



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.08.2002 Patentblatt 2002/33

(51) Int Cl.7: **B21B 37/16**

(21) Anmeldenummer: **02000920.5**

(22) Anmeldetag: **16.01.2002**

(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

- **Breunung, Detlef**
40724 Hilden (DE)
- **Palzer, Otmar, Dr.**
41363 Jüchen (DE)
- **Reismann, Hans-Jürgen**
40489 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: **13.02.2001 DE 10106527**

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard**
Patentanwälte
Grosse-Valentin-Gihske
,Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)

(71) Anmelder: **SMS Demag AG**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
 • **Hartmann, Ralf**
40470 Düsseldorf (DE)

(54) **Verfahren zum Betreiben einer Walzstrasse sowie Steuerungssystem für eine Walzstrasse**

(57) Eine Walzstraße (1) für profiliertes Walzgut, bei der das Walzgut durch eine Anzahl von in einer Walzrichtung (x) aufeinanderfolgenden, jeweils eine Anzahl von Arbeitswalzen umfassenden Walzgerüsten (4, 6, 8) geführt wird, wobei jedes Walzgerüst (4, 6, 8) hinsichtlich seiner Betriebsparameter auf eine Anzahl von Sollwerten (SW) eingestellt wird, soll derart betrieben werden, daß mit vergleichsweise geringem Aufwand die Einhaltung besonders enger Toleranzgrenzen für ein herzustellendes Walzprofil ermöglicht ist. Dazu wird erfindungsgemäß das Profil (54) des auslaufenden Walz-

guts ermittelt und mit einem Sollprofil verglichen, wobei der oder jeder Sollwert (SW) des oder jedes Walzgerüsts (4, 6, 8) unter Bezugnahme auf einen gerüstspezifischen Wichtungsfaktor (W_i) anhand der Abweichungen des ermittelten Profils vom Sollprofil mit einem Korrektursollwert (K_i) beaufschlagt wird. Dazu ist der Walzstraße (1) ein Steuerungssystem (70) zugeordnet, das eine geeignet ausgelegte Steuereinheit (72) sowie eine mit dieser verbundene Meßeinrichtung (82) zur Ermittlung eines Profilkennwerts des auslaufenden Walzguts und ein Speichermodul (84) umfaßt.

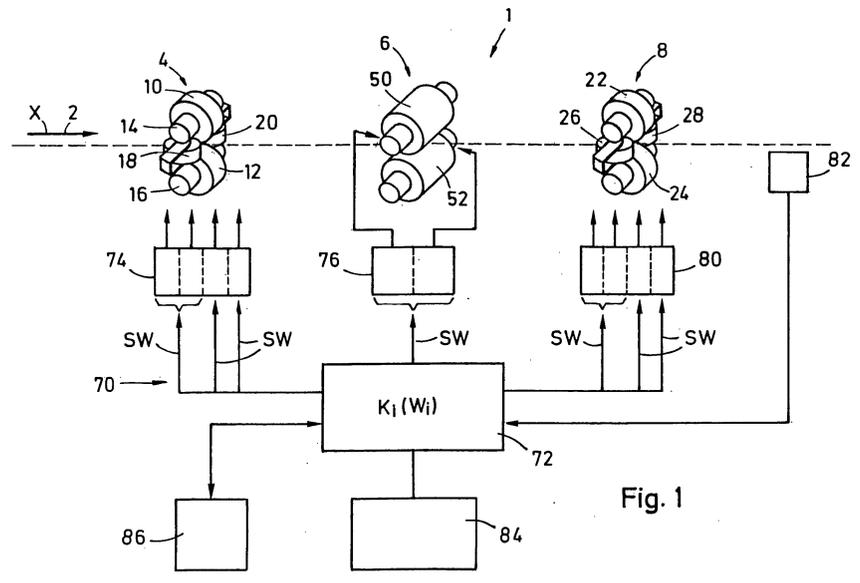


Fig. 1

EP 1 230 992 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben einer Walzstraße für profiliertes Walzgut, bei dem das Walzgut durch eine Anzahl von in einer Walzrichtung aufeinanderfolgenden, jeweils eine Anzahl von Arbeitswalzen umfassenden Walzgerüsten geführt wird, wobei jedes Walzgerüst hinsichtlich seiner Betriebsparameter auf eine Anzahl von Sollwerten eingestellt wird. Sie betrifft weiterhin ein Steuerungssystem für eine derartige Walzstraße.

[0002] Zum Walzen eines Walzguts können in einer Walzstraße eine Anzahl von Walzgerüsten zum Einsatz kommen. Die Walzgerüste sind dabei für die Hindurchführung eines üblicherweise lang ausgestreckten Walzguts vorgesehen und in einer auch als Walzrichtung bezeichneten Vortriebsrichtung des Walzguts gesehen hintereinander oder aufeinanderfolgend angeordnet. Eine Walzstraße mit einer Mehrzahl derartiger Walzgerüste kann insbesondere bei der Bearbeitung eines profilierten Walzguts zum Einsatz kommen. Das profilierte Walzgut kann dabei insbesondere ein sogenanntes "schweres Profil" aufweisen und beispielsweise als U-Profil oder als sogenannter Doppel-T-Träger ausgebildet sein.

[0003] Bei der Bearbeitung eines derartigen profilierten Walzguts kommen üblicherweise zumindest teilweise sogenannte Universalgerüste zum Einsatz. Ein derartiges, als Universalgerüst ausgebildetes Walzgerüst umfaßt üblicherweise zwei paarweise zusammenwirkende Horizontalwalzen, die gemeinsam einen die Stegdicke des entstehenden Doppel-T-Trägers bestimmenden Walzspalt bilden. Bezogen auf die Walzrichtung gesehen seitlich davon sind innerhalb des Universalgerüsts zwischen diesen Horizontalwalzen zwei gegenüberliegende Vertikalwalzen angeordnet, die das Walzgut in seitliche Richtung begrenzen. Die Vertikalwalzen bilden dabei jeweils einen Walzspalt, der gemeinsam mit der Ballenlänge Horizontalwalzen für die Gesamtbreite des entstehenden Doppel-T-Trägers maßgeblich ist.

[0004] Beim Betreiben einer Walzstraße mit derartigen Walzgerüsten, insbesondere mit Universalgerüsten, wird jedes Walzgerüst üblicherweise für eine Anzahl seiner Betriebsparameter mit Sollwerten beaufschlagt, die derart gewählt sind, daß das fertig gewalzte Produkt in seinem Profil einem Sollprofil möglichst nahekommt. Dabei können Sollwerte unmittelbar für die Stellwerte vorgegeben werden, mit denen die Stellelemente des Walzgerüsts beaufschlagt werden, also beispielsweise ein Stellwert für einen Hydraulikdruck zur Einstellung einer gewünschten Walzkraft oder ein Stellwert für eine gewünschte Positionierung einer Walze. In modernen Walzstraßen können jedoch auch Sollwerte für abgeleitete, vergleichsweise komplexe Betriebsparameter vorgegeben werden wie beispielsweise dem Walzspalt als solchen, wobei ein derartiger Sollwert in einer untergeordneten Regelung in geeignete Stellwer-

te für die eigentlichen Betriebsparameter umgesetzt wird.

