



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.04.2000 Patentblatt 2000/17**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B21B 37/50**

(21) Anmeldenummer: **99119457.2**

(22) Anmeldetag: **30.09.1999**

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

- Keller, Karl  
57271 Hilchenbach (DE)
- Balve, Karl-Heinz  
57271 Hilchenbach (DE)
- Polok, Miroslav  
73961 Trinec (CZ)

(30) Priorität: **24.10.1998 DE 19849068**

(71) Anmelder:  
**SMS SCHLOEMANN-SIEMAG  
AKTIENGESELLSCHAFT  
40237 Düsseldorf (DE)**

(74) Vertreter:  
**Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing.  
Patentanwälte  
Hemmerich-Müller-Grosse-  
Pollmeier-Valentin-Gihske  
Hammerstrasse 2  
57072 Siegen (DE)**

(72) Erfinder:  
• Palzer, Otmar, Dr.  
41363 Jüchen (DE)

(54) **Zugregelverfahren für einen Walzgutabschnitt**

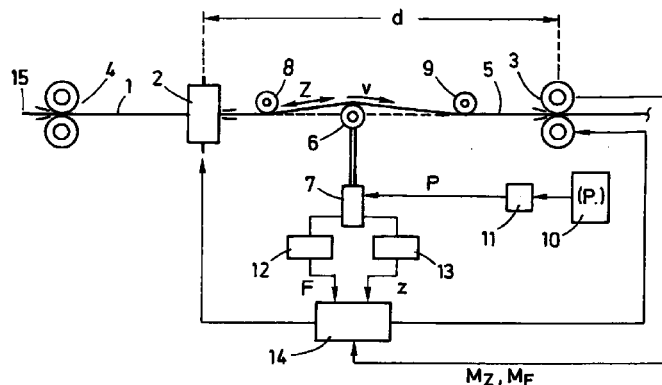
(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Zugregelverfahren für einen sich zwischen einem vorderen und einem hinteren Walzgerüst (2, 3) einer Walzstraße befindlichen Walzgutabschnitt (5) eines Walzguts (1). Um auch auch bei geringen Gerüstabständen und hohen Walzgeschwindigkeiten eine zuverlässige Zugregelung zu ermöglichen, ist vorgesehen,

- daß ein Spannelement (6) mit einer Ist-Anstellkraft (F) an den Walzgutabschnitt (5) angestellt wird, so daß der Walzgutabschnitt (5) von dem Spannele-

ment (6) um eine Ist-Auslenkung (z) ausgelenkt wird,

- daß die Ist-Anstellkraft (F) und die Ist-Auslenkung (z) erfaßt werden und
- daß ein zwischen dem vorderen und dem hinteren Walzgerüst (2, 3) in dem Walzgutabschnitt (5) herrschender Zug (Z) derart eingestellt wird, daß die Ist-Anstellkraft (F) sich einer Soll-Anstellkraft (F\*) und/oder die Ist-Auslenkung (z) sich einer Soll-Auslenkung (z\*) annähert.

Fig. 1



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Zugregelverfahren für einen sich zwischen einem vorderen und einem hinteren Walzgerüst einer Walzstraße befindlichen Walzgutabschnitt eines Walzguts.

**[0002]** Schlankes Walzgut wie beispielsweise Stabstahl und Draht wird im Stand der Technik in kontinuierlichen Walzstraßen gewalzt. Entsprechen in diesen Straßen die Drehzahlen aufeinanderfolgender Walzgerüste nicht der Kontinuitätsgleichung, die durch den konstanten Massenfluß bestimmt ist, baut sich zwischen den aufeinanderfolgenden Walzgerüsten Zug oder Druck im Walzgut auf.

**[0003]** Zug und Druck im Walzgut haben negativen Einfluß auf die Querschnittstoleranzen, insbesondere die Profilbreite. Darüber hinaus führt Druck im Walzgut zu Instabilitäten, die ein sog. Flattern verursachen. Im Extremfall kann Druck im Walzgut sogar zu Materialausbrüchen und Betriebsstörungen führen.

