



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 245 302 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**24.11.2004 Patentblatt 2004/48**

(51) Int Cl.7: **B21D 5/08**

(21) Anmeldenummer: **01107591.8**

(22) Anmeldetag: **27.03.2001**

(54) **Profiliermaschine mit mehreren, in Linie hintereinander angeordneten Umformstationen**

Profilingmachine with a plurality of in-line arranged forming stations

Machine de profilage avec plusieurs stations de formage arrangées en ligne

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

(72) Erfinder:  
• **Der Erfinder hat auf seine Nennung verzichtet.**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.10.2002 Patentblatt 2002/40**

(74) Vertreter: **Kaiser, Magnus, Dipl.-Phys. et al  
Lemcke, Brommer & Partner,  
Patentanwälte,  
Postfach 11 08 47  
76058 Karlsruhe (DE)**

(73) Patentinhaber: **Dreistern-Werk Maschinenbau  
GmbH & Co. KG  
79650 Schopfheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A-97/04892 DE-A- 3 128 126  
DE-B- 2 732 233 US-A- 4 878 368**

**EP 1 245 302 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

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Profiliermaschine mit mehreren, in Linie hintereinander angeordneten Umformstationen zum mehrstufigen Umformen eines zu profilierenden Werkstücks, wobei die Umformstationen mit in Werkzeugaufnahmen gelagerten, in ihrer Position verstellbaren und jeweils paarweise zusammenwirkenden Rollformwerkzeugen versehen sind, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 (siehe z.B. DE-A-3 128 126). Ein anderes Beispiel für eine Profiliermaschine ist in der DE 27 32 233 B1 offenbart.

**[0002]** Profiliermaschinen der eingangs genannten Art werden zumeist zusammen mit einem den Umformstationen vorgeschalteten Einlauftisch, einem oder mehreren Richtapparaten und gegebenenfalls einem Ablängautomaten aufgestellt, um eine Fertigungsstraße zur Herstellung von fertigen Profilen aus Bandmaterial zu bilden. Werkzeugaufnahmen im Sinne dieser Anmeldung sind insbesondere Gerüste, die mindestens zwei horizontal verlaufende Achsen zur Führung von Rollformwerkzeugen aufweisen, oder Seitenrollentische, auf denen mindestens zwei auf parallelen vertikalen Achsen laufende Rollen gelagert sind.

**[0003]** Eine Profiliermaschine ist konzeptionell eine Massenproduktionsmaschine. Sie kann in sehr kurzer Zeit eine sehr große Menge von gleich geformten Profilen herstellen. Flexibilität ist ihr bauartbedingt fremd; ein Umrüsten der Profiliermaschine auf eine andere Profilform oder ein anderes Material des zu profilierenden Werkstücks erfordert in jedem Fall eine längere Einfahr- oder Erprobungsphase mit entsprechendem Ausschuss an Material, bis die hergestellte Profilform den Vorgaben entspricht. Dies trifft auch zu, wenn ein Profil bereits einmal hergestellt worden ist und später erneut produziert werden soll.

**[0004]** Um diesen Nachteil zu verringern, wurden in der Vergangenheit Schnellwechselsysteme vorgeschlagen, wie sie beispielsweise in der DE 1 527 981 beschrieben sind. Die Werkzeugaufnahmen sind dort Gerüste mit fest stehenden Rollformwerkzeugen, wobei die Gerüste auswechselbar ausgebildet sind. Es liegt auf der Hand, dass ein solches Schnellwechselsystem bei Profiliermaschinen mit einer größeren Anzahl an Umformstationen sehr teuer wird.

**[0005]** Des weiteren gibt es insbesondere bei komplizierteren Profilformen, die eine Mehrzahl von Umformschritten benötigen, eine Vielzahl von Einstellparametern, die das erzielte Ergebnis beeinflussen, so dass für die Erprobung eines neu entwickelten Werkzeugs, jedoch auch für das Einfahren einer neu aufgestellten Profiliermaschine und das Nachjustieren beispielsweise bei einem Materialwechsel oder bei einem schlechter werdenden Arbeitsergebnis durchweg nur erfahrene Spezialkräfte zum Justieren der verstellbaren Rollformwerkzeuge in Frage kommen.

**[0006]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Profiliermaschine der eingangs genannten Art

auch für weniger geübte Bediener produktions sicherer zu machen und eine Umrüstung der Profiliermaschine zu vereinfachen.

**[0007]** Diese Aufgabe ist durch eine Profiliermaschine mit den Merkmalen des beigefügten Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0008]** Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Ansprüchen 2 bis 12 niedergelegt.

**[0009]** Eine Profiliermaschine der eingangs genannten Art ist nach der Erfindung also mit Erfassungsmitteln versehen, die die Positionsdaten aller verstellbaren Rollformwerkzeuge erfassen, sowie mit einer zentralen Datenverarbeitungseinrichtung, die die von den Erfassungsmitteln gemeldeten Positionsdaten sammelt und weiterverarbeitet.

