



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.02.2021 Patentblatt 2021/08

(51) Int Cl.:
B21D 3/05 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19193157.5**

(22) Anmeldetag: **22.08.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **DREISTERN GmbH & Co.KG**
79650 Schopfheim (DE)

(72) Erfinder: **TRAUB, Tilman**
79395 Neuenburg (DE)

(74) Vertreter: **Lemcke, Brommer & Partner**
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Siegfried-Kühn-Straße 4
76135 Karlsruhe (DE)

(54) **PROFIL-RICHTAPPARAT FÜR EINE PROFILIERANLAGE UND VERFAHREN ZUM KORRIGIEREN VON AXIALEN ABWEICHUNGEN EINES METALLPROFILS**

(57) Die Erfindung betrifft einen Profil-Richtapparat 5 für eine Profilieranlage, die zur Herstellung eines Metallprofils 4 durch Walzprofilieren entlang einer Längsachse 9 des Metallprofils 4 dient, wobei der Profil-Richtapparat 5 zum Korrigieren von axialen Abweichungen des Metallprofils 4 von einer vorgegebenen Profilgeometrie vorgesehen ist, mit einem Gestell 8, mit mindestens zwei zusammenwirkenden, im Gestell 8 gelagerten, das Metallprofil 4 zwischen sich aufnehmenden Korrekturrol-

len 6, 7, die, auf die Längsachse des Metallprofils 4 bezogen, in zwei radialen Richtungen sowie in einer Drehrichtung verstellbar sind.

Der Profil-Richtapparat 5 ist mit Kraftmesssensoren für etwaige, im Metallprofil 4 in einer oder beiden radialen Richtungen wirkenden Kräfte F_y , F_z und für etwaige, im Metallprofil 4 in Drehrichtung um die Längsachse wirkenden Drehmomente M_x ausgerüstet.

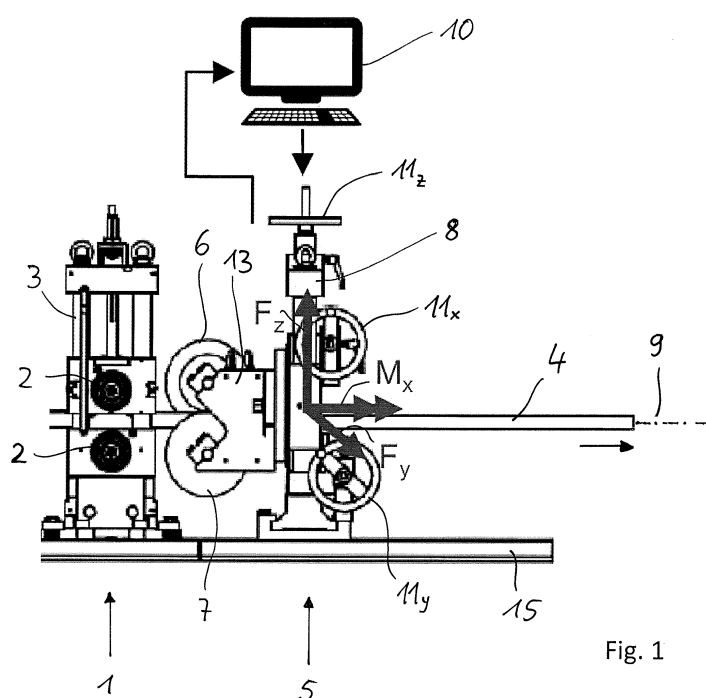


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Profil-Richtapparat nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Dieser Profil-Richtapparat ist für einen Einsatz in einer Profilieranlage vorgesehen, mit der ein Metallprofil mittels Walzprofilieren entlang einer Längsachse des Metallprofils hergestellt wird.

[0002] Ein solcher Profil-Richtapparat ist zum Korrigieren von axialen Abweichungen des Metallprofils von einer vorgegebenen Profilgeometrie vorgesehen. Er umfasst ein Gestell, durch das das Metallprofil durchläuft, und mindestens zwei zusammenwirkende im Gestell gelagerte, das Metallprofil zwischen sich aufnehmende Korrekturrollen, die, auf die Längsachse des Metallprofils bezogen, in zwei radialen Richtungen sowie in einer Drehrichtung verstellbar sind.

[0003] Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Korrigieren von axialen Abweichungen eines Metallprofils von einer vorgegebenen Profilgeometrie in einer Profilieranlage unter Verwendung eines solchen Profil-Richtapparats.

[0004] Eine Profilieranlage fertigt in der Regel aus einem Metallband quasi endlos Profile unterschiedlichster Querschnittsformen, wobei die Bezeichnung "Profil" hier auch Rohre mit einschließen soll. Je nach Profilform kommen hierfür eine Vielzahl von Rollumformwerkzeugen zum Einsatz, die in typischerweise 20 bis 30 in Linie hintereinander angeordneten Umformstationen gruppenweise zusammengefasst sind und das gewünschte Metallprofil mittels stufenweiser Kaltumformung sukzessive einformen. Das Ausgangsmaterial ist meist ein Metallband, es kann sich aber auch um Platinen oder bereits vorgeformte Ausgangsprofile handeln, die in der Profilieranlage zu einem gewünschten Profil umgeformt werden. Vor, zwischen oder nach den Umformstationen weisen Profilieranlagen meist noch weitere Bearbeitungsstationen auf, wie beispielsweise Vorrichtungen zum Einbringen von Öffnungen oder Abbiegungen in das Profil, Kalibriereinrichtungen, Schweißvorrichtungen oder eine Trenneinrichtung zum Ablängen des quasi endlos hergestellten Profils in Profilstücke, die das Endprodukt der Profilieranlage darstellen.

[0005] Insbesondere bei asymmetrischen Profilgeometrien, aber systembedingt auch bei den meisten symmetrischen Profilgeometrien entstehen beim Einformen des Profils in den einzelnen Umformstationen Längsdehnungen im Material, die über den Querschnitt inhomogen verteilt sind. Vor allem dann, wenn diese Längsdehnungen in bleibenden Längungen oder Stauchungen einzelner Profilabschnitte resultieren, kann es nachfolgend zu Abweichungen der Profilgeometrie entlang der Längsachse des Metallprofils kommen, wie z.B. eine Torsion des Metallprofils oder longitudinal fortschreitende Abweichungen von der Längsachse, aufgrund deren das Metallprofil im Ergebnis nicht gerade, sondern leicht gebogen geformt ist.

[0006] Zur Korrektur solcher unerwünschter Gestal-

tabweichungen entlang der Längsachse, d.h. solcher axialer Abweichungen des Metallprofils von der vorgegebenen Profilgeometrie ist es bekannt, einen Profil-Richtapparat der vorliegenden Art in die Profilieranlage einzusetzen. Aufgrund seiner Korrekturrollen, die das durch das Gestell durchlaufende sowie stromaufwärts und/oder stromabwärts des Profil-Richtapparats in Umformstationen eingespannte Metallprofil zwischen sich aufnehmen, kann das Metallprofil axial gebogen oder tordiert werden, indem die Korrekturrollen in radialen Richtungen, die bevorzugt orthogonal zueinander stehen und meist die Horizontale und die Vertikale sind, und/oder in einer Drehrichtung um die Längsachse des Metallprofils verstellt werden. Mit einer solchen axialen Biegung bzw. Torsion, die der Profilrichtapparat in das Metallprofil einbringt, kann einer zuvor genannten axialen Abweichung der Profilgeometrie entgegengewirkt werden, um zu gewährleisten, dass das Profilierungsergebnis ein gerades Metallprofilstück ohne Bogenbildung oder Verdrehung ist.