[0005] In jedem Fall kann das fertig gewalzte Produkt im Hinblick auf das Sollprofil dabei für eine hochgenaue Herstellung des Walzguts vergleichsweise engen Randbedingungen oder Toleranzgrenzen unterliegen. Erschwert wird die Einhaltung vergleichsweise enger Toleranzgrenzwerte dabei unter anderem durch sich während des Walzvorgangs möglicherweise ändernde äußere Einflüsse wie beispielsweise die Umgebungsbedingungen oder die Eigenschaften des einlaufenden Walzguts. Zur Einhaltung vergleichsweise enger Toleranzgrenzwerte ist somit üblicherweise eine kontinuierliche Überwachung des Walzprozesses und ein gelegentliches Eingreifen der Bedienungsmannschaft in eine zugeordnete Regelung erforderlich. Dabei ist jedoch nur eine begrenzte Genauigkeit erreichbar. Gerade durch die Einhaltung vergleichsweise enger Toleranzgrenzen ist die Herstellung eines derartigen profilierten Walzguts zudem besonders aufwendig.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer Walzstraße der oben genannten Art anzugeben, das bei vergleichsweise geringem Herstellungsaufwand die Einhaltung besonders enger Toleranzgrenzwerte bei der Herstellung eines profilierten Walzguts ermöglicht. Weiterhin soll ein für die Durchführung des Verfahrens geeignetes Steuerungssystem für eine derartige Walzstraße angegeben werden.

[0007] Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst, indem das Profil des aus der Walzstraße auslaufenden Walzguts ermittelt und mit einem Sollprofil verglichen wird, wobei der oder jeder Sollwert des oder jedes Walzgerüsts unter Bezugnahme auf einen gerüstspezifischen Wichtungsfaktor anhand der Abweichungen des ermittelten Profils vom Sollprofil mit einem Korrektursollwert beaufschlagt wird.

[0008] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, daß zur Einhaltung besonders enger Toleranzgrenzwerte beim Profil des Walzguts dieses Profil kontinuierlich überwacht werden sollte, wobei eine dabei getroffene Auswertung baldmöglichst, insbesondere unmittelbar beim noch andauernden Walzprozeß, berücksichtigt werden sollte. Somit können Abweichungen des tatsächlich hergestellten Profils vom vorgegebenen Sollprofil noch während der Herstellung des Walzguts berücksichtigt und durch die Vorgabe geeigneter Korrekturwerte bei den Sollwerten kompensiert werden. Die Korrekturwerte können dabei als Zusatzsollwerte vorgegeben und bei der Regelung berücksichtigt werden, sobald geeignete Meßwerte für das Ist-Profil vorliegen. Die Zuschaltung der Zusatzsollwerte kann dabei längensynchron, also durch Vorgabe eines Zusatzsollwerts für eine vergleichbare Walzgulängenposition, oder zeitsynchron, also durch Vorgabe eines Zusatzsollwerts für verschiedene Walzgerüste zur gleichen Zeit, erfolgen.

[0009] Eine besonders hohe Genauigkeit ist bei der

Nachführung der Sollwerte erreichbar, indem Fehler möglichst direkt am Ort ihrer Entstehung kompensiert werden. Die Erfindung trägt dabei insbesondere der Erkenntnis Rechnung, daß toleranzüberschreitende Abweichungen im hergestellten Profil des Walzguts aus verschiedenen Quellen, nämlich aus jedem der durchlaufenden Walzgerüste, stammen können und im aus der Walzstraße auslaufenden Produkt kumuliert vorliegen. Derartig kumulierte Beiträge zur Abweichung vom Sollprofil sollten mit besonders einfachen Mitteln und insbesondere unter Verwendung von nur einem einzigen Meßsystem zur Ermittlung des Ist-Profiles des hergestellten Walzguts geeignet kompensiert werden können. Dazu ist eine Aufteilung der durch die insgesamt vorliegende Abweichung vom Sollprofil erforderlich werdenden Korrekturmaßnahmen auf die einzelnen Walzgerüste unter Einbeziehung von Erfahrungswerten aus früheren Walzvorgängen oder unter Einbeziehung von systemspezifischen Fachkenntnissen bezüglich der einzelnen Walzgerüste vorgesehen. Derartige Erfahrungswerte und/oder Spezialkenntnisse sind dabei in den gerüstspezifischen Wichtungsfaktoren niedergelegt, anhand derer die insgesamt vorzunehmende Korrektur im Profil des Walzguts geeignet auf eine Korrektur der Sollwerte der einzelnen Walzgerüste aufgeteilt wird. Die Wichtungsfaktoren können dabei insbesondere in der Art einer "lernenden Funktion" oder als selbstoptimierende Funktion ausgestaltet sein und kontinuierlich, in regelmäßigen Intervallen oder bedarfsweise im Hinblick auf neue Erfahrungen aus kurz vorangegangenen Walzprozessen ergänzt werden.

[0010] Die Einhaltung besonders enger Toleranzgrenzen ist dabei ermöglicht, wenn zwischen aufeinanderfolgenden Walzgerüsten konstante Zug-Druck-Verhältnisse im Walzgut vorliegen. Um dies zu unterstützen, erfolgt vorteilhafterweise ein Datenaustausch der mit Korrektursollwerten beaufschlagten Gerüstanstellung mit einer Zug-Druck-Regelung.

[0011] Die Ausgabe von Korrekturwerten für die Sollwerte kann insbesondere vergleichsweise zeitnah, also in der Art einer "online-Nachführung", erfolgen. Insbesondere kann dabei noch während der Bearbeitung des Walzgutes in einem Walzgerüst, dessen bereits gewalzter Bereich ("Walzgutkopf") bereits für eine Auswertung zur Verfügung steht, eine Nachführung der Sollwerte für den noch nicht fertiggestellten Teil erfolgen. Die dazu bereitgestellten Korrektur-Sollwerte berücksichtigen zweckmäßigerweise die relativen Parameteränderungen, die sich zwischen der Bearbeitung des Walzgutkopfes und dessen Mittelteil ergeben.

[0012] Das Verfahren eignet sich besonders zum Betreiben einer Walzstraße zur Herstellung von Doppel-T-Trägern. Eine derartige Walzstraße umfaßt zumindest einige sogenannte Universalgerüste, von denen jedes sowohl ein paar horizontale als auch ein paar vertikale Rollen aufweist. In einer derartigen Walzstraße werden vorzugsweise die Sollwerte für die Betriebsparameter der Stegdicke, der Flanschhöhe und/oder der

Flanschdicke des Walzguts durch Beaufschlagung mit geeigneten Korrektursollwerten auf die Einhaltung besonders enger Toleranzgrenzwerte hin optimiert. Gerade das Profil eines Doppel-T-Trägers läßt sich dabei nämlich im wesentlichen durch einen Mittelsteg beschreiben, an dem endseitig sich jeweils quer dazu erstreckende Flansche angeformt sind. Durch die Stegdicke, die Flanschhöhe und die Flanschdicke des Doppel-T-Trägers ist dieser somit im wesentlichen vollständig beschrieben. Die Einstellung der Stegdicke kann dabei insbesondere durch die Einstellung eines entsprechenden Walzspalts zwischen den Horizontalrollen des Universalgerüsts erfolgen. Das Universalgerüst kann dabei derart angesteuert sein, daß zwar ein Sollwert für eine Stegdicke vorgegeben wird, daß dieser Sollwert jedoch innerhalb eines dem Universalgerüst zugeordneten Stellelements in geeignete abgeleitete Betriebsparameter, wie beispielsweise Positionswerte für die einzelnen Horizontalwalzen, umgesetzt wird.

