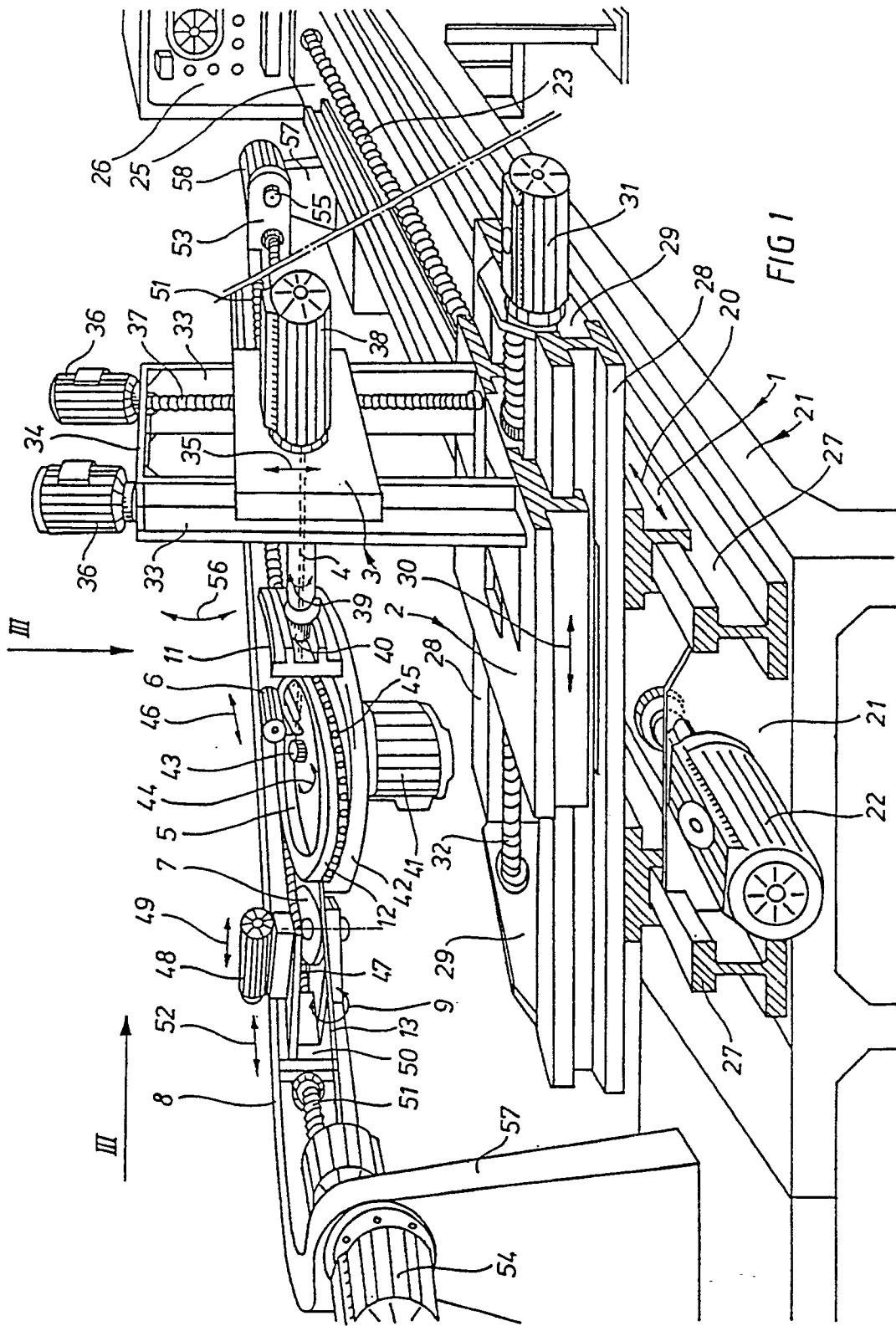
9. Device according to claim 8, characterised in that the vertically adjustable arrangement comprises a longitudinal guide (61-64) which is mechanically or hydraulically controlled in the vertical axis (35), one part of the said longitudinal guide being fixed to the mechanism plate (42) of turntable (5) as a traversing guide piece (66) and the other part receiving the traversing guide piece (63, 66) as a guide-seat (62) to which is attached the shaft (4) of the rotary drive for controlling the tilt of the turntable (5).