[0007] Bekannte Profil-Richtapparate werden von erfahrenem Bedienpersonal einer Profilieranlage eingestellt. Zeigt sich beim Einfahren der Profilieranlage, dass das Arbeitsergebnis hinsichtlich etwaiger axialer Abweichungen des Metallprofils von der vorgegebenen Profilgeometrie nicht optimal ist, oder stellt sich im laufenden Betrieb der Profilieranlage heraus, dass solche axialen Abweichungen auftreten oder zunehmen, wirkt das Bedienpersonal diesen Abweichungen entgegen, indem es die Korrekturrollen des Profil-Richtapparats verstellt, um axiale Biegungen oder eine Torsion in das Metallprofil einzubringen, die der zuvor festgestellten Abweichung entgegenwirken.

[0008] Es liegt auf der Hand, dass diese Vorgehensweise erfahrenes Bedienpersonal erfordert und dennoch die Gefahr besteht, dass die Korrektur festgestellter Abweichungen nur in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten gelingt, währenddessen Ausschuss produziert wird.

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Profil-Richtapparat zum Korrigieren von axialen Abweichungen des Metallprofils von einer vorgegebenen Profilgeometrie sowie ein entsprechendes Verfahren unter Verwendung dieses Profil-Richtapparats vorzuschlagen, mit dem drohende axiale Abweichungen des Metallprofils von der vorgegebenen Profilgeometrie zumindest weitgehend automatisch erkannt werden können, so dass das Bedienpersonal unterstützt und weniger Ausschuss produziert wird sowie gegebenenfalls eine automatisierte Korrektur der axialen Abweichungen vorgenommen werden kann.

[0010] Gelöst ist diese Aufgabe durch einen Profil-Richtapparat mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bevorzugte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Profil-Richtapparats finden sich in den Ansprüchen 2 bis 11. Ferner ist diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst, wobei vorteilhafte Weiterbildungen dieses Verfahrens in den An-

sprüchen 14 bis 16 niedergelegt sind.

[0011] Ein Profil-Richtapparat, der wie eingangs beschrieben ein Gestell mit verstellbaren Korrekturrollen für das Metallprofil umfasst, ist demnach erfindungsgemäß mit Kraftmesssensoren für etwaige, auf das Metallprofil in radialen Richtungen, d.h. in zur Längsachse des Metallprofils orthogonalen Richtungen wirkenden Kräfte sowie für etwaige, auf das Metallprofil in Drehrichtung um die Längsachse wirkenden Drehmomente ausgerüstet. Kraftmesssensoren im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Sensoren, die Kräfte und/oder Drehmomente detektieren und insbesondere deren Beträge messen können. Mit solchen Kraftmesssensoren ist es möglich, bereits am Ort des Profil-Richtapparats Spannungen im Metallprofil zu erkennen, die im Ergebnis zu den unerwünschten axialen Abweichungen des Metallprofils von der vorgegebenen Profilgeometrie führen. Es muss also nicht abgewartet werden, wie das Metallprofil am Ausgang der Profilieranlage aussieht, bevor Gegenmaßnahmen am Profil-Richtapparat ergriffen werden können - was naturgemäß wegen der damit verbundenen Totzeit im Regelkreis entsprechenden Ausschuss produziert.

[0012] Die Erfindung beruht somit auf einer grundlegenden Abkehr von der bisherigen Vorgehensweise, bei welcher das am Ausgang der Profilieranlage als Endprodukt vorliegende Metallprofilstück auf axiale Geometrieabweichungen geprüft wurde und etwaige axiale Abweichungen von der vorgegebenen Profilgeometrie (Bogenform, Verdrehungen) zum Anlass genommen wurden, die Korrekturrollen im Profil-Richtapparat zu verstellen, um bewusste axiale Biegungen oder Torsionen in das Metallprofil einzubringen, die die festgestellten axialen Abweichungen kompensieren. Erfindungsgemäß wird nicht erst am Ausgang der Profilieranlage die Geometrie des Metallprofils geprüft, sondern bereits zuvor, im Bereich des Profil-Richtapparats eine Kräftemessung durchgeführt, um erkennen zu können, wenn innere Spannungen im Material existieren, die zu den ungewollten axialen Gestaltabweichungen führen. Hierdurch ist eine viel schnellere Rückkopplung zwischen einer Verstellung des Profil-Richtapparats und den hierdurch erzielten Kompensationsergebnissen möglich. Vor allem ist es möglich, drohende Gestaltabweichungen des Metallprofils bereits an einem Punkt zu erfassen, an dem diesen Gestaltabweichungen entgegengewirkt werden kann. Es liegt auf der Hand, dass hierdurch die Produktion von Ausschuss ganz entscheidend verringert werden kann.

[0013] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Kräftemessung besteht darin, dass etwaige zunehmende Tendenzen der Profilieranlage, Metallprofile mit axialen Gestaltabweichungen zu produzieren, durch die laufende Kräfte- bzw. Momentenüberwachung erkannt und gegebenenfalls mit einem Alarmsignal angezeigt werden können, und zwar bevor Ausschuss produziert wird. Solche zunehmenden Tendenzen für eine axiale Gestaltabweichung ergeben sich mitunter aus einem Verschleiß der Rollumformwerkzeuge, durch etwaige

Verstellungen an einzelnen Umformstationen oder aufgrund etwaiger Materialschwankungen, wie innere Spannungen im Metallband, das zum Metallprofil umgeformt wird, oder Dickenschwankungen des Materials. Axiale Gestaltabweichungen sind mit bloßem Auge nicht immer in der erforderlichen Genauigkeit erkennbar, so dass es im Stand der Technik durchaus vorkam, dass relativ viel Ausschuss produziert wurde, bevor es auffiel, dass die hergestellten Metallprofile axiale Gestaltabweichungen außerhalb der vorgegebenen Toleranzen aufweisen.

[0014] Selbst eine laufende automatisierte Überwachung der geometrischen Form der Metallprofile am Ausgang der Profilieranlage kann nicht verhindern, dass etwaige Gegenmaßnahmen durch den Profil-Richtapparat immer erst nachträglich bzw. mit zeitlicher Verzögerung wirksam werden, d.h. auch hier wird Ausschuss produziert; wenn mehrere Iterationen bei der Korrektur von axialen Abweichungen des Metallprofils notwendig sind, vervielfacht sich dieser Ausschuss entsprechend.

[0015] Besondere Vorteile ergeben sich, wenn, wie dies im Rahmen der vorliegenden Erfindung bevorzugt ist, die Korrekturrollen des Profil-Richtapparats mittels Verstellantrieben motorisch verstellbar sind und eine Steuereinheit vorhanden ist, die mit den Kraftmesssensoren wirkverbunden ist und die Verstellantriebe ansteuert. Mit dieser bevorzugten Variante der Erfindung kann das Korrigieren von axialen Gestaltabweichungen des Metallprofils automatisiert werden. Dies spart nicht nur Kosten, weil das bislang notwendige erfahrene Personal nicht mehr vorgehalten werden muss, sondern es wird auch möglich, aufgrund der gemessenen Kräfte und Drehmomente entsprechende Gegenkräfte bzw. Gegen Drehmomente zu erzeugen, indem die Korrekturrollen auf der Basis von in der Steuereinheit vorgenommenen Berechnungen verstellt werden. Dies ersetzt nicht nur die Erfahrung des erfahrenen Personals, sondern kann auch rascher zum gewünschten Ziel führen. Denn mit entsprechenden Algorithmen erübrigen sich Trial-and-Error-Iterationen zumindest weitgehend.

[0016] Besonders einfach können mit motorisch verstellbaren Korrekturrollen des erfindungsgemäßen Profil-Richtapparats erstmals auftretende oder sich verstärkende Tendenzen zu axialen Gestaltabweichungen des Metallprofils nicht nur (durch die Kraftmesssensoren) erkannt, sondern instantan kompensiert werden.