**[0004]** Um gute Fertigtoleranzen zu erreichen und einen sicheren Walzprozeß zu garantieren, ist eine effiziente Zugregelung erforderlich.

**[0005]** Im Stand der Technik werden zur Zugregelung hauptsächlich zwei Regelungsarten eingesetzt, nämlich das sog. Stromspeicherverfahren und die Schlingenregelung. Beide Verfahren brauchen für ihre Realisierung einen minimalen Gerüstabstand. Bei zu geringen Gerüstabständen hingegen existiert im Stand der Technik nur eine manuelle Methode der Zugkontrolle. Durch einen Schlag oder Druck auf das Walzgut versucht der Walzer aufgrund seiner Erfahrung den im Walzgut herrschenden Zug bzw. Druck zu schätzen. Diese Vorgehensweise ist subjektiv und sehr ungenau und auch unzuverlässig. Darüber hinaus kann dieses Verfahren nur in gewissen zeitlichen Abständen ausgeführt werden. Eine Regelung des Zuges anhand des Verfahrens ist nicht möglich.

**[0006]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Zugregelverfahren zu schaffen, mittels dessen auch bei geringen Gerüstabständen und hohen Walzgeschwindigkeiten eine zuverlässige Zugregelung möglich ist.

**[0007]** Die Aufgabe wird dadurch gelöst,

- daß ein Spannelement mit einer Ist-Anstellkraft an den Walzgutabschnitt angestellt wird, so daß der Walzgutabschnitt von dem Spannelement um eine Ist-Auslenkung ausgelenkt wird,
- daß die Ist-Anstellkraft und die Ist-Auslenkung erfaßt werden und
- daß ein zwischen dem vorderen und dem hinteren Walzgerüst in dem Walzgutabschnitt herrschender Zug derart eingestellt wird, daß die Ist-Anstellkraft sich einer Soll-Anstellkraft und/oder die Ist-Auslenkung sich einer Soll-Auslenkung annähert.

**[0008]** Wenn das Spannelement mittels eines

hydraulischen Druckzylinders an den Walzgutabschnitt angestellt wird, ist auf besonders einfache Weise eine Erfassung der Ist-Anstellkraft und der Ist-Auslenkung möglich. Denn hydraulische Druckzylinder weisen üblicherweise einen ein- bzw. angebauten Positionsgeber auf, mittels dessen der Verfahrweg des Druckzylinders erfaßbar ist. Die Ist-Anstellkraft ergibt sich sofort aus dem Arbeitsdruck des Druckzylinders in Verbindung mit dem Stempelquerschnitt des Druckzylinders.

**[0009]** Das Zugregelverfahren ist besonders einfach zu realisieren, wenn eine der beiden Istgrößen konstant gleich der korrespondierenden Sollgröße gehalten wird und nur die andere Istgröße variabel ist. Dabei kann alternativ die Ist-Anstellkraft oder die Ist-Auslenkung konstant gehalten werden.

**[0010]** Wenn der hydraulische Druckzylinder aus einer unter einem Betriebsdruck stehenden Druckbeaufschlagungseinrichtung mit einem Arbeitsdruck beaufschlagt wird, der Betriebsdruck mindestens einen Mindestdruck aufweist und der Arbeitsdruck kleiner als der Mindestdruck ist, ist das Konstanthalten der Ist-Anstellkraft besonders einfach zu realisieren.

**[0011]** Wenn die Soll-Anstellkraft derart gewählt ist, daß die dadurch bewirkte Soll-Auslenkung von Null verschieden ist, können mittels des Spannelements sowohl Abweichungen des im Walzgutabschnitt herrschenden Zuges nach oben als auch Abweichungen des im Walzgut herrschenden Zuges nach unten erfaßt und korrigiert werden.

