



DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DD B 21 D / 264 345 2	21. 06. 84	24. 07. 85	11. 01. 96

(30) Unionspriorität:

—

(72) Erfinder:	Bartuschka, Karl, Dipl.-Ing., Rostock, DE;
(73) Patentinhaber:	Ingenieurtechnik und Maschinenbau GmbH, Beim Kalkofen, 18146 Rostock, DE
(74) Vertreter:	Schnick & Fiebig, Pat.-Anwälte, 18057 Rostock

(54) Steuerung der Profilumformung auf Biegemaschinen mit schrittweisem Arbeitsablauf

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE-AS 1 552 991 DE-OS 2 000 021 DD-PS 51 760

Erfindungsansprüche:

1. Steuerung der Profilmformung auf Biegemaschinen mit schrittweisem Arbeitsablauf durch eine auf den jeweiligen Biegepunkt bezogene Kurvenendpunktkontrolle, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich der Soll-Ist-Vergleich auf einen von der Tangente (4) im Kurvenendpunkt (6) und der Tangente (5) im Biegepunkt (7) eingeschlossenen Winkel (1) bezieht, der durch eine Bezugslinie (8) in zwei Teilwinkel (2, 3) zerlegbar ist, deren Zuordnung zum Kurvenendpunkt (6) einerseits und zum Biegepunkt (7) andererseits durch Parallelverschiebung zur Bezugslinie (8) erfolgt, wobei sowohl dem Kurvenendpunkt (6) als auch dem Biegepunkt (7) je ein Winkelmeßsystem (12, 13) zur Ermittlung der Ist-Werte der Teilwinkel (2, 3) zugeordnet ist, die durch Addition mit dem Soll-Wert des Winkels (1) vergleichbar sind und die einzelnen Biegepunkte (7) zum Kurvenendpunkt (6) definierte Abstände aufweisen.
2. Vorrichtung zur Steuerung der Profilmformung nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die dem Biegepunkt (7) zugeordnete Bezugslinie (8) durch die im Biegezentrum verlaufende Biegemaschinenachse (10) gebildet wird, während sich die dem Kurvenendpunkt (6) zugeordnete Bezugslinie (8) als eine verfahrbare Einrichtung (11) mit parallel zur Biegemaschinenachse (10) verlaufender Kurvenendpunktführung (14) darstellt.
3. Vorrichtung zur Steuerung der Profilmformung nach Punkt 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verdrehung der Profilstabilisierungseinrichtungen zur Ermittlung des auf den Biegepunkt (7) bezogenen Teilwinkels (3) meßtechnisch erfaßbar ist.
4. Vorrichtung zur Steuerung der Profilmformung nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zuordnung der Teilwinkel (2, 3) einerseits zum Kurvenendpunkt (6), andererseits zu Punkten der bereits fertiggestellten Profilkrümmung erfolgt.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Die Erfindung findet insbesondere in der schiffbaulichen Profilmformung Anwendung, bei der automatisch gesteuerte Profilbiegemaschinen mit schrittweisem Arbeitsablauf zum Einsatz gelangen.

Es sind mehrere Verfahren zur Steuerung der Profilmformung bekannt, bei denen das Prinzip der Endpunktkontrolle am Profil während des Biegeprozesses angewandt wird. Gemäß DE-AS 1 552 991 wird die Sollform des Profils durch die Lage des Profilpunktes in einem Koordinatensystem definiert. Dabei werden die jedem Biegeschritt zugeordneten Koordinaten des Endpunktes des Profils mit den Soll-Koordinaten verglichen und, wenn erforderlich, Korrekturbiegung durchgeführt. Die Koordinaten des Endpunktes können jedoch nur dann richtig bestimmt werden, wenn die am Biegepunkt angelegte Tangente mit der x-Achse des Koordinatensystems in Deckung gebracht wird. Bei dem angewendeten Maschinentyp, der über verschiebbare Außenstempel und einen festen Mittelstempel verfügt, erfolgt dieses durch unterschiedliche Beaufschlagung der beiden Außenstempel, d. h. die Biegekraft zwischen den beiden Außenstempeln der Dreipunkt-Biegemaschine wird in solcher Weise verteilt, daß das Profil in die Stellung gebracht wird, in welcher die Tangente im Biegepunkt mit der x-Achse übereinstimmt. Diese Korrektur findet nach Durchführung jedes Biegevorganges statt.