[0013] In vorteilhafter Weiterbildung wird der jeweilige gerüstspezifische Wichtungsfaktor walzgutabhängig vorgegeben. Dadurch wird der zusätzlichen Erkenntnis Rechnung getragen, daß der Beitrag eines einzelnen Walzgerüsts zur Gesamtabweichung des tatsächlich hergestellten Profils vom Sollprofil des Walzguts nicht ausschließlich von der Position des jeweiligen Walzgerüsts in der Walzstraße, sondern vielmehr auch von der Art des herzustellenden Walzguts abhängen kann. Der Korrektursollwert, mit dem der jeweilige Sollwert für ein Walzgerüst beaufschlagt wird, und insbesondere der diesem zugrundeliegende gerüstspezifische Wichtungsfaktor wird somit im Hinblick auf die Art des herzustellenden Walzguts vorgegeben.

[0014] Die jeweils paarweise zusammenwirkenden Horizontalwalzen eines Walzgerüsts können gemeinsam angestellt sein. Dabei erfolgt eine gleichmäßige, symmetrische Beaufschlagung der paarweise zusammenwirkenden Walzen mit einer Stellgröße, beispielsweise einem Anstelldruck. Dadurch ergibt sich selbsttätig eine mittige Ausrichtung bezüglich einer Referenzebene. Davon abweichend können jedoch in einem oder mehreren der Walzgerüste die paarweise zusammenwirkende Horizontalwalzen getrennt angestellt sein. Die Walzen sind somit unabhängig voneinander positionierbar, so daß sich die absolute Lage des von ihnen gebildeten Walzspalts bezüglich einer Referenzebene, beispielsweise der Walzebene, verändern läßt. Um die dadurch erreichbare zusätzliche Flexibilität durch die Bereitstellung eines neuen Freiheitsgrades auch für die Einhaltung besonders enger Toleranzgrenzen nutzen zu können, wird in besonders vorteilhafter Ausgestaltung bei den Walzengerüsten, deren Walzen unabhängig voneinander anhand von walzenspezifischen Sollwerten betreibbar sind, der oder jeder Sollwert einer Walze unter Bezugnahme auf einen walzenspezifischen Wichtungsfaktor anhand der Abweichungen des ermittelten Profils vom Sollprofil mit einem Korrektursollwert beaufschlagt. Durch die walzenspezifischen

Wichtungsfaktoren wird somit das Konzept einer verursachernahen Kompensation von Walzfehlern nicht nur zwischen den Walzgerüsten, sondern auch innerhalb eines einzigen Walzgerüsts zwischen dessen unabhängig voneinander anstellbaren Walzen beibehalten.

[0015] Um eine Überkompensation von Walzfehlern im Sinne einer Überschreitung weiterer, von dem jeweiligen Sollwert unabhängiger Toleranzgrenzen sicher zu vermeiden, wird der oder jeder Korrektursollwert zweckmäßigerweise auf einen parameterspezifischen Maximalwert begrenzt. In alternativer oder zusätzlicher vorteilhafter Weiterbildung werden ein Korrektursollwert für eine Horizontalanstellung eines Walzgerüsts und ein Korrektursollwert für eine Vertikalstellung eines Walzgerüsts vorgegeben, wobei das Verhältnis dieser Korrektursollwerte auf einen vorgebbaren Maximalwert begrenzt wird.

[0016] Um die Erfahrungswerte aus vorangegangenen Walzvorgängen besonders günstig nutzbar zu machen, wird der oder jeder Korrektursollwert und insbesondere der gerüstspezifische Wichtungsfaktor vorteilhafterweise anhand des Walzergebnisses vorangegangener Walzprozesse vorgegeben. Dabei kann beispielsweise eine Vielzahl vorangegangener Walzergebnisse im Hinblick darauf ausgewertet worden sein, welche Kennwerte der Walzengerüste relativ zueinander zu besonders günstigen oder zu besonders ungünstigen Walzergebnissen im Hinblick auf das Profil des Walzguts geführt haben. Ein Vorschlag für eine Walzspaltkorrektur an das Bedienpersonal oder vorteilhafterweise auch automatisiert erfolgt dabei insbesondere dann, wenn die Summe der Korrektursollwerte einen vorgebbaren Grenzwert übersteigt. Bei einer derartigen Vorgabe kann insbesondere auch das Ergebnis eines unmittelbar vorangegangenen und somit besonders aktuellen Walzvorgangs mit vergleichsweise hoher Wichtung in die Auswertung einfließen. Eine derartige Berücksichtigung vorangegangener Walzergebnisse kann in besonders vorteilhafter Ausgestaltung in der Art von Voreinstellungen oder "pre-setting-Werten" erfolgen, bei denen für ein neu einlaufendes Walzgut, für das noch keine auswertbaren Ist-Werte zur Verfügung stehen, bereits eine Korrektur von Standard-Sollwerten anhand von Erfahrungen mit früheren Bearbeitungsvorgängen erfolgt. Dabei wird vorteilhafterweise besonders abgestellt auf Meßwerte aus einem besonders zuverlässig gewalzten Längenbereich ("Filestück") eines früher gewalzten Walzguts.

[0017] Gerade bei der Herstellung eines Doppel-T-Trägers kann beim Walzen ein sogenanntes Reversierwalzverfahren zur Anwendung kommen. Dabei durchläuft das Walzgut in der Walzstraße eine Anzahl von aufeinanderfolgenden Walzgerüsten in der Art einer Pendelbewegung mehrfach. Nach dem erstmaligen Durchlauf durch die jeweiligen Walzgerüste wird das Walzgut angehalten und in umgekehrter Richtung erneut durch die jeweiligen Walzgerüste geführt. Dies kann für eine vorgebbare Anzahl von auch als Stiche

bezeichneten Durchläufen wiederholt werden, bis das Walzgut zu einer weiteren Verarbeitung oder einem abschließenden Walzschrift einem anderen Teil der Walzstraße endgültig zugeführt wird. Gerade bei einem derartigen mehrfachen Durchlauf des Walzguts kann eine zwischenzeitliche Ermittlung des vorliegenden Profils im Hinblick auf ein zu erreichendes Sollprofil und eine daraus abgeleitete Nachführung der Sollwerte für die mehrfach durchlaufenen Walzgerüste besonders hilfreich im Hinblick auf die Einhaltung enger Toleranzgrenzen sein. In besonders vorteilhafter Weiterbildung wird somit bei mehrmaligem Durchlauf des Walzguts durch die Walzstraße der jeweilige Korrektursollwert unter Berücksichtigung des Walzergebnisses eines vorangegangenen Durchlaufs vorgegeben. Der Korrektursollwert setzt sich somit in der Art einer Adaption aus einem ersten Beitrag, der für ein vorangegangenes Walzgut und dabei denselben Stich oder Durchlauf charakteristisch ist, und aus einem zweiten Beitrag, der für das vorliegende Walzgut und einen vorangegangenen Durchlauf oder Stich charakteristisch ist, zusammen.