[0017] Die erfindungsgemäße Ausrüstung eines Profil-Richtapparats mit Kraftmesssensoren, mit oder ohne motorische Verstellantriebe für die Korrekturrollen, führt zu einem in sich abgeschlossenen System, das ohne große Anpassungsarbeiten in bereits bestehende Profilieranlagen integriert werden kann, d.h. der erfindungsgemäße Profil-Richtapparat eignet sich vorteilhafterweise auch zum Nachrüsten bereits bestehender Profilieranlagen.

[0018] Insbesondere ein erfindungsgemäßer Profil-Richtapparat mit motorischer Verstellung der Korrekturrollen und einer Steuereinheit für die Verstellantriebe

kann zusätzlich mit einer Messstation zur Erfassung der longitudinalen Profilgeometrie des Metallprofils am Ausgang der Profilieranlage wirkverbunden werden, d.h. zur Berechnung von Verstellungen der Korrekturrollen, die zum Korrigieren von etwaigen axialen Gestaltabweichungen notwendig sind, können zusätzlich zu den von den Kraftmesssensoren gemessenen Kräften bzw. Drehmomenten auch die geometrischen Messwerte der Messstation herangezogen werden, um beispielsweise die Berechnungen laufend zu optimieren und/oder zusätzliche Verstellungen der Korrekturrollen vorzunehmen, wenn die Messstation etwa weiterhin axiale Abweichungen von der vorgegebenen Profilgeometrie detektiert.

[0019] Hierbei kann die Steuereinheit solcherart mit einem Algorithmus programmiert sein, dass sie von der Messstation erhaltene Geometriedaten mit den von den Kraftmesssensoren ermittelten Beträgen der Kräfte und/oder Drehmomente verknüpft, um Zusammenhänge der ermittelten Beträge der Kräfte und Drehmomente mit den Geometriedaten desselben Profilabschnitts sowie Zusammenhänge von Änderungen der ermittelten Beträge der Kräfte und Drehmomente mit Änderungen der Geometriedaten desselben Profilabschnitts zu erkennen, und diese Zusammenhänge bei der Steuerung der Verstellantriebe berücksichtigt, und insbesondere im Sinne eines maschinellen Lernens zur fortlaufenden Optimierung des Algorithmus verwendet.

[0020] Die Korrekturrollen des erfindungsgemäßen Profil-Richtapparats werden vorzugsweise unter Beibehaltung ihrer relativ zueinander eingenommenen Positionen verstellt, da sie auf das Metallprofil als Ganzes einwirken sollen, ohne den Profilquerschnitt zu beeinflussen.

[0021] Stromaufwärts und/oder stromabwärts der Korrekturrollen können, von diesen axial beabstandet, Führungsrollen zum Führen des durchlaufenden Metallprofils vorgesehen sein. Mit solchen Führungsrollen kann das Metallprofil im Profil-Richtapparat gebogen und/oder tordiert werden, ohne eine benachbarte Umformstation als Nullposition des Metallprofils mit einbeziehen zu müssen. Dies ermöglicht nicht nur einen weitgehend autonomen Betrieb des Profil-Richtapparats, sondern kann reproduzierbare Randbedingungen bei der Kräfte- und Momentenmessung gewährleisten - letzteres könnte je nach Art einer benachbarten Umformstation problematisch sein.

[0022] Hierbei können die Kraftmesssensoren zumindest zum Teil im Bereich der Führungsrollen angeordnet sein. Wenn sich die Führungsrollen, bezogen auf eine Bewegungsrichtung des Metallprofils, stromaufwärts der Korrekturrollen befinden, optimieren sich hierdurch die oben beschriebenen Vorteile einer Korrekturmöglichkeit ohne Totzeit, also ohne dass Ausschuss produziert wird.

[0023] Es ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung jedoch bevorzugt, die Kraftmesssensoren zumindest zum Teil an den Korrekturrollen, an deren Lagern im Gestell und/oder an der Verstellmechanik für die Korrektur-

rollen anzuordnen. Insbesondere das Erkennen von zunehmenden Tendenzen für eine axiale Gestaltabweichung des Metallprofils kann an dieser Stelle optimal erfolgen.

[0024] Die erfindungsgemäßen Verfahren zum Korrigieren von axialen Abweichungen eines Metallprofils von einer vorgegebenen Profilgeometrie in einer Profilieranlage bestehen im Kern darin, einen erfindungsgemäßen Profil-Richtapparat zu verwenden, um axiale Abweichungen des Metallprofils zu korrigieren.

[0025] Das erste erfindungsgemäße Verfahren erschöpft sich allerdings nicht darin, lediglich zunehmende Tendenzen von axialen Abweichungen durch Verschleiß, Materialschwankungen oder Einstellarbeiten an einzelnen Umformstationen zu erkennen, sondern es soll auch das Einrichten des Profil-Richtapparats unterstützen: Das Metallprofil wird zunächst in den Profil-Richtapparat, der in die Profilieranlage integriert oder dieser nachgeordnet ist und sich in einer Nullposition befindet, eingefahren. Bevor es eine stromabwärts des Profil-Richtapparats gegebenenfalls angeordnete Bearbeitungsstation erreicht, werden mittels der Kraftmesssensoren etwaige radiale Kräfte und/oder etwaige Drehmomente im Metallprofil ermittelt und daraus Verstellwerte für ein Verstellen der Korrekturrollen in einer oder beiden radialen Richtungen und/oder in Drehrichtung errechnet, mit denen die Korrekturrollen zu verstellen sind, um drohende axiale Abweichungen des Metallprofils von der vorgegebenen Profilgeometrie zu korrigieren. Vorzugsweise wird das Profil für die initialen Messungen im Profil-Richtapparat gestoppt. Ausgehend von diesen ersten bestimmten Verstellwerten werden im weiteren Betrieb der Anlage Veränderungen in den wirkenden Kräften/Momenten erfasst und aus diesen auf veränderte Profilgeometrien geschlossen. Aufbauend darauf werden fortlaufend Zielwerte für ein kontinuierliches Nachstellen des Richtapparats bestimmt.

[0026] Im zweiten erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Profil-Richtapparat verwendet, der Verstellantriebe zum motorischen Verstellen der Korrekturrollen sowie eine Steuereinheit für die Verstellantriebe besitzt. Die Kraftmesssensoren geben etwaige ermittelte Kräfte und/oder Drehmomente in die Steuereinheit des Profil-Richtapparats ein, die Steuereinheit errechnet daraus Verstellwerte für ein Verstellen der Korrekturrollen in einer oder beiden radialen Richtungen (meist horizontal und vertikal) und/oder in Drehrichtung und steuert die Verstellantriebe an, um die Korrekturrollen entsprechend der Verstellwerte zu verstellen.

[0027] Wenn der Profil-Richtapparat im Einrichtbetrieb der Profilieranlage herkömmlich von Hand eingestellt wird, um Profilstücke ohne axiale Abweichungen von der vorgesehenen Profilgeometrie zu fertigen, werden Änderungen der gemessenen Kräfte bzw. Drehmomente an die Steuereinheit übermittelt, in welcher mit einem geeigneten Algorithmus errechnet wird, wie die Korrekturrollen, gegebenenfalls unter Berücksichtigung eines Schwellenwerts für die detektierten Änderungen, radial,

insbesondere vertikal und/oder horizontal weiter verstellt und/oder um die Längsachse des Metallprofils verdreht werden müssen, um die im Metallprofil wirkenden, veränderten inneren Spannungen zu neutralisieren bzw. diesen so entgegenzuwirken, dass unerwünschte axiale Abweichungen von einer vorgegebenen Profilgeometrie korrigiert werden. Mit den entsprechenden Ergebnissen steuert die Steuereinheit die Verstellantriebe des Profil-Richtapparats an und verstellt die Korrekturrollen entsprechend.

