(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 245 302 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.10.2002 Patentblatt 2002/40

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

(21) Anmeldenummer: **01107591.8**

(22) Anmeldetag: **27.03.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Dreistern-Werk Maschinenbau GmbH & co. KG**
79650 Schopfheim (DE)

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

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

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

(57) Die Erfindung betrifft eine Profiliermaschine mit mehreren, in Linie hintereinander angeordneten Umformstationen (1). Die Umformstationen (1) sind mit in Werkzeugaufnahmen (7,10) gelagerten, in ihrer Position verstellbaren und jeweils paarweise zusammenwirkenden Rollformwerkzeugen (8) versehen, zwischen denen das Werkstück hindurchgeführt und dabei umgeformt wird. Erfindungsgemäß ist diese Profiliermaschine mit Erfassungsmitteln (18,19) zum Erfassen sämtlicher Positionsdaten aller verstellbaren Rollformwerkzeuge (8) sowie mit einer zentralen Datenverarbeitungseinrichtung (3) zum Sammeln und Weiterverarbeiten der Positionsdaten ausgerüstet. Vorzugsweise kann die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) auch sämtliche verstellbaren Rollformwerkzeuge (8) über motorische Verstellelemente (13) ansteuern, während sie mit einer intelligenten, lernfähigen Software versehen ist, die aus entsprechenden zeitlichen Verläufen der Positionsdaten während einer Erprobungsphase der Profiliermaschine und zeitlichen Verläufen der Formdaten des Profils Prozessverhaltensmuster erarbeitet, anhand deren das Umrüsten und Justieren einer Profiliermaschine (1) deutlich erleichtert wird und mit denen darüber hinaus eine Echtzeit-Qualitätskontrolle und ein selbsttätiges Einregein optimalen Prozessparameter möglich ist.

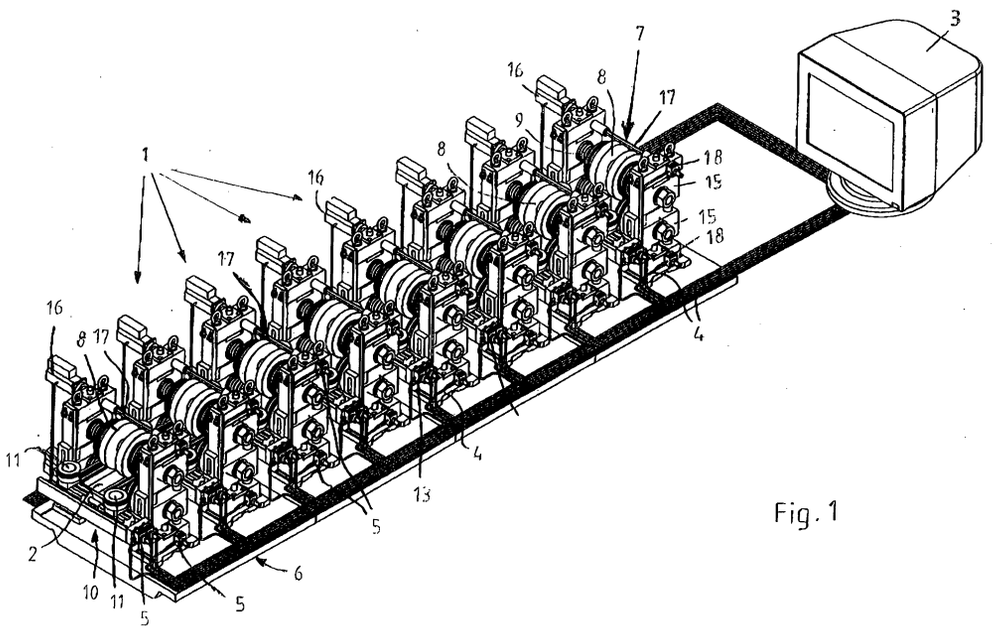

Fig. 1

EP 1 245 302 A1

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, zwischen denen das Werkstück hindurchgeführt und dabei umgeformt wird. Ein typisches Beispiel für eine solche 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 produktionssicherer 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 15 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 kann im einfachsten Fall darin bestehen, dass sämtliche Positionsdaten der für eine Produktion einmal optimiert eingestellten Rollformwerkzeuge als speziell gekennzeichneter 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 Bedienpersonen 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 Bedienperson 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 Datenverarbeitungseinrichtung 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 selbsteinregelnden Systems; aber auch ganz allgemein kann die Berücksichtigung der theoretischen Vorgabewerte durch die Bedienperson 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 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 Korrektureingriffen 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 Lagerjoche 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

[0031]