[0018] Eine derartige Adaption ist somit walzstichbezogen und kann zudem auch walzgutbezogen ausgestaltet sein. Die Adaption ermöglicht dabei eine besonders schnelle Reaktion oder Kompensation bei auftretenden Walzfehlern. Zur Ermittlung des nach einem Durchlauf jeweils vorliegenden Wandprofils des Walzguts kann dabei in Walzrichtung gesehen beidseitig der mehrfach zu durchlaufenden Walzgerüste eine Meßeinrichtung zur Ermittlung der Kontur des Walzguts angeordnet sein. Für einen besonders einfachen Aufbau ist jedoch lediglich eine derartige Meßeinrichtung vorgesehen, die zweckmäßigerweise in ursprünglicher Walzrichtung gesehen nach dem letzten der mehrfach zu durchlaufenden Walzgerüste angeordnet ist. Bei einer derartigen Ausgestaltung kann die Adaption nach dem "Stich x", d. h. die Auswertung des tatsächlich vorliegenden Profils nach dem x-ten Durchlauf durch die jeweiligen Walzgerüste, für den "Stich x + 2", d. h. den x + 2ten Durchlauf durch die Walzgerüste, erfolgen. Um dabei auch den Durchlauf in Gegenrichtung, also den x + 1ten Stich oder Durchlauf besonders fehlerarm durchführen zu können, erfolgt vorteilhafterweise anhand der vorliegenden Meßwerte für den x-ten Durchlauf eine Interpolation der Erwartungswerte für den anstehenden Durchlauf x + 1 in Gegenrichtung.

[0019] Bezüglich des Steuerungssystems für eine Walzstraße für profiliertes Walzgut, bei der das Walzgut durch eine Anzahl von in einer Walzrichtung aufeinanderfolgenden, jeweils eine Anzahl von Arbeitswalzen umfassenden Walzgerüsten geführt ist, wird die angegebene Aufgabe gelöst mit einer Steuereinheit, die einem Walzgerüst zugeordneten Stellelement einen Sollwert für einen Betriebsparameter vorgibt, und die eingangsseitig mit einer Meßeinrichtung zur Ermittlung eines Profilkennwerts des auslaufenden Walzguts und mit einem Speichermodul verbunden ist, wobei die Steuereinheit den Sollwert des jeweiligen Walzgerüsts

unter Bezugnahme auf einen im Speichermodul hinterlegten gerüstspezifischen Wichtungsfaktor anhand der Abweichungen des ermittelten Profilkennwerts von einem Soll-Profil-Kennwert mit einem Korrektur-Sollwert beaufschlagt.

[0020] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch die Berücksichtigung von gerüstspezifischen Wichtungsfaktoren bei der Ermittlung von Korrektursollwerten für die Sollwerte der Walzgerüste eine besonders verursachernahe Fehlerkompensation beim Betreiben der Walzstraße ermöglicht ist.

[0021] Dabei wird der im aus der Walzstraße auslaufenden Walzprodukt kumuliert in der Form einer Gesamtabweichung vorliegende Walzfehler gezielt unter Berücksichtigung von anlagenspezifischem Fachwissen auf individuelle Beiträge einzelner Walzgerüste oder einzelner Walzen zurückgeführt. Die Wichtungsfaktoren oder ihre jeweiligen Beträge können dabei insbesondere durch walzentechnologisches Fachwissen bestimmt und auch begrenzt sein. Dabei ist auch bei vergleichsweise geringem Aufwand eine besonders genaue Kompensierung der Fehlerbeiträge ermöglicht, so daß besonders enge Toleranzgrenzwerte bei der Herstellung des profilierten Walzguts eingehalten werden können. Dadurch sind auch die erforderlichen Eingriffe des Bedienpersonals besonders gering gehalten, wobei zudem auch eine vergleichsweise häufige Probenahme am Walzgut nicht erforderlich ist. Demzufolge sind auch die Stillstandszeiten der Walzstraße infolge von Toleranzüberschreitungen gering gehalten, so daß die Walzstraße insgesamt einen besonders hohen Durchsatz aufweisen kann.

[0022] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 einen Teil einer mehrgerüstigen Walzstraße mit zugeordnetem Steuerungssystem,

Fig. 2 schematisch ein Universalgerüst, und

Fig. 3 ein Profil eines Doppel-T-Trägers.

[0023] Die in Fig. 1 lediglich zum Teil dargestellte Walzstraße 1 ist zur Herstellung eines profilierten Walzguts vorgesehen. Die Walzstraße 1 umfaßt dazu eine Mehrzahl von in einer durch den Pfeil 2 symbolisierten Vortriebsrichtung oder Walzrichtung x aufeinanderfolgenden Walzgerüsten, von denen in Fig. 1 lediglich ein erstes Walzgerüst 4, ein zweites Walzgerüst 6 und ein drittes Walzgerüst 8 jeweils andeutungsweise anhand ihrer Walzen dargestellt sind. Zusätzlich zu den Walzgerüsten 4, 6, 8 können innerhalb der Walzstraße 1 noch weitere Walzgerüste voroder nachgeschaltet sein. Dabei kann insbesondere dem ersten Walzgerüst 4 in Walzrichtung x gesehen ein Grob- oder Vorwalzgerüst vor- und dem dritten Walzgerüst 8 in Walzrichtung x gesehen ein Feinwalzgerüst nachgeschaltet sein.

[0024] Die Walzgerüste 4 und 8 sind im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 als sogenannte Universalgerüste ausgestaltet. Dazu umfaßt das erste Walzgerüst 4 ein Paar von vertikal übereinander angeordneten Horizontalwalzen 10, 12, die gemeinsam einen in vertikaler Richtung ausgedehnten Walzspalt für das durchzuführende Walzgut bilden. Die Horizontalwalzen 10, 12 sind über Walzenachsen 14 bzw. 16 in nicht näher dargestellter Weise in Gerüstelementen rotierbar gelagert. Weiterhin umfaßt das erste Walzgerüst 4 ein Paar von Vertikalwalzen 18, 20, die seitlich von der Führungsbahn für das Walzgut versetzt zwischen den Horizontalwalzen 10, 12 angeordnet sind. Die Vertikalwalzen 18, 20 bilden jeweils einen Walzspalt, der einerseits durch ihre Lauffläche und andererseits durch die Seitenflächen der Horizontalwalzen 10, 12 begrenzt ist. In analoger Weise umfaßt das ebenfalls als Universalgerüst ausgestaltete Walzgerüst 8 ein Paar von Horizontalwalzen 22, 24 sowie ein Paar von Vertikalwalzen 26, 28.

[0025] Zur weiteren Verdeutlichung ist das als Universalgerüst ausgestaltete erste Walzgerüst 4 in Fig. 2 schematisch im Schnitt gezeigt. Dabei ist insbesondere erkennbar, daß die Horizontalwalzen 10, 12 einen Walzspalt 30 bilden, der die Stegdicke eines durchlaufenden Doppel-T-Trägers als Walzgut bestimmt. Die Horizontalwalze 10 ist dabei mit ihrer Walzenachse 14 endseitig in jeweils einer Hydraulikzylindereinheit 32 bzw. 34 gelagert. Die Hydraulikzylindereinheiten 32, 34 sind in nicht näher dargestellter Weise an einem Gerüstständer fest montiert und zur Einstellung einer Walzenposition mit einem Arbeitsmedium beaufschlagbar. Die Beaufschlagung der Hydraulikzylindereinheiten 32, 34 erfolgt dabei über ein in Fig. 2 nicht näher dargestelltes Stellement, das den Druck des Arbeitsmediums in den Hydraulikzylindereinheiten 32, 34 in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Eingangswert einstellt. Der Eingangswert kann dabei eine Sollposition für die Horizontalwalze 10 oder auch ein Sollwert für eine Walzkraft sein, mit der die Horizontalwalze 10 auf ein durch das Walzgerüst 4 geführtes Walzgut einwirkt. In analoger Ausgestaltung ist die zweite Horizontalwalze 12 über ihre Walzenachse 16 endseitig jeweils in einer Hydraulikzylindereinheit 36 bzw. 38 gelagert.