**[0010]** Das Weiterverarbeiten besteht darin, dass sämtliche Positionsdaten der für eine Produktion einmal optimiert eingestellten Rollformwerkzeuge als speziell gekennzeichnete Datensatz zur späteren Verwendung abgelegt wird. So kann vorteilhafterweise jederzeit wieder auf eine optimale Einstellung der Rollformwerkzeuge zurückgegriffen werden, wenn nach einer Änderung, beispielsweise nach einem Werkzeugwechsel, aber auch nach einem Produktionslos mit Material anderer Beschaffenheit wieder auf die seinerzeitigen Randbedingungen zurückgegangen wird. Es leuchtet unmittelbar ein, dass ein solcher detaillierter Positionsdatensatz das Einfahren der Maschine auf einmal aufgefundene optimale Werte der Positionsdaten beträchtlich vereinfacht und der damit verbundene Produktionsausschuss minimiert wird.

**[0011]** Das Weiterverarbeiten der Positionsdaten kann jedoch auch alternativ oder zusätzlich in eine ganz andere Richtung gehen und, wie weiter unten beschrieben, beispielsweise mit Software, die nach dem Prinzip neuronaler Netze und/oder mit Fuzzy-Logic-Werkzeugen arbeitet, zu einer Art selbstlernendem System und somit zu einem virtuellen Assistenten bei der Erprobungsphase der Profiliermaschine führen.

**[0012]** Die Ausgabe der gespeicherten und wieder abgerufenen Datensätze oder der gesammelten und weiterverarbeiteten Positionsdaten kann auf einem Informationsträger, beispielsweise einem Bildschirm erfolgen, wodurch der Bediener der Profiliermaschine sich Anweisungen und Anregungen holt, die verschiedenen Rollformwerkzeuge einzustellen; besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn alle verstellbaren Rollformwerkzeuge bzw. deren Werkzeugaufnahmen mit von der Datenverarbeitungseinrichtung gesteuerten motorischen Verstellelementen versehen sind. Das Umrüsten der gesamten Profiliermaschine auf beispielsweise eine früher einmal produzierte Profilform kann dann "auf Knopfdruck" geschehen. Darüber hinaus lassen sich z. B. Zwischenwerte beim Einrichten und Justieren der Profiliermaschine als Datensatz ablegen und, wenn sich eine ab diesem Zeitpunkt durchgeführte Änderung der Positionen verschiedener Rollformwerkzeuge als nicht ideal

erweist, diese Änderungen bequem wieder auf den Zwischenwert zurückfahren. Dies beschleunigt den rein empirischen Vorgang des Einjustierens naturgemäß erheblich.

**[0013]** Die Erfassungsmittel zum Erfassen der Positionsdaten aller verstellbaren Rollformwerkzeuge können beispielsweise mit Lasertechnik verwirklicht sein, wobei die genaue Position der Rollformwerkzeuge jeweils optisch detektiert wird; sehr einfach wird das Erfassen der Positionsdaten aber dann, wenn die Werkzeugaufnahmen mit Verstellelementen zum Verstellen der Positionen der Rollformwerkzeuge versehen sind, deren Einstellwerte als Positionsdaten der jeweiligen Rollformwerkzeuge dienen. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn diese Verstellelemente als Stellmotoren ausgebildet sind, die ihre jeweilige Position elektronisch an die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung weitermelden und von dort angesteuert werden können.

**[0014]** Die zentrale Datenverarbeitung der erfindungsgemäßen Profiliermaschine kann auf verschiedenste Arten programmiert sein. Zum Zweck, das Justieren einer Profiliermaschine auch ungeübten Bedienerpersonen zu ermöglichen, ist es beispielsweise vorteilhaft, wenn sämtliche Positionsdaten zumindest während einer Erprobungsphase der Profiliermaschine mitprotokolliert und die sich daraus ergebenden Positionsdatenverläufe zur weiteren Verarbeitung oder Auswertung aufbereitet, insbesondere dargestellt werden. Anhand solcher zeitlichen Positionsdatenverläufe kann dann eine Erprobungsphase später jederzeit nachvollzogen werden. Dies kann zum Beispiel einer ungeübten Bedienerperson erleichtern, eine einmal optimierte Einstellung wegen etwa veränderter Materialeigenschaften des Werkstücks zu verändern bzw. eine optimale Einstellung der Maschine wiederzufinden. Des Weiteren schafft die Darstellung von Positionsdatenverläufen die Voraussetzung für ein selbstlernendes System, das anhand mehrerer Einfahrprozesse und Erprobungsphasen einer erfindungsgemäßen Profiliermaschine "lernt", wie das Justieren einer Profiliermaschine von statten gehen sollte.

**[0015]** Besondere Vorteile bietet die erfindungsgemäße Profiliermaschine dann, wenn zumindest ein Detektor zur Erfassung der Profilendform vorhanden ist, der mit der zentralen Datenverarbeitungseinrichtung zur Durchführung eines Vergleichs der Ist-Formdaten und der Soll-Formdaten in Verbindung steht. Dies erst ermöglicht dem System, nicht nur die Positionsdaten und die Positionsdatenverläufe aufzunehmen, sondern diese anhand der vom Detektor gelieferten Formdaten mit der resultierenden Profilform in Relation zu setzen und einen Zusammenhang zwischen der Änderung einzelner oder mehrerer Profildaten und der Änderung der Formdaten herzustellen.

**[0016]** Zusätzlich können Messwertaufnehmer vorgesehen sein, die die Form des zu profilierenden Werkstücks nach jeder Umformstation mit verstellbaren Rollformwerkzeugen erfassen und an die zentrale Daten-

verarbeitungseinrichtung weiterleiten. Dies ermöglicht die genauere Aufschlüsselung der Zusammenhänge zwischen der Verstellung von einzelnen Umformstationen und der damit einhergehenden Änderungen der von den Messwertaufnehmern detektierten Formdaten. Die Messwertaufnehmer können hierbei Einrichtungen zur Aufnahme eines Lichtschnittes sein, die es ermöglichen, einen Profilquerschnitt des Werkstücks zu ermitteln.