[0028] Alternativ kann die Steuereinheit auch Handlungsanweisungen zum händischen Verstellen der Korrekturrollen an Bedienpersonen ausgeben, die dann anstatt der Stellantriebe als Stellglied agieren. Mit dieser Alternative kann auch ein Profil-Richtapparat ohne Verstellantriebe verwendet werden.

[0029] Als vorteilhafte Ausgestaltung dieses erfindungsgemäßen Verfahrens wird stromabwärts des Profil-Richtapparats eine Messstation zum geometrischen Vermessen des Metallprofils angeordnet, in der etwaige axiale Abweichungen des Metallprofils von der vorgegebenen Profilgeometrie erkannt werden. In diesem Fall können die aus den gemessenen Kräften bzw. Drehmomenten errechneten Verstellwerte für ein Verstellen der Korrekturrollen, um axiale Abweichungen des Metallprofils von der vorgegebenen Profilgeometrie zu korrigieren, anhand der geometrischen Messdaten der Messstation überprüft und gegebenenfalls korrigiert bzw. optimiert werden. Dies erfolgt bevorzugt mittels entsprechender Korrekturwerte beim Errechnen der Verstellwerte für die Korrekturrollen.

[0030] Es kann auch ein selbstlernender Algorithmus zum Errechnen der Verstellwerte verwendet werden, der sich anhand der geometrischen Messdaten der Messstation fortlaufend optimiert und so beispielsweise nach einer entsprechenden Lernphase auch den Einrichtbetrieb übernehmen kann. Hierzu können insbesondere von der Messstation erhaltene Geometriedaten mit den von den Kraftmesssensoren ermittelten Beträgen der Kräfte und/oder Drehmomente verknüpft werden, um Zusammenhänge der ermittelten Beträge der Kräfte und Drehmomente mit den Geometriedaten desselben Profilabschnitts sowie Zusammenhänge von Änderungen der ermittelten Beträge der Kräfte und Drehmomente mit Änderungen der Geometriedaten desselben Profilabschnitts erkannt, und diese Zusammenhänge bei der Steuerung der Verstellantriebe berücksichtigt werden.

[0031] Ein Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäß ausgestalteten Profil-Richtapparat und das mit diesem durchgeführte Korrekturverfahren wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben und näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäß ausgebildeten Profil-Richtapparat im Einbauszustand in einer Profilieranlage;

Figur 2 den ausgebauten Profil-Richtapparat aus Fi-

gur 1 in Vergrößerung, in einer seitlichen Ansicht;

Figur 3 den Profil-Richtapparat aus Figur 2 in einer um 90° um die Hochachse gedrehten Ansicht;

Figur 4 ein zweites Ausführungsbeispiel für einen in eine Profilieranlage eingebauten Profil-Richtapparat.

[0032] Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung einen Ausschnitt aus einer Profilieranlage mit einer Vielzahl von Umformstationen 1 (von denen der besseren Übersichtlichkeit wegen nur eine dargestellt ist) mit Rollumformwerkzeugen 2, die in einem Gerüst 3 gelagert sind und auf ein durchlaufendes Metallprofil 4 - oder anfangs ein Metallband - einwirken. Ein in diese Profilieranlage integrierter Profil-Richtapparat 5 ist direkt stromabwärts der hier dargestellten Umformstation 1 angeordnet und umfasst ein Gestell 8 mit einer oberen 6 und einer unteren Korrekturrolle 7, welche das durch das Gestell 8 durchlaufende Metallprofil 4 zwischen sich aufnehmen. Wie mittels Pfeilen F_z , F_y und M_x angedeutet ist, sind im Gestell 8 des Profil-Richtapparats 5 Kraftmesssensoren (direkt nicht sichtbar) angeordnet, mit denen etwaige Kräfte und Drehmomente gemessen werden können, und zwar, bezogen auf eine Längsachse 9 des Metallprofils 4, radiale, d.h. quer zur Längsachse 9 wirkende Kräfte in horizontaler Richtung (F_y), in vertikaler Richtung (F_z) sowie Drehmomente (M_x), die um die Längsachse 9 wirken. Die Kraftmesssensoren geben die Messwerte in eine Steuereinheit 10 ein, welche ihrerseits Verstellantriebe 11_x , 11_y und 11_z ansteuert, die hier durch Handkurbeln symbolisiert sind. Mittels der Verstellantriebe 11_x , 11_y , 11_z können die Korrekturrollen 6, 7, in ihrer relativ zueinander eingenommenen Position unverändert, in vertikaler und/oder horizontaler Richtung quer zur Längsachse 9 des Metallprofils 4, und/oder in Drehrichtung um die Längsachse 9 des Metallprofils 4 verstellt werden.

[0033] Die Figuren 2 und 3 stellen den Profil-Richtapparat 5 aus Figur 1 als solchen vergrößert dar, und zwar in einer seitlichen Ansicht (Figur 2) und in einer Frontansicht (Figur 3) in Richtung der Längsachse 9 des Metallprofils 4 gesehen.

[0034] Die obere Korrekturrolle 6 und die untere Korrekturrolle 7 sind profilspezifisch ausgebildet und daher vorliegend durch strichpunktierte Linien nur angedeutet. Hierdurch sind Korrekturrollenachsen 12 sichtbar, die mit einer Halterung 13 solcherart im Gestell 8 gelagert sind, dass ihre relative Position zueinander immer konstant bleibt. Die Verstellantriebe 11 sind mit Handkurbeln symbolisiert, da die vorliegende Erfindung nicht auf eine motorische Verstellung der Korrekturwalzen beschränkt ist. Der Verstellantrieb 11_z ermöglicht, die Halterung 13 und somit die Korrekturrollenachsen 12 gemeinsam nach oben und unten zu verschieben; es handelt sich also um eine Vertikalverstellung. Der Verstellantrieb 11_y ver-

schiebt die Halterung 13 bzw. die Korrekturrollenachsen 12 senkrecht zur Längsachse 9 des Metallprofils 4 horizontal, sodass es sich um eine Horizontalverstellung handelt. Mit dem Verstellantrieb 11_x wird schließlich die Halterung 13 der Korrekturrollenachsen 12 als Ganzes um die Längsachse 9 in oder gegen den Uhrzeigersinn gedreht, wodurch eine Torsionsverstellung gebildet wird.

[0035] Dadurch, dass der Profil-Richtapparat 5 mit Befestigungsschrauben 14 fest an einem Unterbau 15 (Figur 1) angebracht ist und das Metallprofil 4 in der stromaufwärtigen Umformstation 1 fest eingespannt ist, kann durch eine radiale Verstellung der Korrekturrollen 6, 7 mittels der vertikalen und/oder horizontalen Verstellantriebe 11_z , 11_y eine axial fortschreitende Biegung in das Metallprofil 4 eingebracht werden, um etwaige, im Material vorhandene Spannungen auszugleichen, die zu einer entgegengesetzten Biegung und damit zu einer axialen Abweichung von der vorgegebenen Profilgeometrie führen würden. In entsprechender Weise ermöglicht der Verstellantrieb 11_x in Drehrichtung eine Torsion des Metallprofils 4 gegenüber der in der Umformstation 1 definierten Nulllage, wodurch etwaige Verdrehungen des Metallprofils 4 bzw. innere Spannungen, die zu solchen Verdrehungen führen würden, korrigiert werden können.

[0036] Figur 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Profil-Richtapparat 5, wobei sich dieses Ausführungsbeispiel nur durch eine stromabwärts des Profil-Richtapparats 5 angeordnete Messstation 16 zum geometrischen Vermessen des Metallprofils 4 vom Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 unterscheidet. Die Messstation 16 ist zweckmäßigerweise am Ausgang der Profilieranlage angeordnet und hier nur angedeutet, da es bereits entsprechende Messeinrichtungen zur Geradheitsmessung eines Profils gibt. Wie in Figur 4 außerdem angedeutet ist, werden auch die Messdaten der Messstation 16 in die Steuereinheit 10 eingegeben und von dieser beim Ansteuern der Verstellantriebe 11 berücksichtigt.