[0026] Wie aus Fig. 2 erkennbar ist, sind die Vertikalwalzen 18, 20 beidseitig der Horizontalwalzen 10, 12 und zwischen deren Walzenachsen 14, 16 angeordnet. Die Vertikalwalzen 18, 20 bilden dabei jeweils gemeinsam mit den ihnen zugeordneten Seitenflächen der Horizontalwalzen 10, 12 einen horizontal ausgedehnten Walzspalt 39, wobei beide Walzspalte 39 zusammen mit der Ballenlänge der Horizontalwalzen 10, 12 die Breite B des durch das Walzgerüst 4 geführten Walzguts angeben. Die Vertikalwalzen 18, 20 sind dabei über jeweils ein Halterelement 40 bzw. 42 und eine diesem zugeordnete Hydraulikzylindereinheit 44 bzw. 46 an einem Walzengerüst gelagert.

[0027] Das in Walzrichtung x gesehen zwischen das erste Walzgerüst 4 und das dritte Walzgerüst 8 geschal-

tete zweite Walzgerüst 6 umfaßt im Ausführungsbeispiel lediglich ein Paar von Horizontalwalzen 50, 52. Die Horizontalwalzen 50, 52 sind dabei in ihrer Längsrichtung gesehen länger ausgedehnt als die Horizontalwalzen 10, 12, 22, 24 des ersten Walzgerüsts 4 bzw. des dritten Walzgerüsts 8.

[0028] In seiner Gesamtheit ist der in Fig. 1 dargestellte Teil der Walzstraße 1 zur Herstellung eines als Doppel-T-Träger profilierten Walzguts ausgebildet. Das Profil 54 eines derartigen Doppel-T-Trägers ist in Fig. 3 unter Angabe der relevanten Parameter dargestellt. Das Profil 54 des Doppel-T-Trägers weist dabei in seinem Mittenbereich einen Steg 56 auf, der durch seine Stegbreite S charakterisiert ist. Endseitig ist am Steg 56 jeweils ein Flansch 58 bzw. 60 angeformt. Jeder Flansch 58, 60 ist dabei durch seine Flanschhöhe charakterisiert, die in Fig. 3 durch den Doppelpfeil 62 angedeutet ist. Zudem sind die Flansche 58, 60 durch ihre jeweilige Flanschdicke FD charakterisiert. Zur vollständigen Beschreibung des Profils 54 dient dann neben seiner Gesamtbreite B noch die Positionierung des Stegs 56 relativ zur Ober- oder Unterkante der Flansche 58, 60. Diese Positionierung ist durch die Lage L charakterisiert.

[0029] In ihrer Gesamtheit werden diese das Profil 54 des Walzguts charakterisierenden Betriebsparameter wie folgt durch die Walzgerüste 4, 6, 8 der Walzstraße 1 beeinflußt: die Stegbreite S des Stegs 56 ist im wesentlichen bestimmt durch den Walzspalt 30 der Horizontalwalzen 10, 12 des ersten Walzgerüsts 4 oder der Horizontalwalzen 22, 24 des dritten Walzgerüsts 8. Für das endgültig fertiggestellte Walzprodukt ist dabei insbesondere der Walzspalt der Horizontalwalzen 22, 24 des letztmalig durchlaufenen Walzgerüsts 8 von Bedeutung. Die Breite B des Profils 54 ist gegeben durch die Summe der Walzspalte 39 der Vertikalwalzen 18, 20 des ersten Walzgerüsts 4 oder der Vertikalwalzen 26, 28 des dritten Walzgerüsts 8, zuzüglich der Ballenlänge der jeweiligen Horizontalwalzen 10, 12 bzw. 22, 24. Wiederum ist hierbei die endgültige Breite B des gewalzten Profils 54 im wesentlichen bestimmt durch die genannten Parameter des letztmalig durchlaufenen dritten Walzgerüsts 8. Die Flanschhöhe FH ist ihrerseits im wesentlichen bestimmt durch den Walzspalt der Horizontalwalzen 50, 52 des zweiten Walzgerüsts 6.

[0030] Die Walzstraße 1 ist für eine besonders genaue Einhaltung eines vorgegebenen Sollprofils, also für die Einhaltung besonders geringer Toleranzgrenzwerte, bei der Herstellung eines profilierten Walzguts ausgelegt. Dazu ist der Walzstraße 1 ein Steuerungssystem 70 zugeordnet. Das Steuerungssystem 70 umfaßt eine zentrale Steuereinheit 72, die ausgangsseitig mit einer Anzahl von Stellelementen 74, 76, 80 für die Walzgerüste 4, 6, 8 verbunden ist. Eingangsseitig ist die Steuereinheit 72 mit einer Meßeinrichtung 82 zur Ermittlung eines Profilkennwerts des Walzguts verbunden. Weiterhin sind der Steuereinheit 72 ein Speichermodul 84, auf das die Steuereinheit 72 zum Auslesen oder Ab-

speichern von Daten zugreifen kann, sowie ein Ein-Ausgabemodul 86, beispielsweise ein Personal Computer, zugeordnet.

[0031] Dem ersten Walzgerüst 4 ist das Stellelement 74 zugeordnet. Das Stellelement 74 gibt dabei Stellwerte an die Hydraulikzylindereinheiten 32, 34, 36, 38, 46, 48 der insgesamt vier Horizontalwalzen 10, 12 und Vertikalwalzen 18, 20 des ersten Walzgerüsts 4 aus. Dies ist durch die vier ausgehenden Pfeile gekennzeichnet. Zur Erzeugung der Stellwerte ist das Stellelement 74 dabei in Untergruppen oder Module gegliedert, von denen jedes jeweils einer der Horizontalwalzen 10, 12 bzw. der Vertikalwalzen 18, 20 zugeordnet ist. In analoger Weise dazu ist dem dritten Walzgerüst 8 das Stellelement 80 zugeordnet.

[0032] Weiterhin weist im Ausführungsbeispiel das Walzgerüst 6 zwei unabhängig von einander anstellbare Horizontalwalzen 50, 52 auf. Dementsprechend ist im Ausführungsbeispiel jeder Horizontalwalze 50, 52 jeweils ein Modul des Stellelements 76 zugeordnet.

[0033] Beim Betrieb der Walzstraße 1 gibt die Steuereinheit 72 Sollwerte SW für die Betriebsparameter der Walzgerüste 4, 6, 8 an die diesen zugeordneten Stellelemente 74, 76, 80 ab. Die Steuereinheit 72 ist dabei im Hinblick auf die für das Profil 54 charakteristischen Parameter als Führungsgrößen ausgelegt. Dabei sind im Ausführungsbeispiel die die Horizontalwalzen 10, 12 betreffenden Parameter gekoppelt, wobei die Einstellung des Walzspalts 30 im wesentlichen symmetrisch zu einer durch die Walzgutebene vorgegebenen Referenzebene erfolgt. Die Beaufschlagung der Horizontalwalzen 10, 12 erfolgt somit mit einem einzigen, gekoppelten Sollwert SW für den Walzspalt 30, wie dies durch die Klammer zwischen den beiden ersten Modulen symbolisiert ist. Alternativ kann aber auch eine unabhängige Beaufschlagung der Horizontalwalzen 10, 12 mit Stellwerten vorgesehen sein. Dementsprechend gibt die Steuereinheit 72 beispielsweise an das dem ersten Walzgerüst 4 zugeordnete Stellelement 74 einen Sollwert für den durch dessen Horizontalwalzen 10, 12 gebildeten Walzspalt 30 und jeweils einen weiteren Sollwert SW für jede Vertikalwalze 18, 20 ab.