In seiner vorrichtungsgemäßen Ausführung weist dieses Verfahren jedoch einen wesentlichen Mangel auf. Der Profilendpunkt wird durch einen Koordinatenwagen aufgenommen, er bewegt sich somit in einem feststehenden Koordinatensystem. Die Biegemaschine muß deshalb über ein inneres Meßsystem zur Erfassung der Lage der Tangente verfügen. Dieses Meßsystem steuert die beiden verschiebbaren Außenstempel bis die notwendige Bedingung erfüllt ist. Das beschriebene Verfahren ist somit nur durch einen Maschinentyp realisierbar, der über verschiebbare Außenstempel und einen feststehenden Mittelstempel verfügt. Diese Art der Endpunktkontrolle stellt sich als ein zusätzlicher Arbeitsgang dar, der nach der Durchführung des jeweiligen Biegevorganges notwendig ist und deshalb eine Verlängerung des gesamten Profilmformungsvorganges bewirkt.

Gemäß DD-WP 51 760 ist ein weiteres Verfahren bekannt, bei dem die Ist-Kontur des verformten Profils nach jedem Biegeschritt mit einer verkleinert vorliegenden Kurvenform anhand einer Zeichnung oder eines Reißplanes verglichen wird. Ein Meßsystem legt dabei die Beziehung eines durch Biegung zu erreichenden Punktes zum Anfangspunkt der Kurve und zu einem auf dem bereits fertig gebogenen Teilstück der Kurve befindlichen Punkt fest. Es arbeitet nach dem Winkelvergleich, den die drei Meßpunkte auf der Kurve einschließen. Dieses Verfahren ist hinsichtlich der Soll-Wert-Ermittlung aufwendig, weil eine verkleinerte Soll-Kontur zusätzlich erarbeitet werden muß und umständlich in der Handhabung des Meßsystems. Die zur Realisierung des Meßvorganges entwickelte Hilfskonstruktion ermöglicht keine präzise Darstellung des Kurvenverlaufes, da der zur exakten Meßwerterfassung erforderliche Bezugspunkt im Biegepunkt liegt, der hier jedoch zwischen den von dem Meßsystem vorgegebenen Meßpunkten angeordnet ist. Darüber hinaus bildet die direkte schwer realisierbare Verbindung zwischen der Winkelmeßeinrichtung und dem Profilende eine Fehlerquelle, die insbesondere bei großen Abständen, wie sie bei Schiffbauprofilen gegeben sind, die Meßgenauigkeit beeinträchtigt.

Bekannt ist weiterhin eine in der DE-OS 2 000 021 beschriebene Einrichtung zur Messung der Lage und der Winkelwerte der Biegung eines Werkstücks. Danach wird der Winkel den die Schenkel eines Stabes nach der Biegung einschließen sowie der Abstand zur vorausgehenden Biegung gemessen.

Diese Einrichtung weist folgende Nachteile auf. So sind wesentliche Komponenten dieser Einrichtung für Biegungen nach dem Dreipunktprinzip (mittige Durchbiegung bei feststehenden äußeren Widerlagern) nicht anwendbar. Ihr Anwendungsbereich ist nur auf das Rohrbiegen beschränkt. Für die Herstellung von Kurven mit strakendem Verlauf, d. h. bei Überschneidung benachbarter Biegebereiche, ist die Einrichtung nicht einsetzbar, da eine genaue Abstandsmessung dann nicht möglich ist. Außerdem beinhaltet die Einrichtung nicht die auf den Kurvenendpunkt bezogenen Winkelwerte und gestattet somit nicht die automatische Kompensation von vorangegangenen Biegefehlern.