1	Umformstation
2	Werkstück
3	Datenverarbeitungseinrichtung
4	Signalleitung
5	Positionsdaten-Erfassungsmittel
6	Maschinengestell
7	Gerüst
8	Rollformwerkzeuge
9	Welle
10	Seitenrollentisch
11	Seitenrolle
12	Schlitten
13	Verstellelement
14	Führungssäule
15	Lagerjoch
16	Servomotor
17	Spindel
18	Positionsgeber
19	Positionsgeber

Patentansprüche

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,
dadurch gekennzeichnet,
dass Erfassungsmittel (18, 19) zum Erfassen der Positionsdaten aller verstellbaren Rollformwerkzeuge (8) sowie eine zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) zum Sammeln und Weiterverarbeiten der Positionsdaten vorhanden sind.

2. Profiliermaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass alle verstellbaren Rollformwerkzeuge (8) oder deren Werkzeugaufnahmen (7, 10) mit von der Datenverarbeitungseinrichtung (3) gesteuerten motorischen Verstellelementen (13, 16) versehen sind.

3. Profiliermaschine nach einem der Ansprüche 1

oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Werkzeugaufnahmen (7, 10) mit Verstellelementen (13) zum Verstellen der Positionen der Rollformwerkzeuge (11) versehen sind, deren Einstellwerte als Positionsdaten der jeweiligen Rollformwerkzeuge (11) dienen.

4. Profiliermaschine nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstellelemente (13) als Stellmotoren ausgebildet sind.

5. Profiliermaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) so eingerichtet ist, dass sie sämtliche Positionsdaten der für eine Produktion optimiert eingestellten Rollformwerkzeuge (8, 11) als Datensatz zur späteren Verwendung ablegt.

6. Profiliermaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) so eingerichtet ist, dass sie sämtliche Positionsdaten zumindest während einer Erprobungsphase der Profiliermaschine mitprotokolliert und die sich daraus ergebenden Positionsdatenverläufe zur weiteren Verarbeitung oder Auswertung aufbereitet.

7. Profiliermaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest ein Detektor zur Erfassung von Formdaten der Profilendform vorhanden ist, der mit der zentralen Datenverarbeitungseinrichtung (3) zur Durchführung eines Vergleichs der Soll-Formdaten und der Ist-Formdaten in Verbindung steht.

8. Profiliermaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass Messwertaufnehmer vorhanden sind, die so ausgebildet sind, dass sie die Formdaten des zu profilierenden Werkstücks (2) nach jeder Umformstation (1) mit verstellbaren Rollformwerkzeugen (8, 11) erfassen und an die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) weiterleiten.

9. Profiliermaschine nach einem der Ansprüche 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) so eingerichtet ist, dass sie sämtliche Positionsdaten der verstellbaren Rollformwerkzeuge (8, 11) mit den vom Detektor und/oder von den Messwertaufnehmern erhaltenen Formdaten über die Ist-Form des Werkstücks (2) unter Berücksichtigung der Vorgabewerte für die Soll-Formdaten des Werkstücks (2) verknüpft.

10. Profiliermaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) so eingerichtet ist, dass sie die bei der Konstruktion der Rollformwerkzeuge (8, 11) errechneten theoretischen Vorgabewerte für die Positionsdaten mitberücksichtigt.

11. Profiliermaschine nach den Ansprüchen 9 und 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) so eingerichtet ist, dass sie während einer Erprobungsphase der Profiliermaschine die Verläufe aller von den theoretischen Vorgabewerten ausgehend veränderten Positionsdaten der verstellbaren Rollformwerkzeuge (8, 11) aufnimmt, mit den Verläufen der vom Detektor und/oder den Messwertaufnehmern erhaltenen Formdaten des Werkstücks verknüpft, sowie über Näherungsverfahren einen funktionalen Zusammenhang zwischen den Positionsdaten und den Formdaten herstellt und als Prozessverhaltensmuster abspeichert.

12. Profiliermaschine nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) mit Softwarewerkzeugen versehen ist, die nach Fuzzy-Logic-Prinzipien oder in der Art von neuronalen Netzen arbeiten.

13. Profiliermaschine nach einem der Ansprüche 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) so eingerichtet ist, dass sie bei Abweichungen der Formdaten des Werkstücks von den Vorgabewerten aus einem abgespeicherten Katalog von Prozessverhaltensmustern das am Besten passende Prozessverhaltensmuster auswählt und daraus Vorschläge zur Korrektur der Positionsdaten ermittelt.

14. Profiliermaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass weitere Sensoren zum Weiterleiten von Sekundärparametern, wie 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, an die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) vorhanden sind.