**[0017]** Zweckmäßigerweise ist die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung so programmiert, dass sie sämtliche Positionsdaten der verstellbaren Rollformwerkzeuge mit den vom Detektor und/oder den Messwertaufnehmern erhaltenen Formdaten des Werkstücks verknüpft und hierbei auch die entsprechenden Vorgabewerte aus der theoretisch errechneten Profilblume berücksichtigt. Soweit die Profiliermaschine mit von der zentralen Datenverarbeitungseinrichtung steuerbaren Verstellelementen ausgestattet ist, kann so ein selbstregelndes System erzeugt werden, das beispielsweise nach jeder Umformstation einen Profilquerschnitt ermittelt und iterativ mit den Vorgabewerten vergleicht, wobei bei jedem Iterationsschritt die Positionen der Rollformwerkzeuge der entsprechenden Umformstation verändert werden. Die erfindungsgemäße Profiliermaschine ist dann also mit einer prozessintegrierten Qualitätsüberwachung ausgestattet, die in Echtzeit Unregelmäßigkeiten erkennt und ausregelt. Die Produktionssicherheit gerade in der Serienproduktion wird dadurch stark erhöht.

**[0018]** Weitere Vorteile ergeben sich, wenn in der zentralen Datenverarbeitungseinrichtung diejenigen Positionsdaten gespeichert sind, die sich anhand theoretischer Berechnungen während der Konstruktion der Rollformwerkzeuge ergeben haben. Insbesondere während einer CAD-Konstruktion von Umformwerkzeugen ist es möglich, die jeweils theoretisch auftretenden Verformungen zu simulieren und nachzuvollziehen. Daraus ergeben sich theoretische Spannungsverläufe der Umformung und theoretische Einstellwerte für die Rollformwerkzeuge, die während der Erprobungsphase der Profiliermaschine dann nur noch korrigiert werden müssen. Wenn diese theoretischen Vorgabewerte für die Positionsdaten von der zentralen Datenverarbeitungseinrichtung mitberücksichtigt werden, ergibt sich insbesondere eine sehr viel höhere Effizienz des selbstlernenden oder selbstregelnden Systems; aber auch ganz allgemein kann die Berücksichtigung der theoretischen Vorgabewerte durch die Bedienerperson den Einfahrvorgang beispielsweise nach einem Werkzeugwechsel stark verkürzen.

**[0019]** Eine vorteilhafte Programmierung der zentralen Datenverarbeitungseinrichtung der erfindungsgemäßen Profiliermaschine kann beispielsweise folgendes Verfahren ermöglichen: Ausgehend von den bei der Konstruktion der Rollformwerkzeuge erhaltenen theoretischen Vorgabewerten werden in der Erprobungsphase die Einstellwerte und damit die Positionsdaten der ein-

zelnen Rollformwerkzeuge manuell angepasst und korrigiert, wobei die Datenverarbeitungseinrichtung die theoretischen Vorgabewerte bereits hat und von da aus Positionsdatenverläufe mitprotokolliert. Gleichzeitig protokolliert sie die Verläufe der Formdaten des Werkstücks mit, die sie vom Detektor und/oder von den Messwertaufnehmern erhält. Aus den Positionsdatenverläufen und den Formdatenverläufen ermittelt die Software dann einen funktionalen Zusammenhang zwischen den Positionsdaten und den Formdaten und speichert diesen funktionalen Zusammenhang als Prozessverhaltensmuster ab. Je mehr Erprobungsphasen in dieser Art und Weise durchlaufen werden, desto mehr Prozessverhaltensmuster wird die Software der zentralen Datenverarbeitungseinrichtung zur Verfügung haben, um auf unerwünschte Formabweichungen des Werkstücks entweder dem Bediener entsprechende Vorschläge machen zu können, oder auch gleich die entsprechenden verstellbaren Formwerkzeuge zur vorzugsweise iterativen Korrektur anzusteuern. Dies erhöht wiederum die Produktionssicherheit der Profiliermaschine auch bei ungeübten Bedienern; langfristig kann hierdurch auch ein Unterstützungswerkzeug für die Erprobung neuer Rollformwerkzeuge geschaffen werden, das anhand eines Katalogs von Prozessverhaltensmustern das "Gefühl" eines erfahrenen Technikers nachbildet. Hierzu ist die Software der zentralen Datenverarbeitungseinrichtung zweckmäßigerweise mit Softwarewerkzeugen versehen, die nach Fuzzy-Logic-Prinzipien oder in der Art von neuronalen Netzen arbeiten.

**[0020]** Um das System zu perfektionieren, können weitere Sensoren vorhanden sein, die Sekundärparameter an die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung weiterleiten, welche das Produktionsergebnis ebenfalls beeinflussen können. Hierbei kommen in Frage insbesondere die Vorschubgeschwindigkeit und die Temperatur des Werkstücks, die Art und Temperatur des verwendeten Schmiermittels, die Umgebungstemperatur, die Dicke und Breite des Werkstücks, die Geradheit und Welligkeit des Werkstücks sowie dessen Materialeigenschaften, die von Coil zu Coil völlig unterschiedlich sein können. Diese Sekundärparameter haben zum Teil erheblichen Einfluss auf das Produktionsergebnis, insbesondere durch ungewollte Formabweichungen des Profils, so dass die Software der Datenverarbeitungseinrichtung mit der Zeit "lernen" kann, auf veränderte Sekundärparameter durch entsprechende Korrekturen der Positionen bestimmter ausgewählter Rollformwerkzeuge zu reagieren.