Ziel der Erfindung

Der nützliche Effekt, der bei Anwendung der Erfindung im Vergleich zu den bereits bekannten technischen Lösungen erreicht wird, besteht in der Schaffung einer Steuerung, die unabhängig vom Biegemaschinentyp einsetzbar ist und einen effektiven Soll-Ist-Wert-Vergleich zuläßt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Profilumformung auf Biegemaschinen mit schrittweisem Arbeitsablauf unter Einbeziehung der Endpunktkontrolle so zu steuern, daß eine Profilkontur mit hinreichender Genauigkeit entsteht. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß sich der Soll-Ist-Vergleich beim Herstellen der Profilkrümmung auf den Winkel erstreckt, den die Tangente im Kurvenendpunkt mit der Tangente im Biegepunkt einschließt, wobei die einzelnen Biegepunkte zum Kurvenendpunkt definierte Abstände aufweisen. Somit wird die Profilkontur durch diesen jeweils auf den Biegepunkt bezogenen Winkel und den Abstand Biegepunkt – Kurvenendpunkt bestimmt. Da dieser Winkel meßtechnisch jedoch kaum zu erfassen ist, macht sich dessen Zerlegung in zwei Teilwinkel durch Einführung einer Bezugslinie erforderlich. Durch Parallelverschiebung zu dieser Bezugslinie wird ein Teilwinkel dem Kurvenendpunkt, der andere Teilwinkel dem Biegepunkt zugeordnet. Dadurch wird ermöglicht, den Gesamtwinkel durch zwei räumlich voneinander getrennte, konkret auf das Profil Bezug nehmende Winkelmeßsysteme durch Addition der Teilwinkel zu erfassen und mit dem Soll-Wert des Winkels zu vergleichen. Ein weiteres Merkmal der Erfindung besteht darin, daß die Bezugslinie eine beliebige Lage einnehmen kann. Als vorteilhafte Lösung bietet sich für die Bezugslinie die Achse der Biegemaschine an.

Die dem Kurvenendpunkt zugeordnete Bezugslinie wird durch eine verfahrbare Einrichtung bestimmt, die das Profilende aufnimmt und auf der der Kurvenendpunkt in einer zur Biegemaschinenachse parallelen Richtung geführt wird.

Eine erfindungsgemäße Ausführung sieht vor, die Verdrehung der Profilstabilisierungseinrichtungen während des Biegevorganges durch eine Winkelmeßeinrichtung zu erfassen und auf diese Weise den auf den Biegepunkt bezogenen Teilwinkel zu ermitteln. Ein weiteres Merkmal der Erfindung besteht darin, den einen Teilwinkel auf den Kurvenendpunkt zu beziehen und den anderen Teilwinkel Punkten zuzuordnen, die sich im Bereich der bereits fertiggestellten Profilkrümmung befinden. Damit ergibt sich die Möglichkeit, den gesamten Kurvenverlauf meßtechnisch zu erfassen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen in

Fig. 1: die Profilkontur als Funktion der Winkel $\alpha_1 \dots \alpha_n$

Fig. 2: die Zerlegung des Winkels α_1 in die Teilwinkel $\alpha_{1,1}$ und $\alpha_{1,2}$

Fig. 3: das Schema der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, wird die Profilkontur durch die Winkel α_1 bis α_n , die die Tangente 4 im Kurvenendpunkt A_0 mit weiteren Tangenten 5 der Kurve bilden und durch die Abstände der jeweiligen Tangentenanlagepunkte, A_1 bis A_2 , die den Biegepunkten entsprechen, vom Kurvenendpunkt A_0 definiert. Die Tangentenanlagepunkte A_1 bis A_2 werden durch Abrollen einer Meßrolle auf der Mallekante des Profils ermittelt. Sie können aber auch als Vorgabe für die Länge des Profilverzuges zwischen den einzelnen Biegeschritten verwendet werden.

Die Winkel 1 der Tangenten 4, 5 werden, zugeordnet zu den jeweiligen Abständen bzw. Biegeschritten, als Soll-Wert für den Biegevorgang vorgegeben.

In Fig. 2 ist der Winkel 1 gezeigt, der sich aus dem dargestellten Biegeschritt ergibt. Da die meßtechnische Erfassung des Winkels 1 mit einem sehr großen Aufwand verbunden wäre, erfolgt die Zerlegung des Winkels 1 durch eine Bezugslinie 8 in zwei Teilwinkel 2, 3.