15. Profiliermaschine nach einem der Ansprüche 7 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass auch an weiteren Verarbeitungsstationen, wie insbesondere an zusätzlichen Seitenrollentischen und Richtapparaten, weitere Messwertaufnehmer vorhanden sind, die so ausgebildet sind, dass sie die Formdaten des zu profilierenden Werkstücks jeweils an die zentrale Datenverarbeitungseinrichtung (3) weiterleiten.

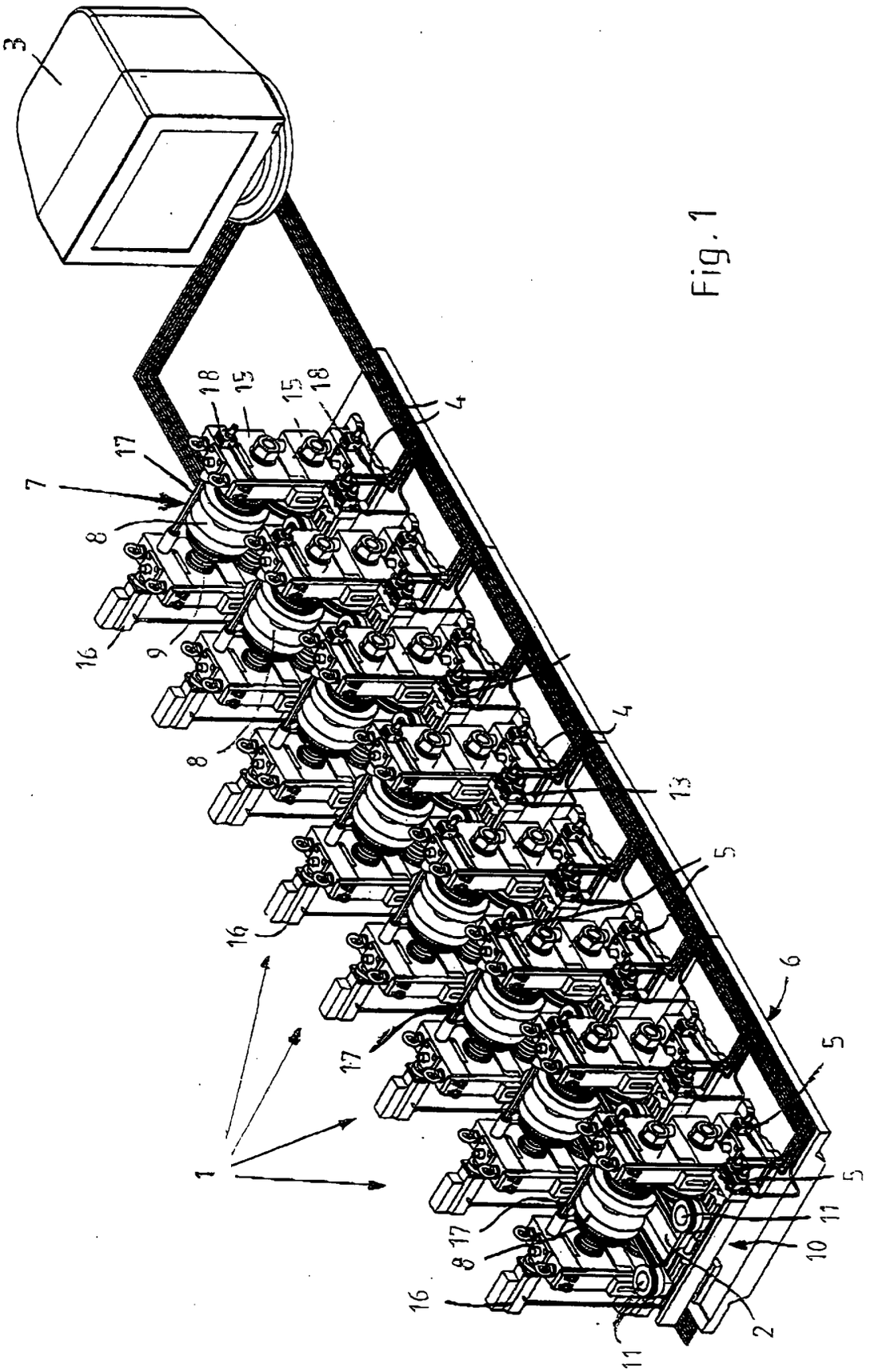

Fig. 1

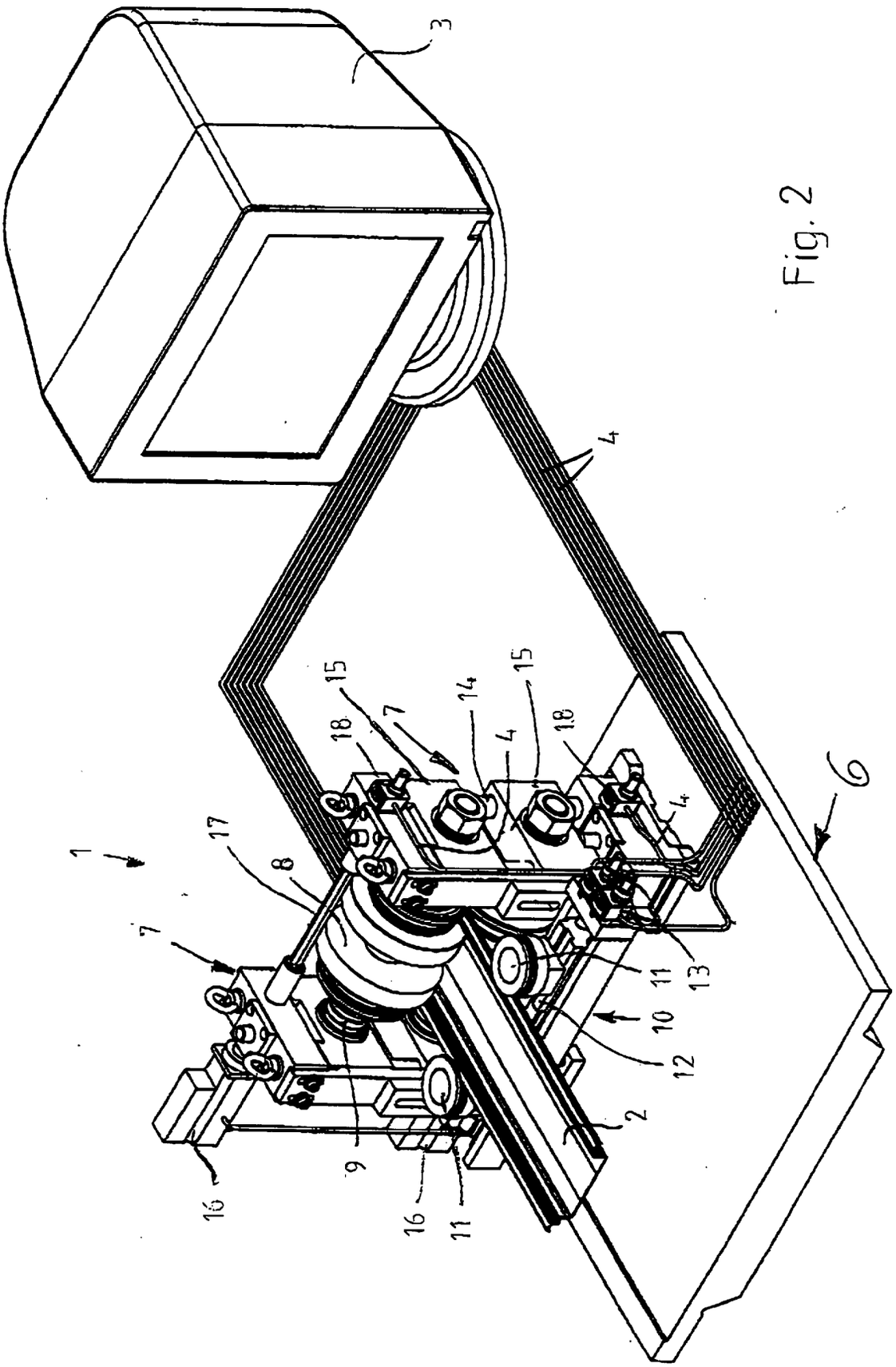

Fig. 2

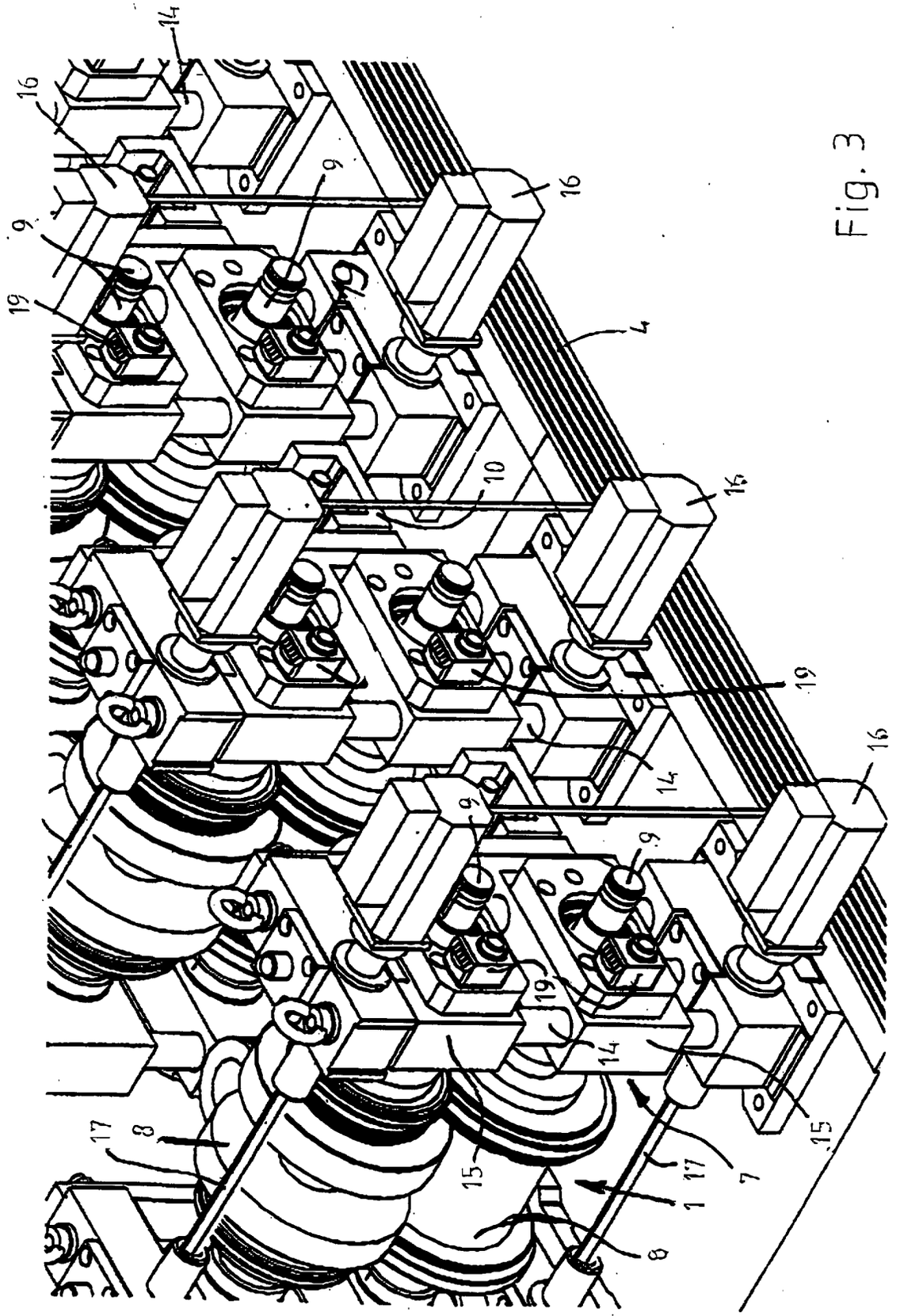

Fig. 3

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 10 7591