**[0021]** Weiter verbessert wird das System, wenn außer an den Umformstationen auch an weiteren Verarbeitungsstationen, wie insbesondere an zusätzlichen Seitenrollentischen, am Einlauftisch sowie an gegebenenfalls vorgesehenen Zwischenricht- und Richtapparaten weitere Messwertaufnehmer vorhanden sind, mit denen die Form des zu profilierenden Werkstücks erfasst und als Formdatensatz an die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung weitergeleitet wird. Denn auch

die mit solchen zusätzlichen Messwertaufnehmern erfassten Formdaten lassen Rückschlüsse auf die Geeignetheit von bestimmten Prozessverhaltensmustern zu. Umgekehrt können von der Datenverarbeitungseinrichtung auch Vorschläge oder Steuerimpulse für eine gezielte Veränderung der Einstellungen von zusätzlichen Seitenrollentischen, dem Einlauftisch und den Richtapparaten geliefert werden.

**[0022]** Eine erfindungsgemäße Profiliermaschine, die mit Erfassungsmitteln zum Erfassen der Positionsdaten aller verstellbaren Rollformwerkzeuge, mit von der Datenverarbeitungseinrichtung gesteuerten motorischen Verstellelementen, mit vorzugsweise einem Detektor und Messwertaufnehmern sowie einer entsprechend ausgeführten Software für die Datenverarbeitungseinrichtung ausgestattet ist, gibt dem Bediener der Profiliermaschine also nicht nur die Möglichkeit, sehr schnell und kostengünstig von einer Profilform auf eine andere Profilform umzurüsten, sondern kann auch dazu beitragen, die Erprobungsphasen auch von gänzlich neuen Rollformwerkzeugen erheblich zu reduzieren. Das System verbessert sich dabei im Laufe der Zeit immer mehr, bis zur Reproduzierbarkeit der bislang von erfahrenen Technikern nach Gefühl vorgenommenen Feineinstellungen für verschiedene Profilformen und unterschiedlichste Randbedingungen. Das Lernen des Systems erfolgt über ein Nachvollziehen der von einem Techniker von Hand durchgeführten Justierung in einer Erprobungsphase, wobei die Verläufe der Positionsdaten in Echtzeit mit sämtlichen aktuellen Randbedingungen verglichen werden und ein funktionaler Zusammenhang erstellt wird. Hierbei muss die Software nicht vom Stand Null ausgehen, denn aus der CAD-Konstruktion der Rollformwerkzeuge ergibt sich bereits eine Grundeinstellung als erste Näherung. Darüber hinaus ist hierdurch auch ein selbsteinregelndes System möglich, das ausgehend von einer solchen Grundeinstellung das Einjustieren der Profiliermaschine vollkommen selbsttätig übernimmt; ganz abgesehen von der Möglichkeit, eine laufende Qualitätskontrolle mit automatischen Korrekturmaßnahmen zu schaffen.

**[0023]** Das theoretisch nicht fassbare Optimieren der Positionsdaten der Rollformwerkzeuge auf die Produktion einer bestimmten Profilform hin kann also durch die vorliegende Erfindung mit numerischen Näherungsverfahren größtenteils bis vollständig automatisiert werden.

**[0024]** Im Folgenden wird anhand der beigefügten Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Profiliermaschine beschrieben und näher erläutert. Es zeigen in zum Teil schematisierter Darstellung:

- Figur 1 eine perspektivische Darstellung der wesentlichen Elemente einer Profiliermaschine;
- Figur 2 eine einzelne Umformstation aus Figur 1;
- Figur 3 ein Detail aus Figur 1, von der Rückseite gesehen.

**[0025]** Die in Figur 1 in schematischer perspektivischer Darstellung gezeigten Teile einer erfindungsgemäßen Profiliermaschine umfassen im Wesentlichen acht hintereinander angeordnete Umformstationen 1 zum mehrstufigen Umformen eines zu profilierenden Werkstücks 2 sowie eine zentrale Datenverarbeitungseinrichtung 3, die hier durch einen Monitor symbolisiert ist und über Signalleitungen 4 mit Positionsdaten-Erfassungsmitteln 5 an den Umformstationen 1 verbunden ist. Die Umformstationen 1 sind dabei auf einem symbolisch dargestellten Maschinengestell 6 befestigt.

**[0026]** Wie Figur 2 verdeutlicht, die eine Umformstation 1 aus Figur 1 im Detail zeigt, besteht eine Umformstation 1 des vorliegenden Ausführungsbeispiels aus einem Gerüst 7 als Werkzeugaufnahme für zwei Paar Rollformwerkzeuge 8, die im Gerüst 7 auf zwei parallelen, horizontal verlaufenden Wellen 9 gelagert sind, und einem Seitenrollentisch 10 als Werkzeugaufnahme für zwei als Seitenrollen 11 ausgebildete Rollformwerkzeuge.