10. Device according to claim 8, characterised in that the vertically adjustable arrangement comprises a U-shaped rocker (67) in whose opposing, aligned arms the mechanism plate (42) of the turntable (5) is mounted so as to be capable of tilting, in that the tilt of the turntable (5) in one axis (the X axis) is controlled by controlling the tilt of the rocker (67) with respect to the mechanism plate (42) by means of a tilt motor (70) and in that the tilt of the turntable (5) about the second axis (the Y axis) is controlled by controlling the tilt of the rocker (67) with respect to the machine frame (21) by means of a drive motor (38) which is arranged on carriages (1, 3) capable of being traversed in X and Z axes (20, 30), whilst the forming of the section in the Y axis is guided by a controlled motion in the Y axis of the section track (8) with the section roll (7) and chuck (10).

11. Device according to claim 5 or 6, characterised in that the synchronous positioning of the section roll (7) in relation to the turntable (5) is effected by mounting the section roll (7) so that it is capable of rotating in a first carriage (47) which is radially adjustable with respect to the turntable (5), in that this carriage (47) is guided in a second carriage (50) which is capable of being traversed tangentially to the turntable (5), and in that the second carriage (50) is capable of being traversed longitudinally in a section track (8) on which the chuck (10) is mounted and which is mounted on the machine frame (21) so as to be capable of pivoting about its longitudinal axis.

12. Device according to claim 5 or 6, characterised in that synchronous positioning of the section roll (7) in relation to the turntable (5) is effected by mounting the section roll (7) so that it is capable of being traversed longitudinally in a section track (8') which is mounted in its turn so as to be capable of rotating about its longitudinal axis (in the direction of arrow 56) and which is also mounted at one end on the machine frame (21) so as to be capable of rocking (in the direction of arrow 59).

13. Device according to claim 11, characterised in that, to prevent canting between the section roll (7) and the template (12), the section roll (7) is mounted on the carriage (50) so as to be capable of rotating about the axis of rotation of the shaft (4).