[0034] Das Stellelement 74 ist dabei in der Art einer untergeordneten Reglerhierarchieebene zur Umsetzung dieser Sollwerte in geeignete Stellgrößen für das zugeordnete erste Walzgerüst 4 ausgebildet. Unter Zugrundelegung der zugeführten Sollwerte SW wandelt das Stellelement 74 somit den Sollwert für den Betriebsparameter "Walzspalt 30" (entsprechend der Stegdicke S des Doppel-T-Trägers) in geeignete Stellwerte für die Positionierung der Horizontalwalzen 10, 12 und/oder deren Walzkräfte um. Diese Stellwerte können innerhalb des Stellelements 74 in der Art einer weiteren untergeordneten Reglerhierarchie erneut in geeignete Stellwerte für die eigentliche Stellgröße, nämlich insbesondere den Druck des Arbeitsmediums in den Hydraulikzylindern 32, 34, 36, 38, umgesetzt werden. In analoger Weise gibt die Steuereinheit 72 Sollwerte SW für

den Walzspalt der Horizontalwalzen 22, 24 und die Vertikalwalzen 26, 28 an das dem dritten Walzgerüst 8 zugeordnete Stellelement 80 ab.

[0035] An das Stellelement 76 gibt die Steuereinheit 72 Sollwerte SW für die vertikale Positionierung der jeweiligen Horizontalwalze 50, 52 ab. Im Stellelement 76 erfolgt dabei in analoger Weise zunächst eine Umsetzung der zugeführten Sollwerte SW in die eigentlichen Stellwerte, nämlich insbesondere die Drücke für die zugeführten Hydraulikzylinder.

[0036] Um innerhalb der Walzstraße 1 zeitnah die Einhaltung besonders der Toleranzgrenzwerte bei der Herstellung des profilierten Walzguts zu gewährleisten, ist die Steuereinheit 72 für eine ergebnisorientierte Korrektur der Sollwerte SW unter Berücksichtigung von Erfahrungen mit vorangegangenen Walzprozessen ausgelegt. Dabei wird über die Meßeinrichtung 82 beim Betrieb der Walzstraße 1 das Profil des aus dem dritten Walzgerüst 8 auslaufenden Walzguts ermittelt, beispielsweise anhand eines Profilkennwerts oder einer Mehrzahl von Profilkennwerten. Die Profilkennwerte können dabei insbesondere Meßwerte für die tatsächlich vorliegende Stegdicke S, die tatsächlich vorliegende Flanschhöhe FH und/oder die tatsächlich vorliegenden Flanschdicken FD sein. Das solchermaßen ermittelte Profil des auslaufenden Walzguts wird durch die Steuereinheit 72 mit einem beispielsweise im Speichermodul 84 hinterlegten Sollprofil für das auslaufende Walzgut verglichen. Anhand dieses Vergleichs wird auf eine Abweichung zwischen dem tatsächlich vorliegenden (Ist-)Walzresultat und dem vorgegebenen (Soll-)Walzresultat geschlossen. Falls diese Abweichung einen vorgegebenen, vergleichsweise engen Toleranzgrenzwert übersteigt, so ist eine Nachkorrektur der von der Steuereinheit 72 an die Stellelemente 74, 76, 80 abgegebenen Sollwerte SW vorgesehen. Die Nachkorrektur erfolgt dabei in der Art einer "online-Korrektur" noch während des betroffenen Walzvorgangs, wobei die relativen positionsabhängigen Parameteränderungen innerhalb eines einzigen Walzguts berücksichtigt werden. Somit umfaßt die Nachkorrektur im wesentlichen zwei Beiträge, wobei der erste Beitrag in der Art eines "pre-setting" oder einer Voranstellung während des laufenden Walzvorgangs konstant gehalten wird, und wobei der zweite Beitrag als "online-Korrektur" während des laufenden Walzvorgangs nachgeführt wird.

[0037] Bei der Korrektur der Sollwerte SW ist berücksichtigt, daß jedes Walzgerüst 4, 6, 8 unabhängig von den anderen zu einer Abweichung und somit zu einem Walzfehler beitragen kann. Sämtliche derartigen Fehlerbeiträge liegen jedoch beim aus dem dritten Walzgerüst 8 auslaufenden Walzgut in kumulierter Form vor und werden somit von der Meßeinrichtung 82 auch kumuliert erfaßt. Um dennoch unter Einsparung weiterer Meßeinrichtungen zur Ermittlung des Profils des Walzguts eine verursachernahe Fehlerkompensation und somit die Einhaltung besonders enger Toleranzgrenzen zu ermöglichen, ist die Steuereinheit 72 für eine gewich-

tete Kompensation des mittels der Meßeinrichtung 82 ermittelten kumulierten Walzfehlers ausgelegt. Die Kompensation des Walzfehlers erfolgt daher durch eine Modifikation der Sollwerte SW, wobei jeder Sollwert SW auf der Grundlage der festgestellten Abweichung des Istzustands vom Sollzustand und unter Berücksichtigung eines gerüstspezifischen Wichtungsfaktors mit einem Korrektursollwert K_i beaufschlagt wird. Mit anderen Worten: der für die Modifikation des Sollwerts SW für das I-te Walzgerüst 4, 6, 8 vorgesehene pre-setting-Anteil des Korrektursollwerts K_i hängt einerseits von der festgestellten Abweichung des Istzustands vom Sollzustand beim gewalzten Walzgut und andererseits aber auch von einem dem jeweiligen Walzgerüst 4, 6, 8 spezifisch zugeordneten Wichtungsfaktor W_i ab. Somit ist auch bei Vorliegen lediglich eines globalen Fehlerkennwerts infolge der Messung in der Meßeinrichtung 82 eine individualisierte und zielgerichtete Fehlerkompensation ermöglicht.

[0038] Die gerüstspezifischen Wichtungsfaktoren W_i , die in aktualisierter Form jeweils auf dem Speichermodul 84 hinterlegt sind, beinhalten dabei Erfahrungen aus dem relativen Fehleranteil des jeweiligen Walzgerüsts 4, 6, 8 bei vergangenen Walzprozessen. Desweiteren ist bei den Wichtungsfaktoren W_i die Art und der Typ des jeweiligen Walzguts berücksichtigt. Mit anderen Worten: für jeden Walzguttyp ist im Speichermodul 84 ein separater, individueller Satz von gerüstspezifischen Wichtungsfaktoren W_i für die Walzgerüste 4, 6, 8 hinterlegt. Die Wichtungsfaktoren W_i werden dabei in der Art einer "lernenden Funktion" regelmäßig aktualisiert, wobei neue oder zusätzliche Erfahrungen aus jüngeren Walzergebnissen einfließen.