Diese Teilwinkel 2, 3 lassen sich durch Parallelverschiebung zur Bezugslinie 8 direkt dem Profil 9 zuordnen und ermöglichen auf diese Weise eine Meßwerterfassung am konkreten Werkstück. Gemäß Fig. 3 ist der Teilwinkel 2 in den Kurvenendpunkt 6 verschoben, während der Teilwinkel 3 dem Biegepunkt 7 zugeordnet ist. Im Ausführungsbeispiel wird die dem Biegepunkt 7 zugeordnete Bezugslinie 8 durch die Biegemaschinenachse 10 gebildet. Diese Bezugslinie 8 wird durch eine fahrbare Einrichtung 11 auf den Kurvenendpunkt 6 übertragen. Die fahrbare Einrichtung 11 nimmt das Profilende auf und stützt es während des gesamten Biegeprozesses ab.

Für jeden Biegeschritt wird durch das Winkelmeßsystem 12 der Teilwinkel 2 am Kurvenendpunkt 5 und durch das Winkelmeßsystem 13 der Teilwinkel 3 am Biegepunkt 7 erfaßt. Durch Addition beider Teilwinkel 2, 3 erhält man den Winkel 1, der mit dem Soll-Wert des Winkels 1 verglichen wird.

Die Rückfederung kann von beiden Winkelmeßsystemen 12, 13 als Winkelwert für den jeweiligen Biegeschritt erfaßt und als Zuschlag zum Soll-Wert des nachfolgenden Biegeschrittes berücksichtigt werden.

Wird nach dem Ausfedern des Profils 9 der Soll-Ist-Wert der Winkel α_1 bis α_n noch einmal durchgeführt, so beinhaltet diese Kontrolle auch die Richtigkeit der Rückfederungszugabe.

Dadurch daß durch die Winkel $\alpha_1 \dots \alpha_n$ für jeden Tangentenanlagepunkt eine Beziehung zum Profilanfang hergestellt wird, tritt keine Fehlersummierung mehr auf. Eventuelle Fehlbedienungen z. B. durch eine fehlerhafte Ist-Wert-Erfassung werden durch den nächsten Biegeschritt hinreichend korrigiert.