**[0012]** Das Zugregelverfahren kann dadurch als selbstlernendes Verfahren ausgebildet werden,

- daß das Walzgut ein Walzgutende aufweist,
- daß dem vorderen Walzgerüst ein Halteelement vorgeordnet ist,
- daß nach dem Auslaufen des Walzgutendes aus dem Halteelement und vor dem Auslaufen des Walzgutendes aus dem vorderen Walzgerüst ein von dem hinteren Walzgerüst aufgebracht Kontimoment erfaßt wird,
- daß nach dem Auslaufen des Walzgutendes aus dem vorderen Walzgerüst und vor dem Auslaufen des Walzgutendes aus dem hinteren Walzgerüst ein von dem hinteren Walzgerüst aufgebracht Freimoment erfaßt wird,
- daß aus einem Vergleich von Freimoment und Kontimoment der in dem Walzgutabschnitt vor dem Auslaufen des Walzgutendes aus dem vorderen Walzgerüst tatsächlich herrschende Zug ermittelt wird und
- daß aus dem tatsächlich herrschenden Zug Korrekturwerte für die Soll-Anstellkraft und/oder die Soll-Auslenkung ermittelt werden.

**[0013]** Wenn das Freimoment und das Kontimoment jeweils mehrfach erfaßt werden und zum Vergleich von Freimoment und Kontimoment Mittelwerte von Freimoment und Kontimoment gebildet werden, ist der Ein-

fluß von Störungen während des Walzens gering.

**[0014]** Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen. Dabei zeigen in Prinzipdarstellung

Fig. 1 eine mehrgerüste Walzstraße und

Fig. 2 ein Moment-Zeit-Diagramm.

**[0015]** Gemäß Fig. 1 wird ein Walzgut 1 in einer mehrgerüstigen Walzstraße gewalzt. Die Walzstraße weist zumindest ein vorderes Walzgerüst 2 und ein hinteres Walzgerüst 3 auf. Dem vorderen Walzgerüst 2 ist ein Halteelement 4 vorgeordnet.

**[0016]** Gemäß Ausführungsbeispiel ist das Halteelement 4 ebenfalls als Walzgerüst ausgebildet. Es könnte aber auch als Treiber oder als eine andere Halteeinrichtung ausgebildet sein.

**[0017]** Zwischen den Walzgerüsten 2, 3 befindet sich ein Walzgutabschnitt 5 des Walzguts 1. In dem Walzgutabschnitt 5 herrscht dabei ein Zug Z. Der Zug Z in dem Walzgutabschnitt 5 wird mittels der Walzgerüste 2, 3 eingestellt.

**[0018]** Gemäß Ausführungsbeispiel sind das Halteelement 4 und das hintere Walzgerüst 3 als Vertikalgerüste ausgebildet, während das vordere Walzgerüst 2 als Horizontalgerüst ausgebildet ist. Die Walzstraße ist also eine Walzstraße für schlankes Walzgut 1, z. B. Stabstahl oder Draht. Prinzipiell könnte das Zugregelverfahren aber auch bei einer Walzstraße für bandförmiges Walzgut 1 angewendet werden.

**[0019]** Zwischen den Walzgerüsten 2, 3 ist ein Spannelement 6 angeordnet. Das Spannelement 6 ist im vorliegenden Fall als Rolle ausgebildet. Es wird mittels eines Anstellelements 7 mit einer Ist-Anstellkraft F an den Walzgutabschnitt 5 angestellt. Hierdurch wird der Walzgutabschnitt 5 um eine Ist-Auslenkung z von seiner gestrichelt dargestellten Ideallinie ausgelenkt. Um eine einwandfreie Führung des Walzguts 1 in den Walzgerüsten 2, 3 zu gewährleisten, sind zwischen dem Spannelement 6 und den Walzgerüsten 2, 3 Gegenrollen 8, 9 angeordnet.