[0037] Die vorliegenden Ausführungsbeispiele sind zum Einen dazu vorgesehen, etwaige Kräfte F_z , F_y , die in den beiden zur Längsachse 9 des Metallprofils 4 stehenden orthogonalen Richtungen (vertikal und horizontal) wirken, sowie etwaige Drehmomente M_x um die Längsachse 9 zu detektieren und bei Veränderungen im laufenden Betrieb einen Warnhinweis zu geben, da solche Änderungen der Kräfte bzw. Drehmomente auf ungewollte axiale Abweichungen des Metallprofils 4 von der vorgegebenen Profilgeometrie hinweisen können. Zum Anderen verwirklichen die Ausführungsbeispiele eine bevorzugte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung, nach welcher die Korrekturrollen 6, 7 bzw. deren Korrekturrollenachsen 12 mittels Verstellantrieben 11 motorisch verstellbar sind und vorzugsweise bereits beim Einrichtbetrieb der Profilieranlage zum Einsatz kommen können. Hierzu wird, wie insbesondere anhand Figur 1 verdeutlicht wird, das Metallprofil 4 in den Profilrichtapparat 5 eingefahren und gegebenenfalls dort gestoppt, bevor es stromabwärts in eine (hier nicht darge-

stellte) Trennmaschine zum Abtrennen von Profilstücken gelangt. Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle erwähnt, dass stromabwärts des Profil-Richtapparats 5 auch noch weitere Bearbeitungsstationen bis hin zu einer Zuführung eines zweiten Metallbands, einer Schweißstation oder einer Anzahl weiterer Umformstationen nachgeordnet sein könnten.

[0038] Mittels der Kraftmesssensoren können sodann etwaige vertikale und horizontale Kräfte F_z , F_y ermittelt werden, die auf innere Spannungen hinweisen, die zu einer axialen Bogenbildung führen können. Diese Kräfte werden zweckmäßigerweise in den Lagern der Korrekturrollenachsen 12 gemessen, die in Linie mit den Rollumformwerkzeugen 2 der stromaufwärtig letzten Umformstation 1 stehen. In entsprechender Weise wird auch ein etwa auf die Korrekturrollen 6, 7 wirkendes Drehmoment M_x im Metallprofil 4 gemessen, das in Drehrichtung um die Längsachse 9 des Metallprofils 4 wirkt und zu einer Torsion des fertigen Metallprofils 4 führen kann.

[0039] Etwa gemessene Kräfte F_y , F_z bzw. Drehmomente M_x werden an die Steuereinheit 10 übermittelt, in welcher mit einem geeigneten Algorithmus aus diesen Messwerten errechnet wird, wie die Korrekturrollen 6, 7 vertikal und/oder horizontal verstellt und/oder um die Längsachse 9 des Metallprofils 4 verdreht werden müssen, um die im Metallprofil 4 wirkenden inneren Spannungen zu neutralisieren bzw. diesen so entgegenzuwirken, dass unerwünschte axiale Abweichungen von einer vorgegebenen Profilgeometrie korrigiert werden. Mit den entsprechenden Ergebnissen steuert die Steuereinheit 10 die Verstellantriebe 11 des Profil-Richtapparats 5 an und verstellt die Korrekturrollen 6, 7 bzw. deren Halterung 13 entsprechend.

[0040] Selbst wenn der Profil-Richtapparat 5 im Einrichtbetrieb der Profilieranlage herkömmlich von Hand eingestellt wird, um Profilstücke ohne axiale Abweichungen von der vorgesehenen Profilgeometrie zu fertigen, verbessert die motorische Verstellbarkeit der Korrekturrollen 6, 7 den weiteren Betrieb der Profilieranlage. In diesem Fall werden Änderungen der gemessene Kräfte F_y , F_z bzw. Drehmomente M_x an die Steuereinheit 10 übermittelt, in welcher mit einem geeigneten Algorithmus errechnet wird, wie die Korrekturrollen 6, 7 vertikal und/oder horizontal weiter verstellt und/oder um die Längsachse 9 des Metallprofils 4 verdreht werden müssen, um die im Metallprofil 4 wirkenden, veränderten inneren Spannungen zu neutralisieren bzw. diesen so entgegenzuwirken, dass unerwünschte axiale Abweichungen von einer vorgegebenen Profilgeometrie korrigiert werden. Mit den entsprechenden Ergebnissen steuert die Steuereinheit 10 die Verstellantriebe 11 des Profil-Richtapparats 5 an und verstellt die Korrekturrollen 6, 7 bzw. deren Halterung 13 entsprechend.

[0041] Axiale Abweichungen des Metallprofils 4 von der vorgegebenen Profilgeometrie werden also in beiden Ausführungsbeispielen schon ausgangs der Umformstation 1 korrigiert, wobei zwischen dem Erkennen von Ursachen für axiale Gestaltabweichungen und der Korrek-

tur derselben keine Totzeit liegt; es wird also kein Ausschuss produziert.

[0042] Das modifizierte Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 kann das eben beschriebene Verfahren optimieren, indem stromabwärts des Profilrichtapparats 5 mittels der lediglich angedeuteten Messstation 16 die Profilgeometrie vermessen wird. Zweckmäßigerweise geschieht dies ganz am Ende der Profilieranlage, nach dem Auftrennen des Metallprofils 4 in einzelne Profilstücke. Hierdurch kann erkannt werden, falls trotz Korrektur doch noch axiale Abweichungen des Metallprofils 4 von der vorgegebenen Profilgeometrie vorliegen, der Algorithmus der Steuereinheit 10 also nicht zum optimalen Korrekturergebnis geführt hat. Die Messwerte der Messstation 16 werden ebenfalls in die Steuereinheit 10 rückgemeldet und dort vom Algorithmus berücksichtigt, indem entweder die Berechnung fallbezogen korrigiert wird oder der Algorithmus fortlaufend optimiert wird.

Patentansprüche

1. Profil-Richtapparat (5) für eine Profilieranlage, die zur Herstellung eines Metallprofils (4) durch Walzprofilieren entlang einer Längsachse (9) des Metallprofils (4) dient, wobei der Profil-Richtapparat (5) zum Korrigieren von axialen Abweichungen des Metallprofils (4) von einer vorgegebenen Profilgeometrie vorgesehen ist, mit einem Gestell (8) und mit mindestens zwei zusammenwirkenden, im Gestell (8) gelagerten, das Metallprofil (4) zwischen sich aufnehmenden Korrekturrollen (6, 7), die, auf die Längsachse des Metallprofils (4) bezogen, in mindestens zwei radialen Richtungen sowie in mindestens einer Drehrichtung verstellbar sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Profil-Richtapparat (5) mit Kraftmesssensoren für etwaige, auf das Metallprofil (4) in radialen Richtungen wirkenden Kräfte (F_y , F_z) und für etwaige, auf das Metallprofil (4) in Drehrichtung um die Längsachse (9) wirkenden Drehmomente (M_x) ausgerüstet ist.
2. Profil-Richtapparat nach Anspruch 1, der so ausgebildet ist, dass er einen Alarm anzeigt und/oder ein Alarmsignal ausgibt, wenn sich die von den Kraftmesssensoren ermittelten Beträge der Kräfte (F_y , F_z) oder Drehmomente (M_x) über einen vorgegebenen Schwellenwert hinaus verändern.
3. Profil-Richtapparat nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Korrekturrollen (6, 7) mittels Verstellantrieben (11_x , 11_y , 11_z) motorisch verstellbar sind und wobei der Profil-Richtapparat (5) außerdem mit einer Steuereinheit (10) für die Verstellantriebe (11_x , 11_y , 11_z) versehen ist, die mit den Kraftmesssensoren wirkverbunden ist.