[0039] Bei denjenigen Walzenpaaren, deren Einzelwalzen unabhängig voneinander anstellbar sind, erfolgt darüberhinaus noch eine Nachführung ihrer Sollwerte unter Berücksichtigung eines walzenspezifischen Wichtungsfaktors W_i . Mit anderen Worten: die Sollwerte SW für die unabhängig voneinander anstellbaren jeweiligen Einzelwalzen werden mit einem Korrekturwert K_i beaufschlagt, der sowohl von der festgestellten Abweichung des Istprofils vom Sollprofil als auch vom gerüstspezifischen Wichtungsfaktor W_i und vom walzenspezifischen Wichtungsfaktor W_i abhängt. Da beispielsweise im Stellelement 74 eine Umsetzung des den Horizontalwalzen 10, 12 zugeordneten, gekoppelten Sollwerts SW in einzelne Stellwerte erfolgt, ist das Stellelement 74 zur geeigneten Berücksichtigung der walzenspezifischen Wichtungsfaktoren W_i in nicht näher dargestellter Weise mit dem Speichermodul 84 verbunden. Gleiches gilt auch für die Stellelemente 76, 80.

[0040] Der im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 dargestellte Teil der Walzstraße 1 ist insbesondere zum Einsatz in einem sogenannten Revesierwalzverfahren für profiliertes Walzgut geeignet. Bei einem derartigen Revesierwalzverfahren durchläuft das Walzgut die Walzgerüste 4, 6, 8 mehrfach. Beim ersten Durchlauf tritt das Walzgut dabei in das erste Walzgerüst 4 ein und

durchläuft nacheinander die Walzgerüste 4, 6, 8. Nach dem Austritt aus dem dritten Walzgerüst 8 wird das Walzgut angehalten und in umgekehrter Richtung durch die Walzgerüste 8, 6, 4 geführt. Für jeden derartigen, als "Stich" bezeichneten Durchlauf werden die entsprechenden Betriebsparameter der Walzgerüste 4, 6, 8 neu eingestellt, wobei insbesondere eine sukzessive Reduktion der Walzspalte so lange vorgenommen wird, bis eine insgesamt vorgesehene Dicken- oder Breitenreduktion eingetreten ist. Nach Abschluß dieser in der Art einer pendelartigen Bewegung mehrfachen Durchläufe läuft das Walzgut schließlich in der ursprünglichen Walzrichtung aus dem dritten Walzgerüst 8 aus und kann einer weiteren Behandlung zugeführt werden.

[0041] Gerade bei einem derartigen Reversierwalzverfahren ist eine zeitnahe Aktualisierung der Sollwerte SW durch die Steuereinheit 72 im Hinblick auf ein besonders exaktes Walzergebnis hilfreich. Dabei kann insbesondere bei jedem Vorbeilauf des Walzguts an der Meßeinrichtung 82 durchlauf- oder stichabhängig das tatsächliche Profil ermittelt und mit dem Sollprofil für den jeweiligen Durchlauf oder Stiche verglichen werden. Somit können während des Walzvorgangs im aktuell bearbeiteten Walzgut Abweichungen vom Sollzustand frühzeitig erkannt und kompensiert werden. Dazu werden die Korrekturwerte K_i für die Sollwerte SW in der Steuereinheit 72 für den bevorstehenden Durchlauf anhand der Ergebnisse der bisherigen Durchläufe ermittelt. Dabei kommt insbesondere dem Ergebnis des unmittelbar vorangegangenen Durchlaufs die größte Bedeutung zu. Die Wichtungsfaktoren W_i tragen dabei einerseits den Beitrag des jeweiligen Walzgerüsts 4, 6, 8 zum aufgetretenen Walzfehler Rechnung, berücksichtigen aber andererseits auch dem gerade vorgenommenen bzw. vorzunehmenden Durchgang in besonderer Weise.

Bezugszeichenliste

[0042]

1	Walzstraße
2	Pfeil
4, 6, 8	Walzgerüste
10, 12	Horizontalwalzen
14, 16	Walzenachsen
18, 20	Vertikalwalzen
22, 24	Horizontalwalzen
26, 28	Vertikalwalzen
30	Walzspalt
32, 34, 36, 38	Hydraulikzylindereinheiten
39	Walzspalte
40, 42	Halterelement
44, 46	Hydraulikzylindereinheiten
50, 52	Horizontalwalzen
54	Profil
56	Steg
58, 60	Flansch
62	Doppelpfeil

70	Steuerungssystem
72	Steuereinheit
74, 76, 80	Stellelemente
82	Meßeinrichtung
5 84	Speichermodul
86	Ein-Ausgabemodul
B	Gesamtbreite
FD	Flanschdicke
FH	Flanschhöhe
10 L	Lager
K_i	Korrektursollwert
S	Stegbreite
SW	Sollwerte
W_i	Wichtungsfaktor
15 X	Vortriebsrichtung oder Walzrichtung

Patentansprüche

- 20 1. Verfahren zum Betreiben einer Walzstraße (1) für profiliertes Walzgut, bei dem das Walzgut durch eine Anzahl von in einer Walzrichtung (x) aufeinanderfolgenden, jeweils eine Anzahl von Arbeitswalzen umfassenden Walzgerüsten (4, 6, 8) geführt wird, wobei jedes Walzgerüst (4, 6, 8) hinsichtlich seiner Betriebsparameter auf eine Anzahl von Sollwerten (SW) eingestellt wird,
25 **dadurch gekennzeichnet,**
daß das Profil (54) des auslaufenden Walzguts ermittelt und mit einem Sollprofil verglichen wird, wobei der oder jeder Sollwert (SW) des oder jedes Walzgerüsts (4, 6, 8) unter Bezugnahme auf einen gerüstspezifischen Wichtungsfaktor (W_i) anhand der Abweichungen des ermittelten Profils vom Sollprofil mit einem Korrektursollwert (K_i) beaufschlagt wird.
30
- 35 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
40 **daß** für das oder jedes Walzgerüst (4, 6, 8) jeweils ein Sollwert (SW) für eine Stegdicke und/oder eine Flanschhöhe und/oder eine Flanschdicke des Walzguts vorgegeben wird.
- 45 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der jeweilige gerüstspezifische Wichtungsfaktor (W_i) walzgutabhängig vorgegeben wird.
- 50 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Walzen eines Walzengerüsts (4, 6, 8) unabhängig voneinander anhand von walzenspezifischen Sollwerten (SW) betrieben werden, wobei
55 der oder jeder Sollwert (SW) einer Walze unter Bezugnahme auf einen walzenspezifischen Wichtungsfaktor (W_i) anhand der Abweichungen des ermittelten Profils (54) vom Sollprofil mit einem Kor-

rektursollwert (K_i) beaufschlagt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß der oder jeder Korrektursollwert (K_i) auf einen
parameterspezifischen Maximalwert begrenzt wird. 5

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß der oder jeder Korrektursollwert (K_i), insbeson- 10
dere der gerüstspezifische Wichtungsfaktor (W_i),
anhand des Walzergebnisses vorangegangener
Walzprozesse vorgegeben wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 15
dadurch gekennzeichnet,
daß bei mehrmaligem Durchlauf des Walzguts
durch die Walzstraße (1) der jeweilige Korrektur-
sollwert (K_i) unter Berücksichtigung des Walz-
ergebnisses eines vorangegangenen Durchlaufs vor- 20
gegeben wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Korrektursollwert (K_i) für eine Horizontalan- 25
stellung eines Walzgerüsts (4, 6, 8) und ein Korrektur-
sollwert (K_i) für eine Vertikalanstellung eines
Walzgerüsts (4, 8) vorgegeben wird, wobei das Ver-
hältnis dieser Korrektursollwerte (K_i) auf einen vor-
gebbaren Maximalwert begrenzt wird. 30