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X Y	DE 31 28 126 A (WEIGL BERND E) 3. Februar 1983 (1983-02-03) * Seite 6, Absatz 3; Abbildungen 1,2 *	1-4, 13-15 7-9	B21D5/08
Y	US 4 878 368 A (TOUTANT ROY T ET AL) 7. November 1989 (1989-11-07) * Spalte 3, Zeile 27 - Spalte 5, Zeile 64; Abbildungen 1,3A *	7-9	
A	WO 97 04892 A (SURINA MICHAEL) 13. Februar 1997 (1997-02-13) * Abbildung 1 *	1	
D,A	DE 27 32 233 B (MASCHINEN- UND WERKZEUGBAU GMBH) 30. November 1978 (1978-11-30) * Abbildung 2 *	1	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
B21D G05B B21B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
MÜNCHEN	18. September 2001	Vinci, V

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie,übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 01 10 7591

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-09-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3128126 A	03-02-1983	KEINE	
US 4878368 A	07-11-1989	KEINE	
WO 9704892 A	13-02-1997	CA 2154816 A	28-01-1997
		CA 2176281 A	11-11-1997
		AT 181263 T	15-07-1999
		AU 720605 B	08-06-2000
		AU 6511396 A	26-02-1997
		CZ 9800153 A	12-05-1999
		DE 69602948 D	22-07-1999
		EP 0841998 A	20-05-1998
		JP 11514927 T	21-12-1999
		US 5970764 A	26-10-1999
DE 2732233 B	30-11-1978	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82