**[0020]** Gemäß Ausführungsbeispiel ist das Anstellelement 7 als hydraulischer Druckzylinder ausgebildet. Dem Druckzylinder 7 ist, wie allgemein üblich, ein Lagesensor zugeordnet. Somit ist die Ist-Auslenkung z aus dem direkt erfaßbaren Verfahrensweg des Druckzylinders 7 ermittelbar.

**[0021]** Der Druckzylinder 7 wird aus einer Druckbeaufschlagungseinrichtung 10 mit einem Arbeitsdruck p beaufschlagt. Die Druckbeaufschlagungseinrichtung 10 steht unter einem Betriebsdruck  $p_0$ . Der Betriebsdruck  $p_0$  ist variabel, weist aber mindestens einen Mindestdruck  $p_{\min}$  auf. Der Arbeitsdruck p wird mittels eines Druckreduzierventils 11 eingestellt, das zwischen der Druckbeaufschlagungseinrichtung 10 und dem Anstellelement 7 angeordnet ist. Der Arbeitsdruck p ist vor-

zugsweise kleiner als der Mindestdruck  $p_{\min}$ .

**[0022]** Der Druckzylinder weist eine Stempelfläche A auf. Die Ist-Anstellkraft F ergibt sich als Produkt des leicht erfaßbaren - Arbeitsdrucks p und der Stempelfläche A des Druckzylinders 7.

**[0023]** Gemäß Ausführungsbeispiel wird die Ist-Anstellkraft F durch entsprechendes Einstellen des Arbeitsdruckes p mittels des Druckreduzierventils 11 konstant gleich einer Soll-Anstellkraft  $F^*$  gehalten. Somit variiert nur die Ist-Auslenkung z.

**[0024]** Die Ist-Auslenkung z - und sicherheitshalber auch die Ist-Anstellkraft F - werden von entsprechenden Sensoren 12, 13 erfaßt und einer Auswerteeinheit 14 zugeführt. Die Auswerteeinheit 14 vergleicht die Ist-Auslenkung z mit einer Soll-Auslenkung  $z^*$ . Wenn die Ist-Auslenkung z größer als die Soll-Auslenkung  $z^*$  ist, ist der im Walzgutabschnitt 5 herrschende Zug Z zu gering. Der Zug Z wird in diesem Fall durch entsprechendes Ansteuern der Walzgerüste 2 und/oder 3 erhöht so daß sich die Ist-Auslenkung z der Soll-Auslenkung  $z^*$  annähert. Wenn umgekehrt die Ist-Auslenkung z kleiner als die Soll-Auslenkung  $z^*$  ist, wird der Zug Z verringert.

**[0025]** Mittels des Spannelements 6 soll der im Walzgutabschnitt 5 herrschende Zug Z möglichst wenig beeinflusst werden. Die Soll-Anstellkraft  $F^*$  wird daher so gering wie möglich gewählt. Andererseits wird die Soll-Anstellkraft  $F^*$  aber derart gewählt, daß die durch die Soll-Anstellkraft  $F^*$  bewirkte Soll-Auslenkung  $z^*$  von Null verschieden ist.

**[0026]** Gemäß Ausführungsbeispiel wird die Ist-Anstellkraft F konstant gleich der Soll-Anstellkraft  $F^*$  gehalten, so daß nur die Ist-Auslenkung z variabel ist. Es ist aber ebenso umgekehrt möglich, die Ist-Auslenkung z konstant gleich der Soll-Auslenkung  $z^*$  zu halten, so daß nur die Ist-Anstellkraft F variabel ist. Derartige Positionsregelungen sind bei Druckzylindern 7 allgemein bekannt. Es wäre auch möglich, beide Größen F, z variieren zu lassen. Allerdings wäre in diesem Fall der Regelalgorithmus komplizierter.