9. Steuerungssystem für eine Walzstraße (1) für pro-
filirtes Walzgut, bei dem das Walzgut durch eine
Anzahl von in einer Walzrichtung (x) aufeinander-
folgenden, jeweils eine Anzahl von Arbeitswalzen 35
umfassenden Walzgerüsten (4, 6, 8) geführt ist, mit
einer Steuereinheit (72), die einem einem Walzge-
rüst (4, 6, 8) zugeordneten Stellelement (74, 76, 80)
einen Sollwert (SW) für einen Betriebsparameter
vorgibt, 40
dadurch gekennzeichnet,
daß die Steuereinheit (72) eingangsseitig mit einer
Meßeinrichtung zur Ermittlung eines Profilkenn-
werts des auslaufenden Walzguts und mit einem
Speichermodul (84) verbunden ist, wobei die Steu- 45
ereinheit (72) den Sollwert (SW) des jeweiligen
Walzgerüsts (4, 6, 8) unter Bezugnahme auf einen
im Speichermodul (84) hinterlegten gerüstspezifi-
schen Wichtungsfaktor (W_i) anhand der Abwei-
chungen des ermittelten Profilkennwerts von einem
Sollprofilkennwert mit einem Korrektursollwert (K_i)
beaufschlagt. 50

55

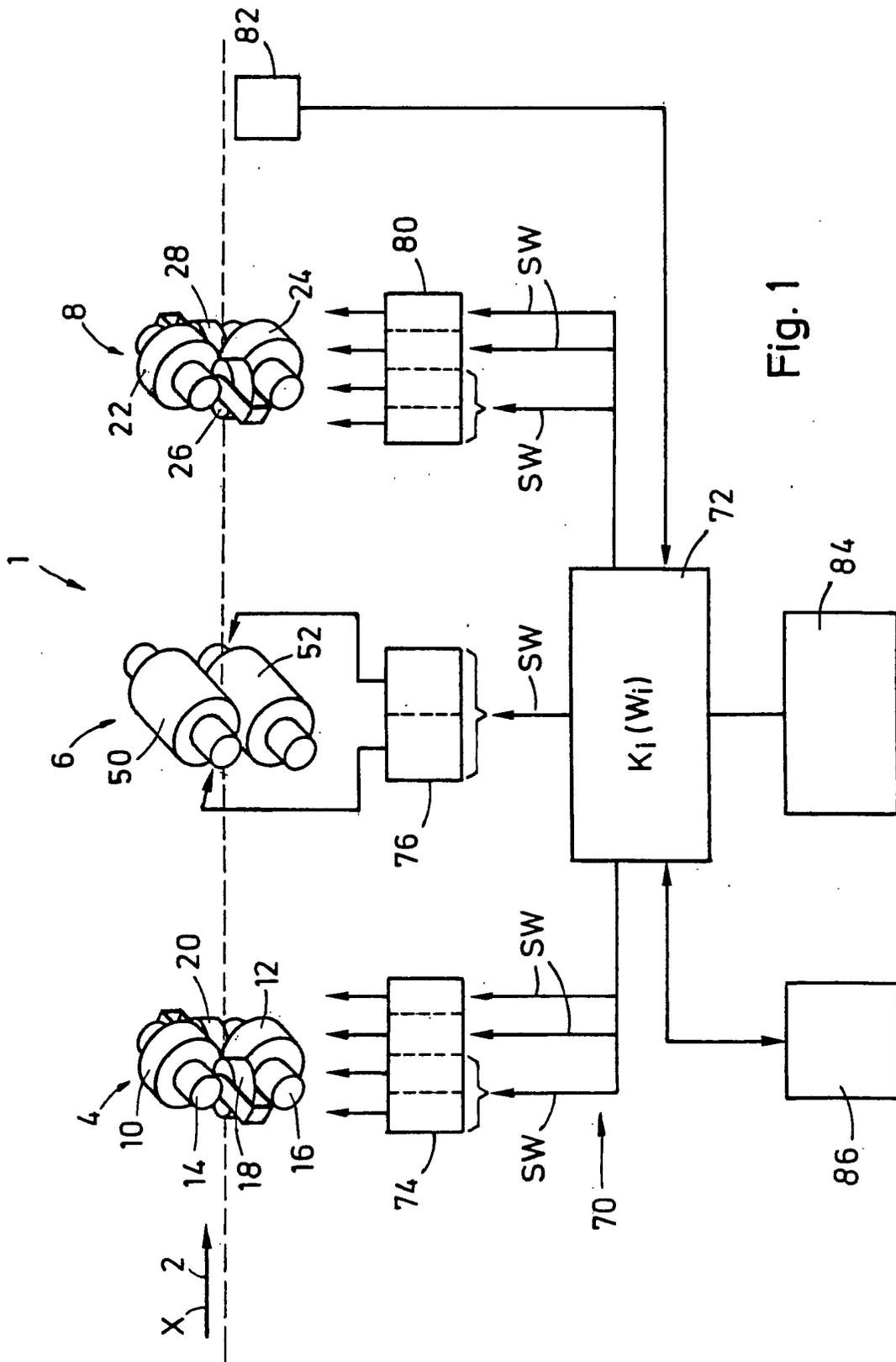


Fig. 1

Fig. 2

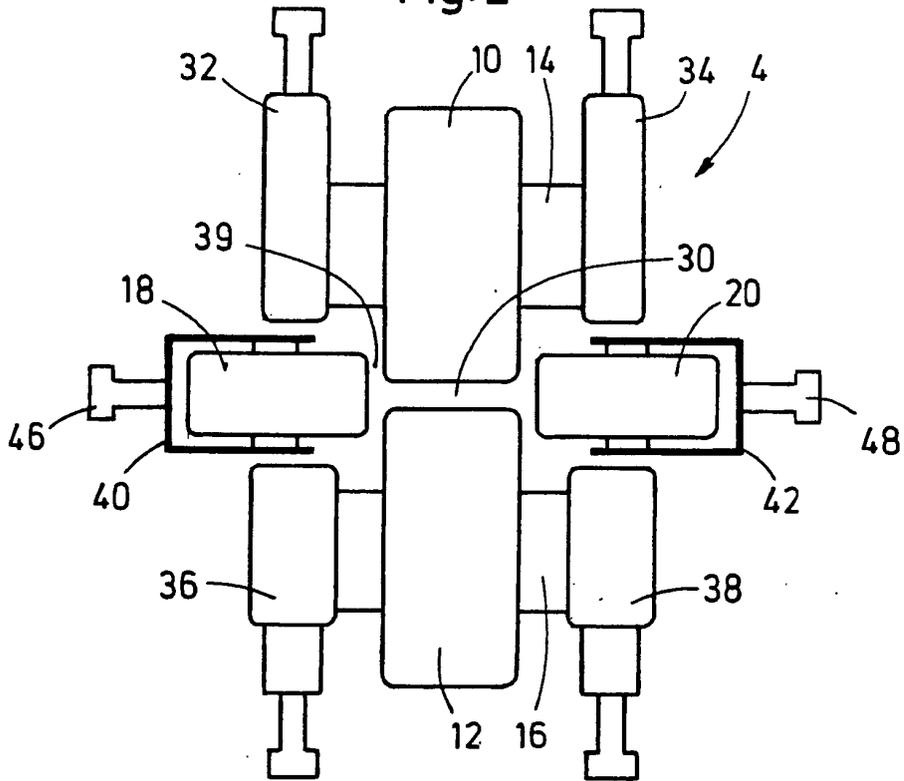


Fig. 3