4. Profil-Richtapparat nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Korrekturrollen (6, 7) unter Beibehaltung ihrer relativ zueinander eingenommenen Positionen verstellbar sind.
5. Profil-Richtapparat nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Korrekturrollen (6, 7) in zwei orthogonal zueinander stehenden radialen Richtungen, insbesondere in vertikaler und horizontaler Richtung, sowie in einer Drehrichtung verstellbar sind.
6. Profil-Richtapparat nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Profil-Richtapparat (5) zum Einbau in die Profilieranlage vorgesehen ist.
7. Profil-Richtapparat nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei, auf eine Bewegungsrichtung des Metallprofils (4) bezogen, stromaufwärts und/oder stromabwärts der Korrekturrollen (6, 7) im Gestell (8) gelagerte Führungsrollen zum Führen des durch das Gestell (8) durchlaufenden Metallprofils (4) angeordnet sind.
8. Profil-Richtapparat nach Anspruch 7, wobei die Kraftmesssensoren zumindest zum Teil im Bereich der Führungsrollen angeordnet sind.
9. Profil-Richtapparat nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Kraftmesssensoren zumindest zum Teil an den Korrekturrollen (6, 7), an den Korrekturrollenachsen (12), an deren Lagern im Gestell (8) und/oder an einer Verstellmechanik für die Korrekturrollen (6, 7) angeordnet sind.
10. Profil-Richtapparat nach Anspruch 2, oder nach Anspruch 2 und mindestens einem der Ansprüche 3 bis 9, wobei eine, bezüglich der Bewegungsrichtung des Metallprofils (4) stromabwärts der Korrekturrollen (6, 7) angeordnete Messstation (16) zum geometrischen Vermessen des Metallprofils (4) vorgesehen ist, die mit der Steuereinheit (10) wirkverbunden ist.
11. Profil-Richtapparat nach Anspruch 10, wobei die Steuereinheit (10) so ausgebildet ist, dass sie von der Messstation (16) erhaltene Geometriedaten mit den von den Kraftmesssensoren ermittelten Beträgen der Kräfte (F_y , F_z) und/oder Drehmomente (M_x) verknüpft, um Zusammenhänge der ermittelten Beträge der Kräfte (F_y , F_z) und Drehmomente (M_x) mit den Geometriedaten desselben Profilabschnitts sowie Zusammenhänge von Änderungen der ermittelten Beträge der Kräfte (F_y , F_z) und Drehmomente (M_x) mit Änderungen der Geometriedaten desselben Profilabschnitts zu erkennen, und diese Zusammenhänge bei der Steuerung der Verstellantriebe (11_x , 11_y , 11_z) berücksichtigt.

12. Verfahren zum Korrigieren von axialen Abweichungen eines Metallprofils (4) von einer vorgegebenen Profilgeometrie in einer Profilieranlage, die zur Herstellung eines Metallprofils (4) durch Walzprofilieren entlang einer Längsachse (9) des Metallprofils (4) dient, unter Verwendung eines Profil-Richtapparats (5) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Metallprofil (4) in den Profil-Richtapparat (5), der in die Profilieranlage integriert oder dieser nachgeordnet ist, eingefahren wird und, bevor es eine stromabwärts des Profil-Richtapparats (5) gegebenenfalls angeordnete Bearbeitungsstation erreicht, mittels der Kraftmesssensoren etwaige, im Profil-Richtapparat (5) auf das Metallprofil (4) wirkende radiale Kräfte (F_y , F_z) und/oder etwaige Drehmomente (M_x) ermittelt werden und daraus Verstellwerte für ein Verstellen der Korrekturrollen (6, 7) in einer oder beiden radialen Richtungen und/oder in Drehrichtung errechnet werden, mit denen die Korrekturrollen (6, 7) zu verstellen sind, um axiale Abweichungen des Metallprofils (4) von der vorgegebenen Profilgeometrie zu korrigieren.
13. Verfahren zum Korrigieren von axialen Abweichungen eines Metallprofils (4) von einer vorgegebenen Profilgeometrie in einer Profilieranlage, die zur Herstellung eines Metallprofils (4) durch Walzprofilieren entlang einer Längsachse (9) des Metallprofils (4) dient, unter Verwendung eines Profil-Richtapparats (5) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Kraftmesssensoren die ermittelten Kräfte (F_y , F_z) und/oder Drehmomente (M_x) in eine Steuereinheit (10) eingeben, die Steuereinheit (10) daraus Verstellwerte für ein Verstellen der Korrekturrollen (6, 7) in einer oder beiden radialen Richtungen und/oder in Drehrichtung errechnet und die Verstellwerte als Handlungsempfehlung für Bedienpersonen ausgibt.
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei ein Profil-Richtapparat (5) nach Anspruch 2, oder nach Anspruch 2 und mindestens einem der Ansprüche 3 bis 11 verwendet wird, und wobei die Kraftmesssensoren die ermittelten Kräfte (F_y , F_z) und/oder Drehmomente (M_x) in die Steuereinheit (10) eingeben, die Steuereinheit (10) daraus Verstellwerte für ein Verstellen der Korrekturrollen (6, 7) in einer oder beiden radialen Richtungen und/oder in Drehrichtung errechnet und die Verstellantriebe ansteuert, um die Korrekturrollen (6, 7) entsprechend der Verstellwerte zu verstellen.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, wobei das Metallprofil (4) in den Profil-Richtapparat (5), der in die Profilieranlage integriert oder dieser nachgeordnet ist, eingefahren wird und, bevor es eine stromabwärts des Profil-Richtapparats (5) gegebenenfalls angeordnete Bearbeitungsstation erreicht, mittels der Kraftmesssensoren etwaige, im Profil-Richtapparat (5) auf das Metallprofil (4) wirkende radiale Kräfte (F_y , F_z) und/oder etwaige Drehmomente (M_x) ermittelt werden und daraus Verstellwerte für ein Verstellen der Korrekturrollen (6, 7) in einer oder beiden radialen Richtungen und/oder in Drehrichtung errechnet werden, mit denen die Korrekturrollen (6, 7) zu verstellen sind, um axiale Abweichungen des Metallprofils (4) von der vorgegebenen Profilgeometrie zu korrigieren.
16. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 13 bis 15, wobei ein Profil-Richtapparat (5) mit einer Messstation (16) nach Anspruch 10 verwendet wird und wobei die errechneten Verstellwerte anhand der geometrischen Messdaten der Messstation (16) überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden, insbesondere mittels entsprechender Korrekturwerte beim Errechnen der Verstellwerte.