**[0027]** Das Walzgut 1 weist ein Walzgutende 15 auf. Um Korrekturwerte für die Soll-Anstellkraft  $F^*$  und/oder die Soll-Auslenkung  $z^*$  ermitteln zu können, wird folgendes Verfahren angewendet:

Zu einem Zeitpunkt T1 läuft gemäß Fig. 2 das Walzgutende 15 aus dem Halteelement 4 aus. Ab diesem Zeitpunkt wird ein von dem hinteren Walzgerüst 3 aufgebrachtes Antriebsmoment M, nachfolgend als Kontimoment  $M_k$  bezeichnet, mehrfach erfaßt und ein Mittelwert der erfaßten Kontimomente  $M_k$  gebildet. Diese Momenterfassung und Mittelwertbildung wird beendet, bevor das Walzgutende 15 zu einem Zeitpunkt T2 aus dem vorderen Walzgerüst 2 ausläuft.

**[0028]** Nach dem Auslaufen des Walzgutendes 15 aus dem vorderen Walzgerüst 2 wird wieder mehrfach ein vom hinteren Walzgerüst 3 aufgebrachtes Antriebsmoment M, nachfolgend Freimoment  $M_f$  genannt, erfaßt und aus den erfaßten Freimomenten  $M_f$  ein Mit-

telwert gebildet. Das Erfassen des Freimoments  $M_F$  und die zugehörige Mittelwertbildung muß vor einem Zeitpunkt T3, zu dem das Walzgutende 15 aus dem hinteren Walzgerüst 3 ausläuft, beendet sein.

[0029] Durch Vergleich von Freimoment  $M_F$  und Kontimoment  $M_k$  bzw. der hiermit korrespondierenden Mittelwerte wird dann der Zug Z ermittelt, der in dem Walzgutabschnitt 5 vor dem Auslaufen des Walzgutendes 15 aus dem vorderen Walzgerüst 2 tatsächlich geherrscht hat. Aus dem tatsächlich herrschenden Zug Z können dann die Korrekturwerte ermittelt werden.

[0030] Die Zeitpunkte T1, T2 und T3 können beispielsweise anhand der Zeitpunkte ermittelt werden, zu denen die vom Hattelement 4, dem vorderen Walzgerüst 2 und dem hinteren Walzgerüst 3 aufgebrachten Momente M auf Null abfallen.

[0031] Das erfindungsgemäße Zugregelverfahren ist insbesondere auch bei einem geringen Abstand d von z. B. nur ein bis zwei Metern zwischen den Walzgerüsten 2, 3 anwendbar, obwohl das Walzgut 1 in dem Walzgutabschnitt 5 eine Walzgeschwindigkeit v von 15 bis 20 m/s, im Einzelfall sogar mehr, aufweisen kann. Auch sind die Investitionskosten geringer als die Investitionskosten für eine Schlingenregelung.

Das erfindungsgemäße Zugregelverfahren ist sowohl bei Vorstraßen für schlankes Walzgut als auch bei Zwischen- und Fertigstraßen einsetzbar. Es ist auch mit geringem Aufwand bei bestehenden Walzstraßen nachrüstbar.

Bezugszeichenliste

[0032]

1	Walzgut	35
2, 3	Walzgerüste	
4	Hattelement	
5	Walzgutabschnitt	
6	Spannelement	
7	Anstellelement	40
8, 9	Gegenrollen	
10	Druckbeaufschlagungseinrichtung	
11	Druckreduzierventil	
12, 13	Sensoren	
14	Auswerteeinheit	45
15	Walzgutende	
A	Stempelfläche	
d	Abstand	
F, F*	Anstellkräfte	
M, $M_F$ , $M_k$	Momente	50
p, $p_0$ , $p_{min}$	Drücke	
T1, T2, T3	Zeitpunkte	
v	Walzgeschwindigkeit	
z, z*	Auslenkungen	
Z	Zug	55