**[0027]** Die Seitenrollen 11 sind auf Schlitten 12 verschiebbar im Seitenrollentisch 10 befestigt, wobei zwei Verstellelemente 13 für die Verschiebung zuständig sind. Die Verstellelemente 13 dienen gleichzeitig als Erfassungsmittel zum Erfassen der Positionsdaten der beiden Seitenrollen 11, weshalb sie über Signalleitungen 4 mit der Datenverarbeitungseinrichtung 3 in Verbindung stehen.

**[0028]** Das Gerüst 7 besteht im Wesentlichen aus jeweils zwei einander gegenüberstehenden, entlang jeweils zweier Führungssäulen 14 vertikal verschiebbaren Lagerjochen 15, in denen die Wellen 9 der Rollformwerkzeuge 8 gelagert sind. Beiden Wellen 9 und den jeweils zugehörigen Lagerjochen 15 zugeordnet ist jeweils ein Servomotor 16, um eine axiale Verstellung der Position der Rollformwerkzeuge 8 durchzuführen. Die Servomotoren wirken auf jeweils eine Spindel 17, an deren gegenüberliegenden Ende jeweils ein Positionsgeber 18 als Erfassungsmittel zum Erfassen der axialen Position der Rollformwerkzeuge 8 befestigt und über Signalleitungen 4 mit der Datenverarbeitungseinrichtung 3 verbunden ist.

**[0029]** Auch die Höhenverstellung der Lagerjoch 15 an den Führungssäulen 14, die zu einer vertikalen Positionsänderung der Rollformwerkzeuge 8 führt, wird über Erfassungsmittel an die Datenverarbeitungseinrichtung 3 gemeldet und dort dokumentiert, wie am Besten anhand Figur 3 zu erkennen ist, die einen Ausschnitt der in Figur 1 dargestellten Elemente einer erfindungsgemäßen Profiliermaschine von der anderen Seite zeigt: An den beiden Lagerjochen 15 sitzt jeweils ein Positionsgeber 19, der die momentane vertikale Position des jeweiligen Lagerjochs 15 und damit die horizontale Position der Welle 9 und der Rollformwerkzeuge 8 über Signalleitungen 4 an die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung 3 meldet. Diese Positionsgeber 19 können insbesondere Stellmotoren sein, die von der Datenverarbeitungseinrichtung 3 ansteuerbar sind und

die vertikale Verstellung des jeweiligen Lagerjochs völlig unabhängig von den anderen Parametern vornehmen.

**[0030]** Die Signalverarbeitung in der Datenverarbeitungseinrichtung 3 erfolgt in der oben ausführlich beschriebenen Art und Weise.

#### Bezugszeichenliste

10	<b>[0031]</b>	
	1	Umformstation
	2	Werkstück
	3	Datenverarbeitungseinrichtung
15	4	Signalleitung
	5	Positionsdaten-Erfassungsmittel
	6	Maschinengestell
	7	Gerüst
	8	Rollformwerkzeuge
20	9	Welle
	10	Seitenrollentisch
	11	Seitenrolle
	12	Schlitten
	13	Verstellelement
25	14	Führungssäule
	15	Lagerjoch
	16	Servomotor
	17	Spindel
	18	Positionsgeber
30	19	Positionsgeber

#### **Patentansprüche**

- 35 **1.** Profiliermaschine mit mehreren, in Linie hintereinander angeordneten Umformstationen (1) zum mehrstufigen Umformen eines zu profilierenden Werkstücks (2), wobei die Umformstationen (1) mit in Werkzeugaufnahmen (7, 10) gelagerten, in ihrer Position verstellbaren und jeweils paarweise zusammenwirkenden Rollformwerkzeugen (8) versehen sind, zwischen denen das Werkstück (2) hindurchgeführt und dabei umgeformt wird,
- 40 wobei Erfassungsmittel (18, 19) zum Erfassen der Positionsdaten aller verstellbaren Rollformwerkzeuge (8) vorhanden sind,
- 45 wobei alle verstellbaren Rollformwerkzeuge (8, 11) oder deren Werkzeugaufnahmen (7, 10) mit ansteuerbaren motorischen Verstellelementen (13, 16) versehen sind, deren Einstellwerte als Positionsdaten der jeweiligen Rollformwerkzeuge (8, 11) dienen,

**dadurch gekennzeichnet,**

- 50 **dass** eine zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) zum Sammeln und Weiterverarbeiten der Positionsdaten sowie zur Steuerung der motorischen Verstellelemente (13, 16) vorhanden ist, wobei diese zentrale Datenverarbeitungseinrich-



weils an die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) weiterleiten.