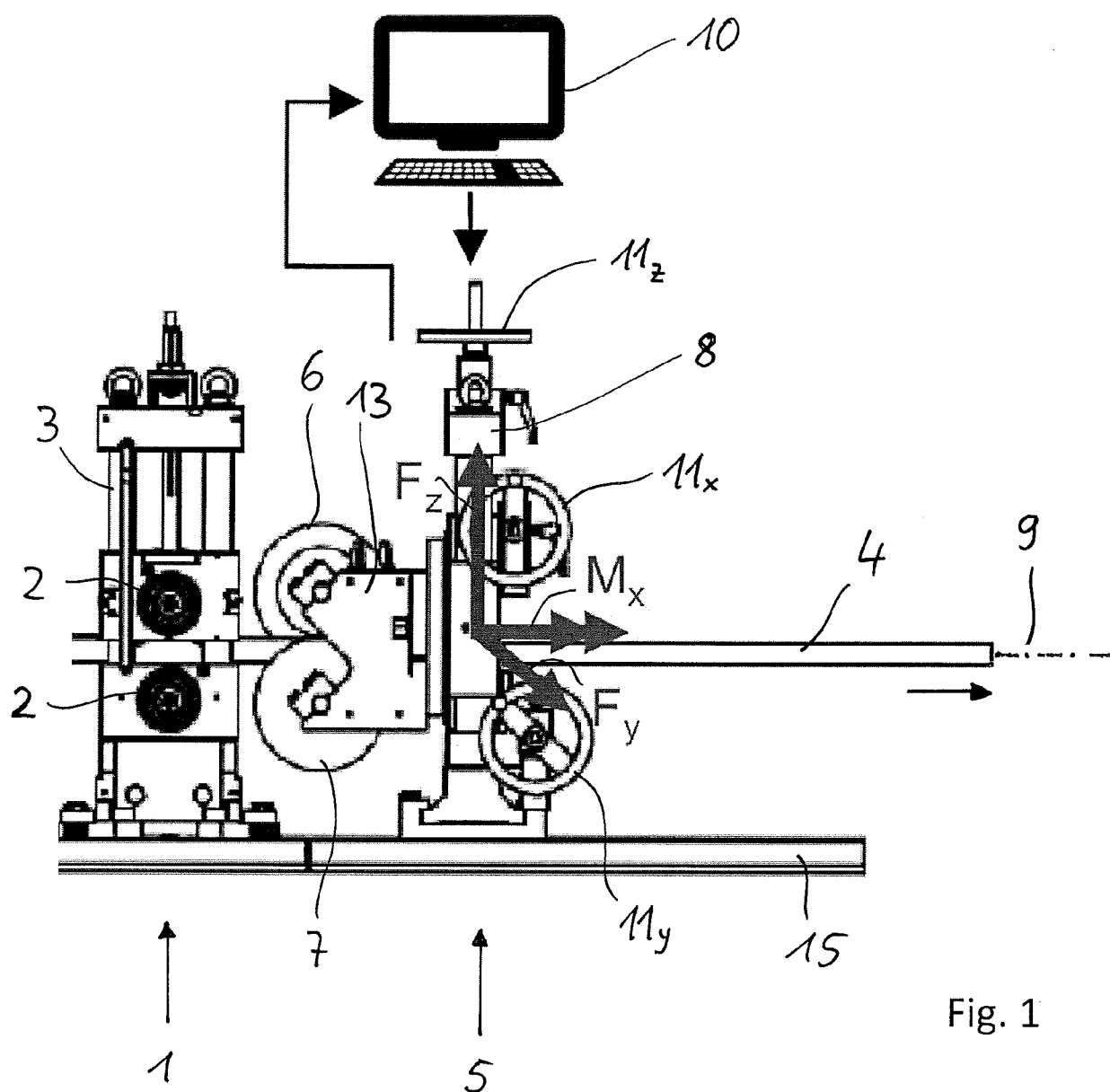


Fig. 1

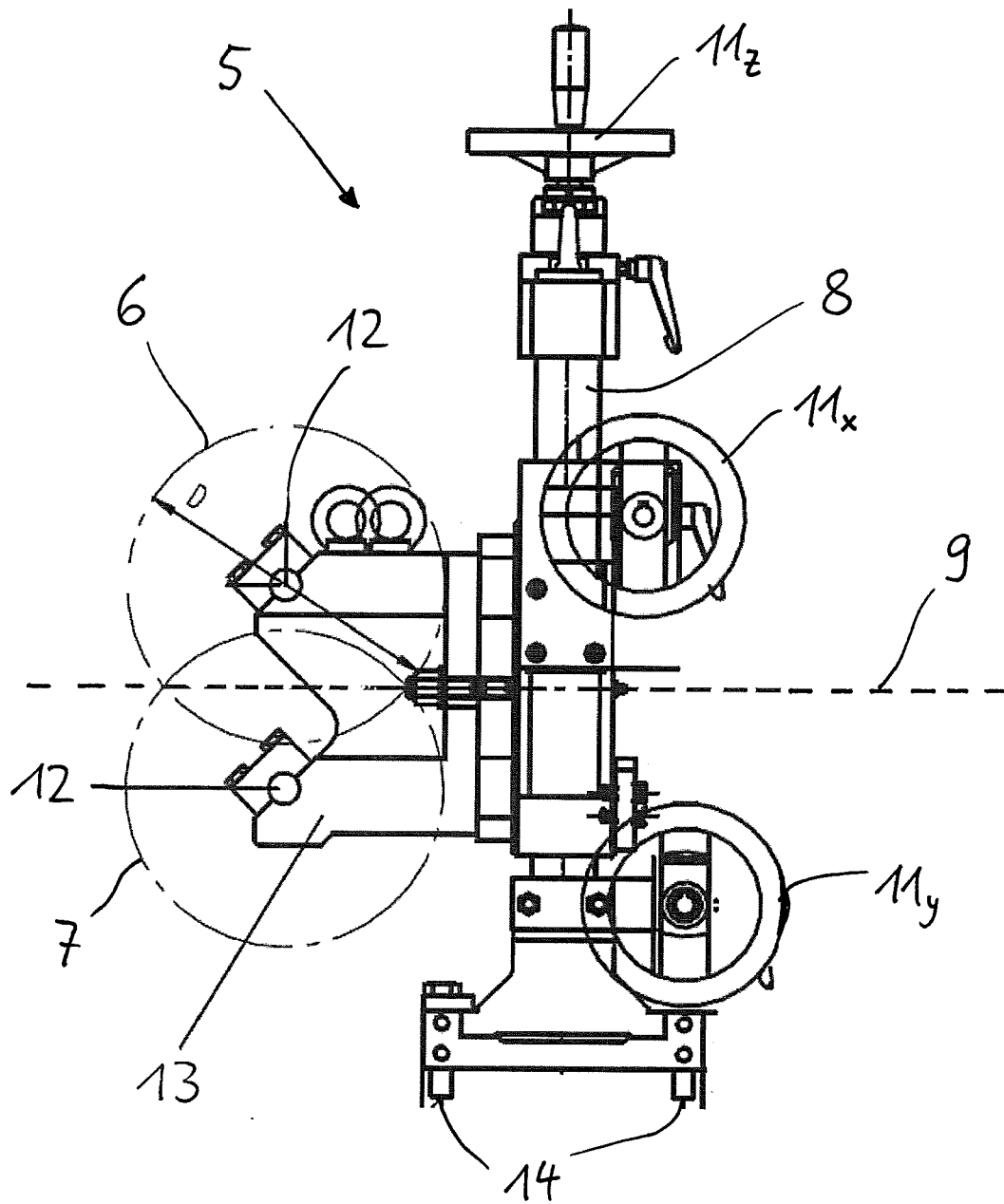


Fig. 2

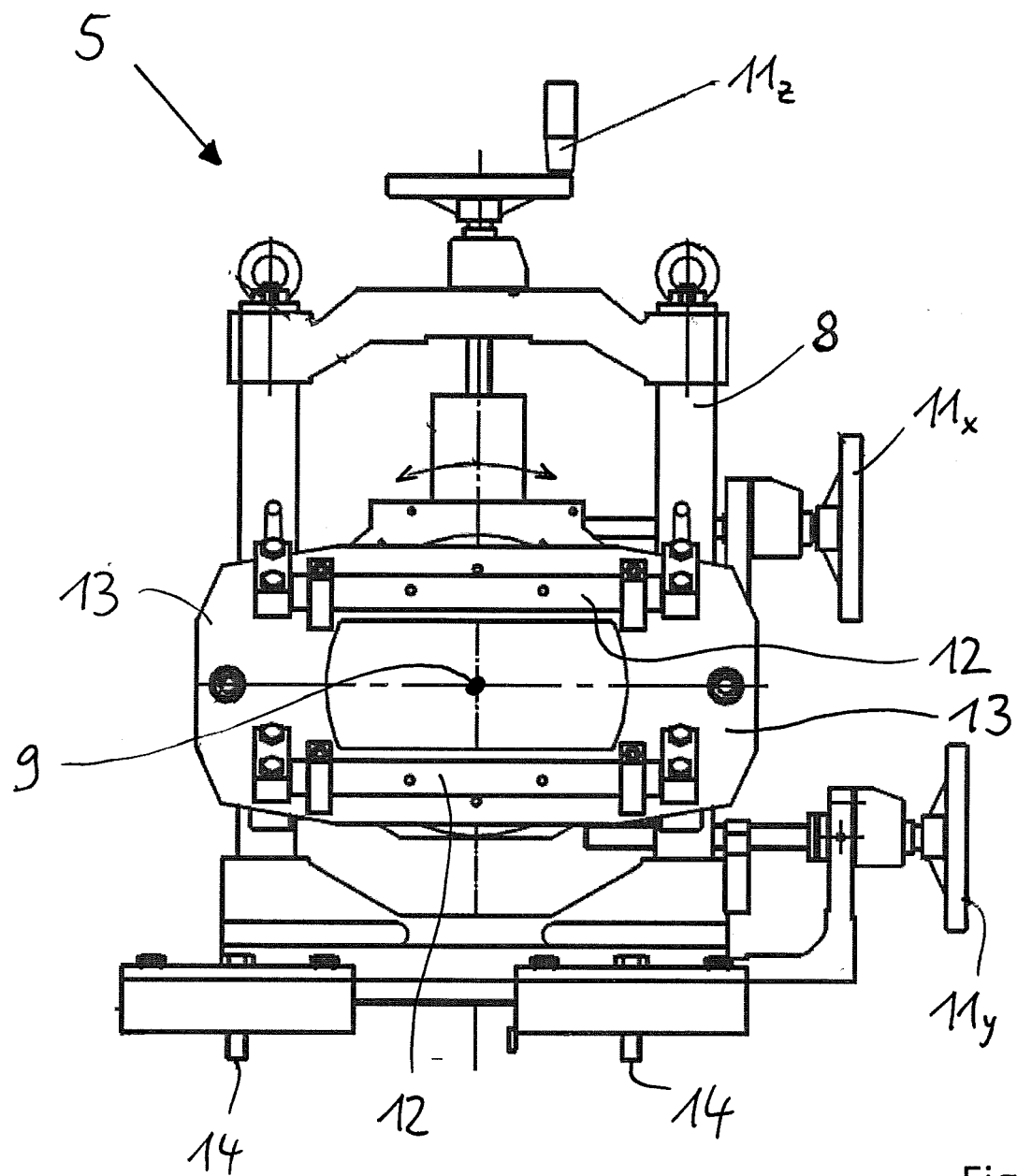


Fig. 3

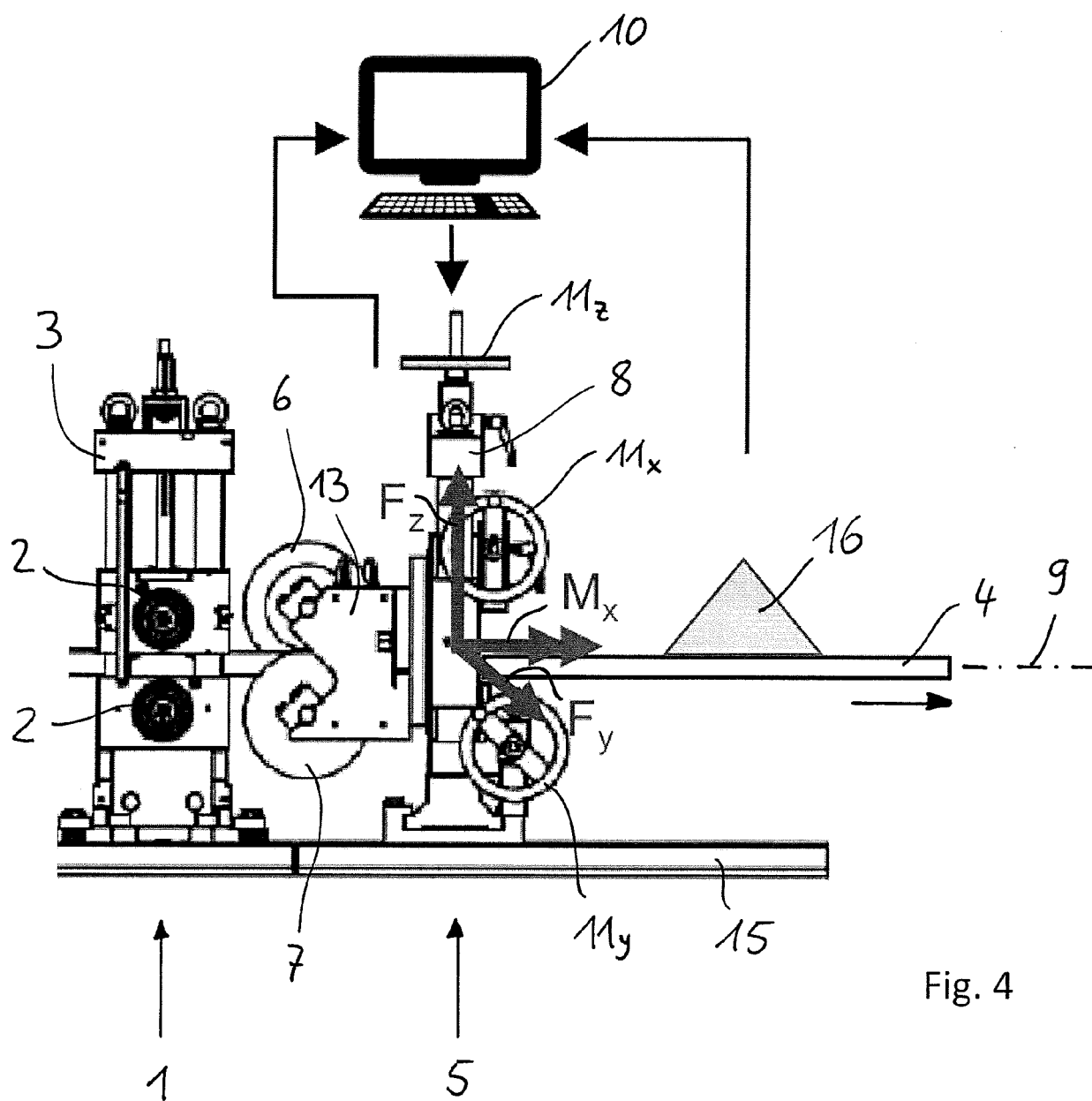


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 19 3157

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	JP 2003 154410 A (NIPPON STEEL CORP) 27. Mai 2003 (2003-05-27) * Absätze [0062] - [0065]; Abbildungen 1, 7, 9-11, 14 *	1-16	INV. B21D3/05
A	EP 1 036 915 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]) 20. September 2000 (2000-09-20) * Ansprüche 1-14; Abbildungen 1, 3, 4, 5 *	1-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Februar 2020	Prüfer Vassoille, Philippe
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 : mündliche 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 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 19 3157

5 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.

28-02-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	JP 2003154410	A	27-05-2003	JP 4191922 B2		03-12-2008
				JP 2003154410 A		27-05-2003
15	EP 1036915	A1	20-09-2000	BR 0001270 A		17-10-2000
				CA 2300600 A1		15-09-2000
				EP 1036915 A1		20-09-2000
				FR 2790982 A1		22-09-2000
20				NO 318505 B1		04-04-2005
				US 6279363 B1		28-08-2001
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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