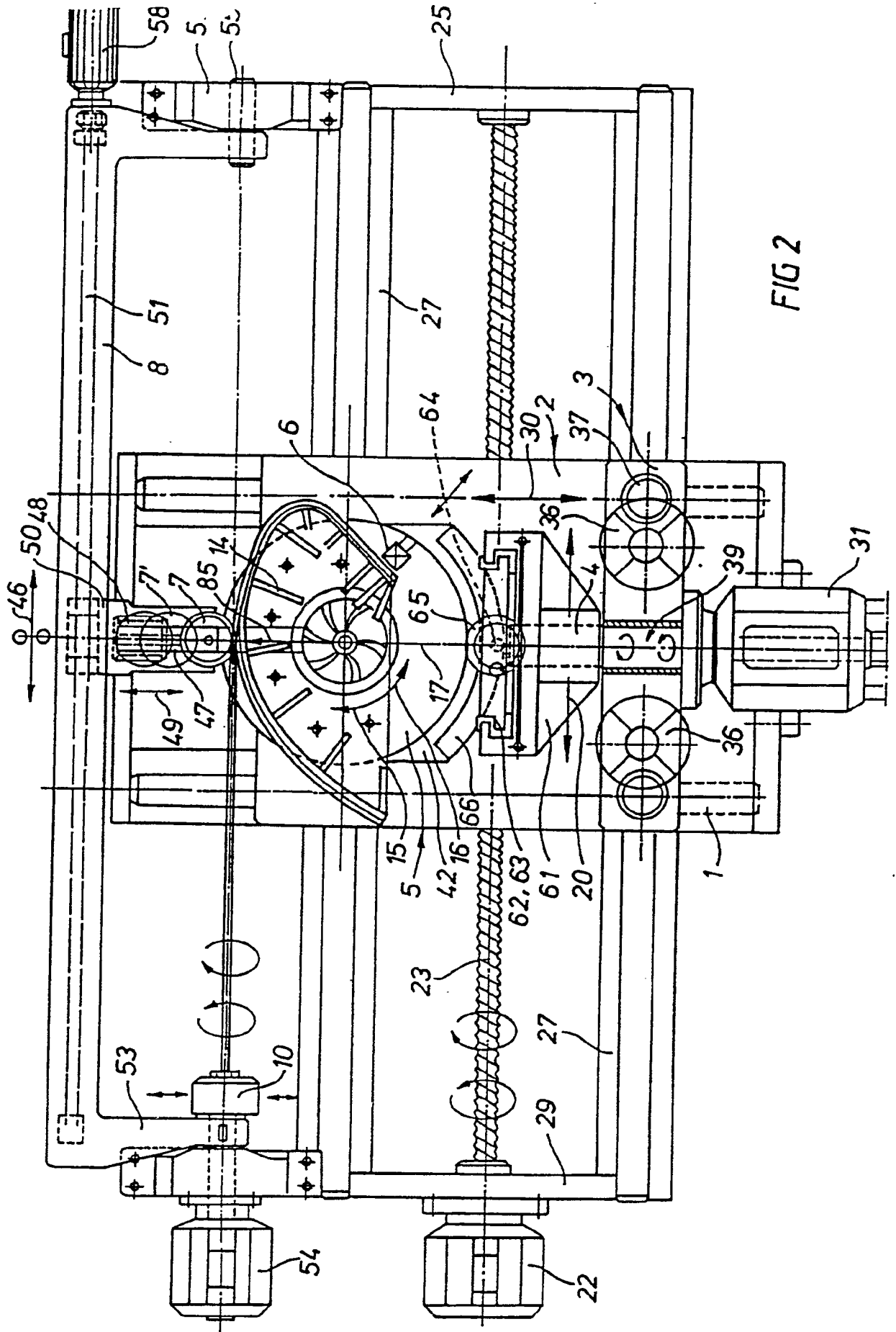
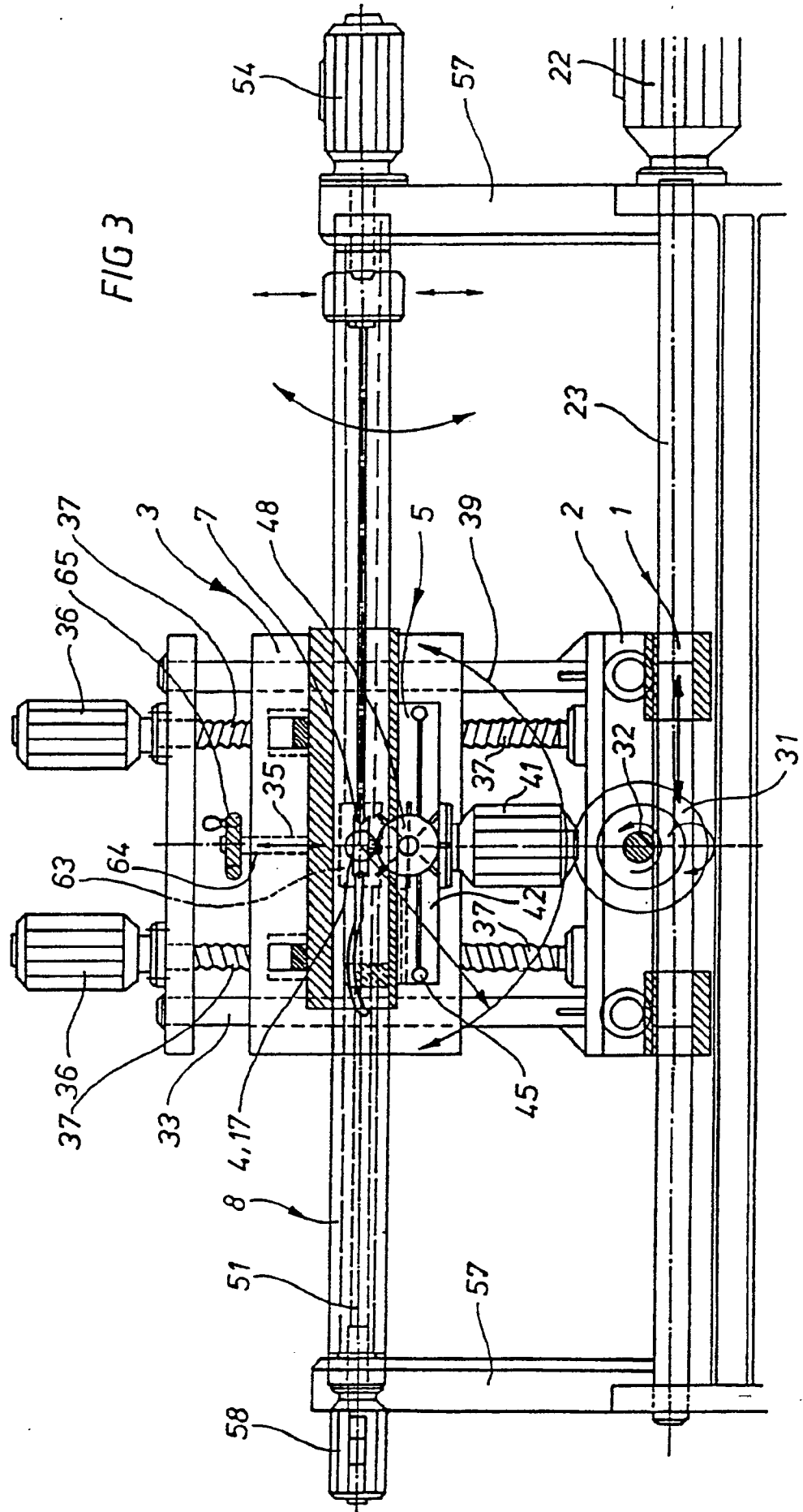