## Claims

1. Profiling machine with a plurality of shaping stations (1) disposed in a line one behind the other for multi-stage shaping of a workpiece (2) to be profiled, wherein the shaping stations (1) are provided with roller shaping tools (8) which are mounted in tool carriers (7, 10), are adjustable in their position and in each case co-operate in pairs and between which the workpiece (2) is guided and thereby shaped, wherein sensing means (18, 19) are provided for sensing the position data of all adjustable roller shaping tools (8), and wherein all adjustable roller shaping tools (8, 11) or the tool carriers (7, 10) thereof are provided with controllable motor-driven adjusting elements, the setting values of which serve as position data for the respective roller shaping tools (8, 11), **characterised in that** a central data processing unit (3) is provided for collecting and further processing the position data and also for controlling the motor-driven adjusting elements (13, 16), this central data processing unit (3) being set up so that it stores as a data record for later use all the position data of the roller shaping tools (8, 11) which are optimally adjusted for production.
2. Profiling machine as claimed in Claim 1, **characterised in that** the adjusting elements (13, 16) are constructed as servomotors.
3. Profiling machine as claimed in any one of Claims 1 or 2, **characterised in that** the central data processing unit (3) is set up so that it co-logs all the position data at least during a trial phase of the profiling machine and it prepares the resulting position data trends for further processing or evaluation.
4. Profiling machine as claimed in any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** at least one detector is provided for determining shape data of the final profile shape and is connected to the central data processing unit (3) in order to carry out a comparison of the desired shape data and the actual shape data.
5. Profiling machine as claimed in any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** measured value sensors are provided which are designed so that they determine the shape data of the workpiece (2) to be profiled after each shaping station (1) with adjustable roller shaping tools (8, 11) and pass on these data to the central data processing unit (3).
6. Profiling machine as claimed in any one of Claims
- 4 or 5, **characterised in that** the central data processing unit (3) is set up so that it combines all the position data of the adjustable roller shaping tools (8, 11) with the shape data obtained by the detector and/or by the measured value sensors using the actual shape of the workpiece (2) and taking account of the preset values for the desired shape data of the workpiece (2).
7. Profiling machine as claimed in any one of Claims 1 to 6, **characterised in that** the central data processing unit (3) is set up so that it also takes account of the theoretical preset values for the position data which are computed during the design of the roller shaping tools (8, 11).
8. Profiling machine as claimed in any one of Claims 6 and 7, **characterised in that** the central data processing unit (3) is set up so that during a trial phase of the profiling machine it detects the trends of all the position data of the adjustable roller shaping tools (8, 11) which are modified based on the theoretical preset values, combines these with the trends of the shape data of the workpiece obtained by the detector and/or the measured value sensors, and also by means of approximation methods it produces a functional correlation between the position data and the shape data and stores this as a process behaviour pattern.
9. Profiling machine as claimed in Claim 8, **characterised in that** the central data processing unit (3) is provided with software tools which operate according to fuzzy logic principles or in the manner of neural networks.
10. Profiling machine as claimed in any one of Claims 8 or 9, **characterised in that** the central data processing unit (3) is set up so that in the event that the shape data of the workpiece deviate from the preset values from a stored catalogue of process behaviour patterns the process behaviour pattern which is a best match is selected and from this proposals for the correction of the position data are determined.
11. Profiling machine as claimed in any one of Claims 1 to 10, **characterised in that** further sensors for passing on secondary parameters such as in particular the rate of advance and the temperature of the workpiece, the type and temperature of the lubricant used, the ambient temperature, the thickness and width of the workpiece and the straightness and waviness of the workpiece as well as the material characteristics thereof are provided on the central data processing unit (3).
12. Profiling machine as claimed in any one of Claims

4 to 11, **characterised in that** further measured value sensors which are designed so that they pass on to the data processing unit (3) the shape data of each workpiece to be profiled are also provided on further processing stations, such as in particular additional side roller tables and levelling machines.

## Revendications

1. Machine de profilage avec plusieurs stations de formage (1) arrangées en ligne pour le formage en plusieurs étapes d'une pièce à profiler (2), dans laquelle les stations de formage (1) sont munies d'outils de formage à galets (8) montés dans des porte-outils (7, 10), réglables dans leur position et coopérant chaque fois par paires, entre lesquels la pièce (2) est guidée en même temps qu'elle est formée, dans laquelle il existe des moyens de saisie (18, 19) des données de position de tous les outils de formage à galets réglables (8), dans laquelle tous les outils de formage à galets réglables (8, 11) ou leurs porte-outils (7, 10) sont munis d'éléments de réglage commandables par moteur (13, 16), dont les valeurs de réglage servent de données de position des outils de formage à galets (8, 11) respectifs, **caractérisée par le fait** qu'il existe un dispositif de traitement de données central (3) pour collecter et traiter les données de position ainsi que pour commander les éléments de réglage à moteur (13, 16), ce dispositif de traitement de données central (3) étant conçu ou agencé pour enregistrer sous forme de jeu de données pour une utilisation ultérieure toutes les données de position des outils de formage à galets (8, 11) réglés de manière optimisée pour une production.
2. Machine de profilage selon la revendication 1, **caractérisée par le fait** que les éléments de réglage (13, 16) sont réalisés sous la forme de servomoteurs.
3. Machine de profilage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée par le fait** que le dispositif de traitement de données central (3) est conçu ou agencé de manière à enregistrer dans un protocole toutes les données de position au moins pendant une phase d'essai de la machine de profilage et à mettre en forme les évolutions de données de position qui en résultent pour un traitement ou une exploitation ultérieure(e).
4. Machine de profilage selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée par le fait** qu'il existe au moins un détecteur pour la saisie de

données de forme de la pièce profilée finie, lequel est en liaison avec le dispositif de traitement de données central (3) pour effectuer une comparaison des données de forme nominales ou de consigne et des données de forme réelles.