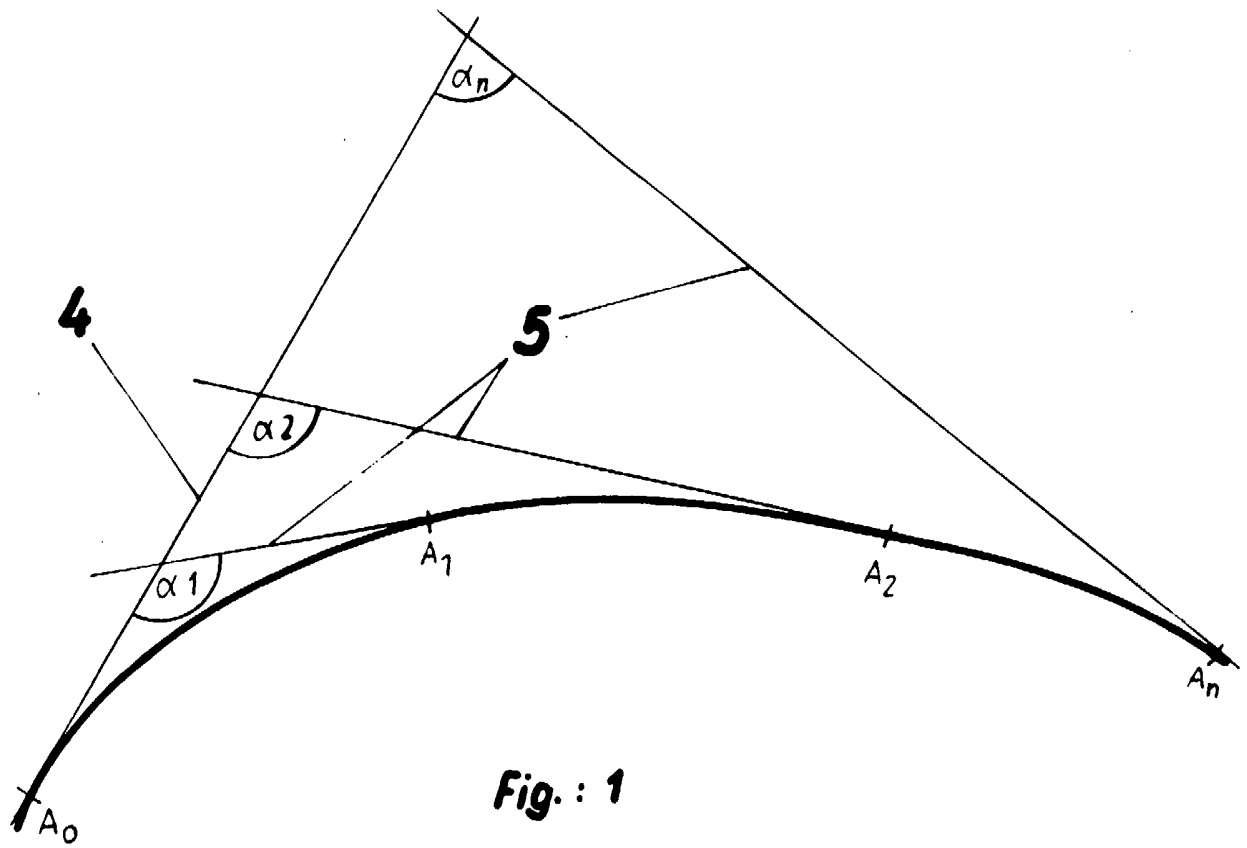


Fig. : 1

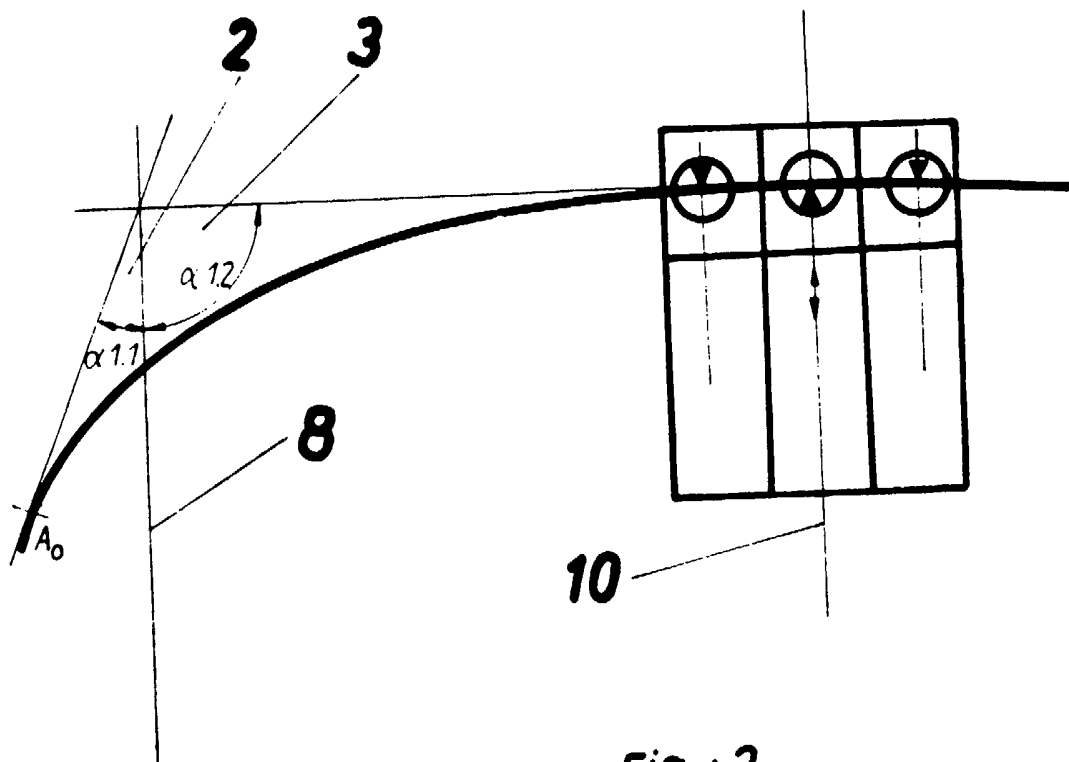


Fig. : 2