## Patentansprüche

- Zugregelverfahren für einen sich zwischen einem vorderen und einem hinteren Walzgerüst (2, 3) einer Walzstraße befindlichen Walzgutabschnitt (5) eines Walzguts (1),  
**dadurch gekennzeichnet,**
  - daß ein Spannelement (6) mit einer Ist-Anstellkraft (F) an den Walzgutabschnitt (5) angestellt wird, so daß der Walzgutabschnitt (5) von dem Spannelement (6) um eine Ist-Auslenkung (z) ausgelenkt wird,
  - daß die Ist-Anstellkraft (F) und die Ist-Auslenkung (z) erfaßt werden und
  - daß ein zwischen dem vorderen und dem hinteren Walzgerüst (2, 3) in dem Walzgutabschnitt (5) herrschender Zug (Z) derart eingestellt wird, daß die Ist-Anstellkraft (F) sich einer Soll-Anstellkraft (F\*) und/oder die Ist-Auslenkung (z) sich einer Soll-Auslenkung (z\*) annähert.
- Zugregelverfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß das Spannelement (6) mittels eines hydraulischen Druckzylinders (7) an den Walzgutabschnitt (5) angestellt wird.
- Zugregelverfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Ist-Anstellkraft (F) konstant gleich der Soll-Anstellkraft (F\*) gehalten wird und nur die Ist-Auslenkung (z) variabel ist.
- Zugregelverfahren nach Anspruch 2 und 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der hydraulische Druckzylinder (7) aus einer unter einem Betriebsdruck ( $p_0$ ) stehenden Druckbeaufschlagungseinrichtung (10) mit einem Arbeitsdruck (p) beaufschlagt wird, daß der Betriebsdruck ( $p_0$ ) mindestens einen Mindestdruck ( $p_{min}$ ) aufweist und daß der Arbeitsdruck (p) kleiner als der Mindestdruck ( $p_{min}$ ) ist.
- Zugregelverfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Ist-Auslenkung (z) konstant gleich der Soll-Auslenkung (z\*) gehalten wird und nur die Ist-Anstellkraft (F) variabel ist.
- Zugregelverfahren nach einem der obigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
die Soll-Anstellkraft (F\*) derart gewählt ist, daß die dadurch bewirkte Soll-Auslenkung (z\*) von Null verschieden ist.

7. Zugregelverfahren nach einem der obigen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

- daß das Walzgut (1) ein Walzgutende (15) aufweist, 5
- daß dem vorderen Walzgerüst (2) ein Halteelement (4) vorgeordnet ist,
- daß nach dem Auslaufen des Walzgutendes (15) aus dem Halteelement (4) und vor dem Auslaufen des Walzgutendes (15) aus dem vorderen Walzgerüst (2) ein von dem hinteren Walzgerüst (3) aufgebrachtes Kontimoment ( $M_k$ ) erfaßt wird, 10
- daß nach dem Auslaufen des Walzgutendes (15) aus dem vorderen Walzgerüst (2) und vor dem Auslaufen des Walzgutendes (15) aus dem hinteren Walzgerüst (3) ein von dem hinteren Walzgerüst (3) aufgebrachtes Freimoment ( $M_F$ ) erfaßt wird, 15 20
- daß aus einem Vergleich von Freimoment ( $M_F$ ) und Kontimoment ( $M_k$ ) der in dem Walzgutabschnitt (5) vor dem Auslaufen des Walzgutendes (15) aus dem vorderen Walzgerüst (2) tatsächlich herrschende Zug (Z) ermittelt wird und 25
- daß aus dem tatsächlich herrschenden Zug (Z) Korrekturwerte für die Soll-Anstellkraft ( $F^*$ ) und/oder die Soll-Auslenkung ( $z^*$ ) ermittelt werden. 30

8. Zugregelverfahren nach Anspruch 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß das Freimoment ( $M_F$ ) und das Kontimoment ( $M_k$ ) jeweils mehrfach erfaßt werden und daß zum Vergleich von Freimoment ( $M_F$ ) und Kontimoment ( $M_k$ ) Mittelwerte von Freimoment ( $M_F$ ) und Kontimoment ( $M_k$ ) gebildet werden. 35

40

45

50

55