5. Machine de profilage selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée par le fait** qu'il existe des transducteurs de mesure qui sont conçus de manière à saisir les données de forme de la pièce à profiler (2) après chaque station de formage (1) avec outils de formage à galets réglables (8, 11) et à les transmettre au dispositif de traitement de données central (3).
6. Machine de profilage selon l'une des revendications 4 ou 5, **caractérisée par le fait** que le dispositif de traitement de données central (3) est conçu ou agencé de manière à combiner toutes les données de position des outils de formage à galets réglables (8, 11) avec les données de forme obtenues par le détecteur et/ou les transducteurs de mesure sur la forme réelle de la pièce (2) en tenant compte des valeurs de consigne pour les données de forme nominales de la pièce (2).
7. Machine de profilage selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée par le fait** que le dispositif de traitement de données central (3) est conçu ou agencé de manière à tenir compte des valeurs de consigne théoriques calculées lors de la construction des outils de formage à galets (8, 11) pour les données de position.
8. Machine de profilage selon les revendications 6 et 7, **caractérisée par le fait** que le dispositif de traitement de données central (3) est conçu ou agencé de manière à enregistrer pendant une phase d'essai de la machine de profilage les évolutions de toutes les données de position des outils de formage à galets réglables (8, 11) modifiées par rapport aux valeurs de consigne théoriques, à les corrélérer avec les évolutions des données de forme de la pièce obtenues par le détecteur et/ou les transducteurs de mesure ainsi qu'à établir par des méthodes d'approximation une relation fonctionnelle entre les données de position et les données de forme et à l'enregistrer en tant que modèle de comportement du processus.
9. Machine de profilage selon la revendication 8, **caractérisée par le fait** que le dispositif de traitement de données central (3) est muni d'outils logiciels qui fonctionnent selon

des principes de logique floue ou à la manière de réseaux neuronaux.

10. Machine de profilage selon l'une des revendications 8 ou 9, 5  
**caractérisée par le fait**  
**que** le dispositif de traitement de données central (3) est conçu ou agencé de manière à sélectionner, en cas d'écart des données de forme de la pièce par rapport aux valeurs de consigne, le modèle de comportement du processus le mieux adapté dans un catalogue enregistré de modèles de comportement du processus et à déterminer à partir de cela des propositions de correction des données de position. 10  
 15
11. Machine de profilage selon l'une des revendications 1 à 10, 20  
**caractérisée par le fait**  
**qu'il** existe d'autres capteurs pour transmettre au dispositif de traitement de données central (3) des paramètres secondaires, comme en particulier la vitesse d'avance et la température de la pièce, la nature et la température du lubrifiant utilisé, la température ambiante, l'épaisseur et la largeur de la pièce, la rectitude et l'ondulation de la pièce ainsi que ses caractéristiques de matériau. 25
12. Machine de profilage selon l'une des revendications 4 à 11, 30  
**caractérisée par le fait**  
**qu'il** existe aussi sur d'autres stations de transformation, comme en particulier des tables à galets latéraux et des appareils de dressage supplémentaires, d'autres transducteurs de mesure qui sont conçus de manière à transmettre chacun les données de forme de la pièce à profiler au dispositif de traitement de données central (3). 35  
 40  
 45  
 50  
 55