FIG 2





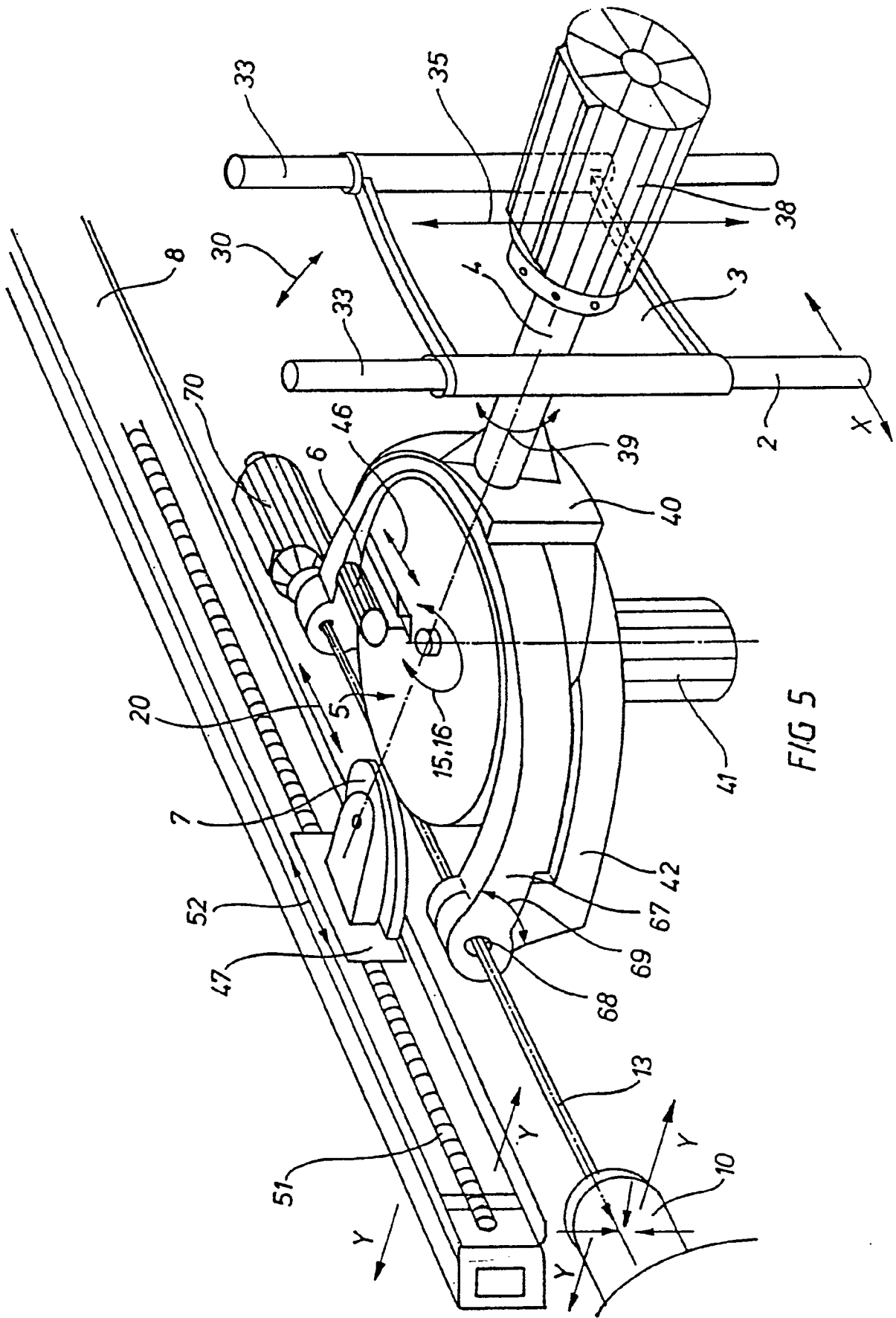


FIG 5

FIG 6