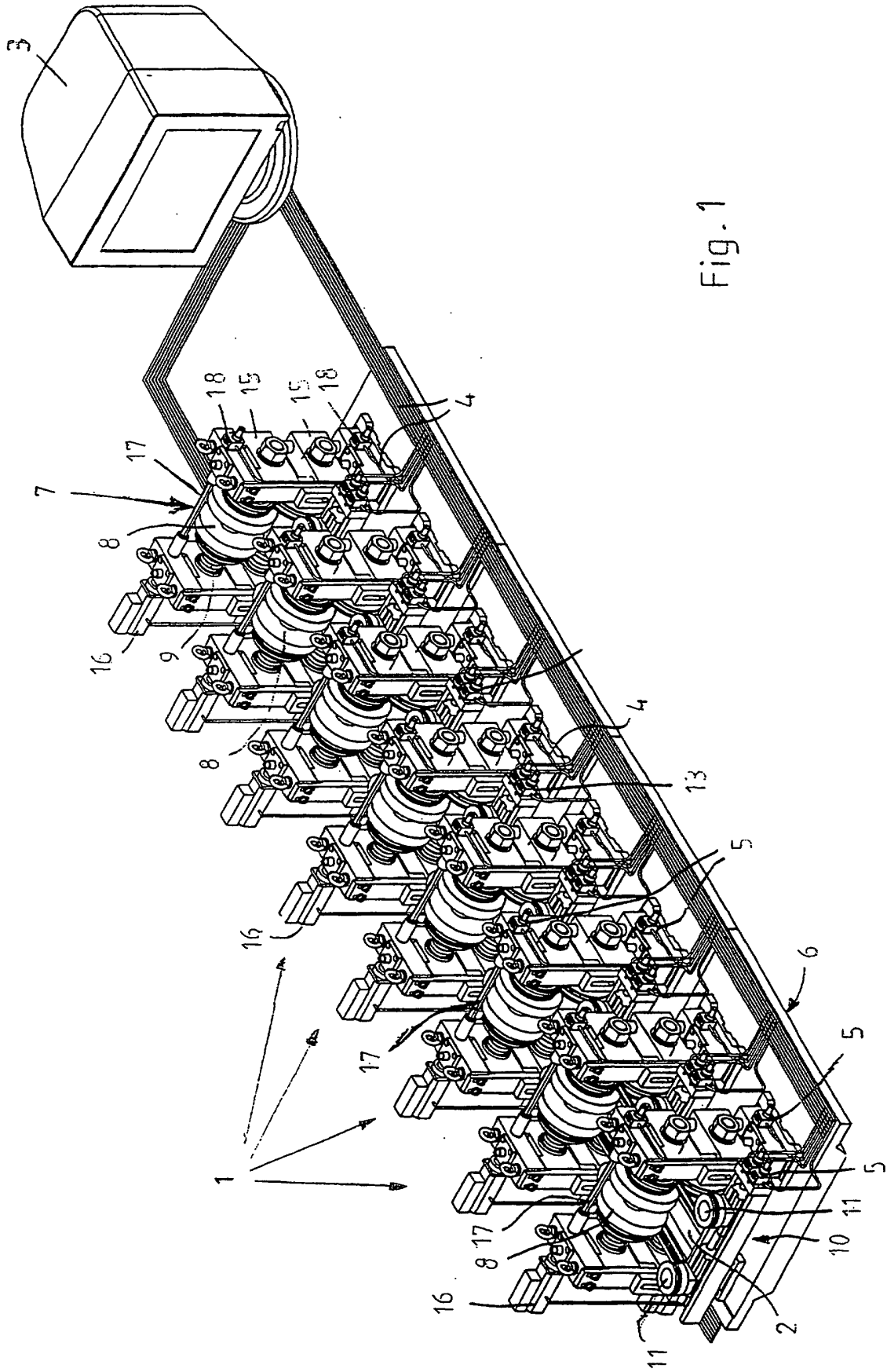


Fig. 1

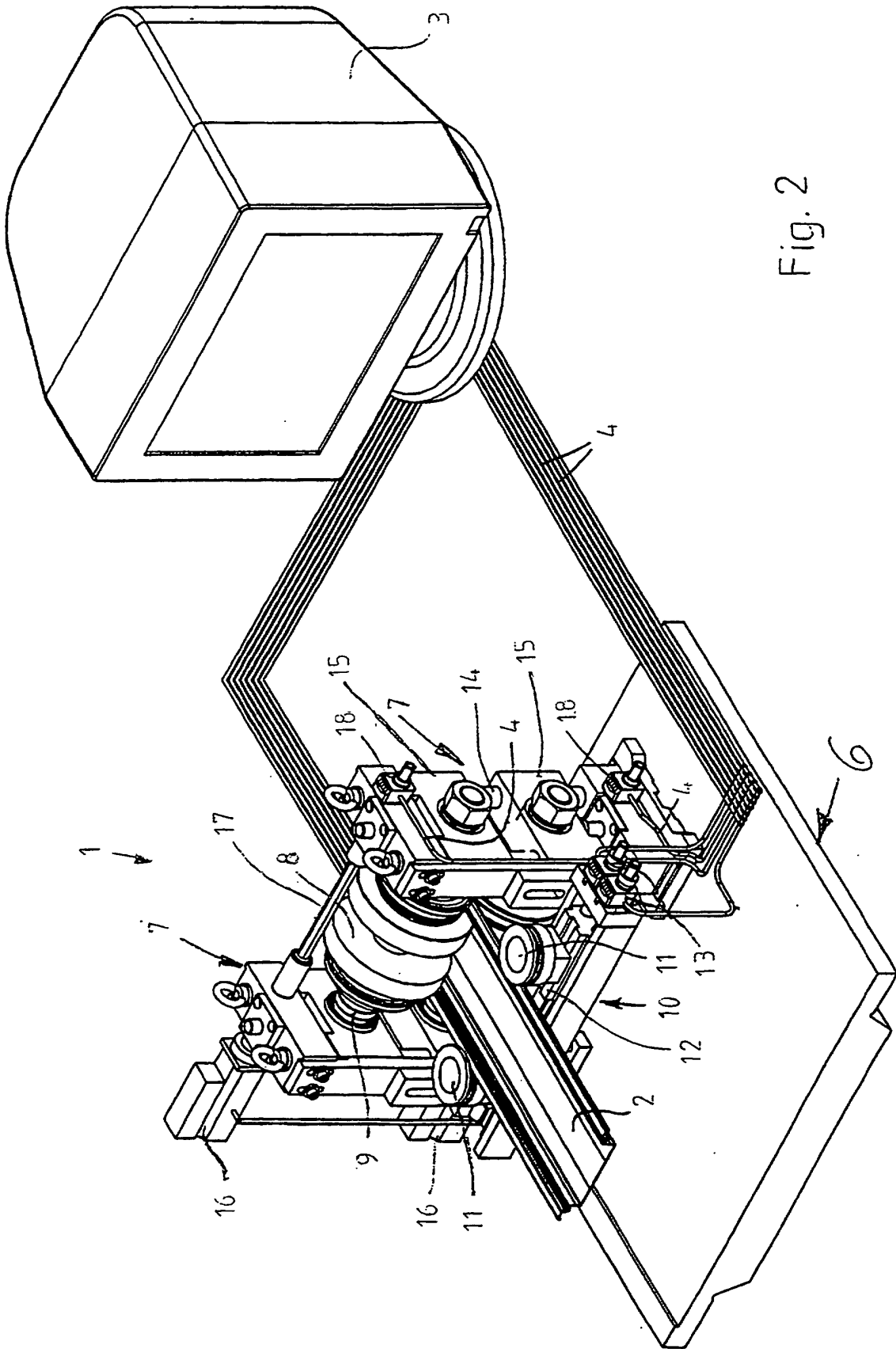


Fig. 2

