



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 112 784 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.07.2001 Patentblatt 2001/27

(51) Int Cl.7: **B21B 38/10**

(21) Anmeldenummer: **00126744.2**

(22) Anmeldetag: **06.12.2000**

(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

(72) Erfinder:
• **Hartmann, Ralf**
40470 Düsseldorf (DE)
• **Minnerop, Michael**
40885 Ratingen (DE)

(30) Priorität: **30.12.1999 DE 19964042**

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Hemmerich & Kollegen,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)

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

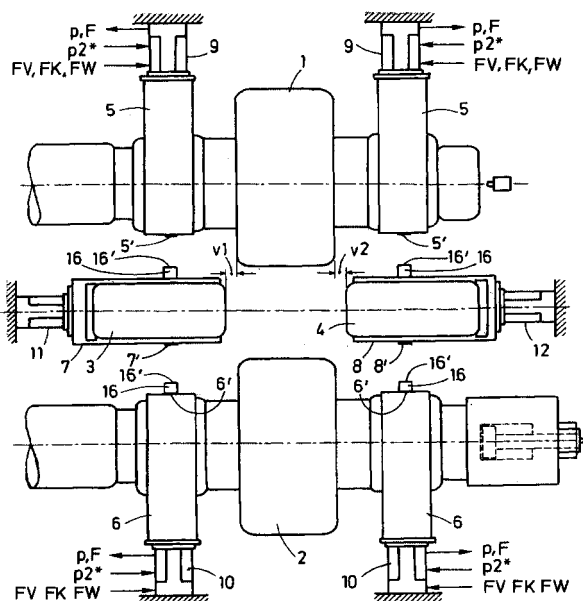
(54) Kalibrierverfahren für ein Universalgerüst

(57) Ein Universalwalzgerüst mit Horizontalwalzen (1, 2) und Vertikalwalzen (3, 4) wird wie folgt kalibriert:

- Die Vertikaleinbaustücke (7, 8) derart zwischen die Horizontaleinbaustücke (5, 6) gefahren, daß zwischen den Horizontalwalzen (1, 2) und den Vertikalwalzen (3, 4) Vertikalwalzspalte (v1, v2) verbleiben, und zwischen den Vertikaleinbaustücken (7, 8) einerseits und den oberen und/oder unteren Horizontaleinbaustücken (5, 6) andererseits Distanzstücke (16) angeordnet.

- Die Horizontaleinbaustücke (5, 6) werden maximal mit einer Verfahrkraft (FV) zugefahren, bis sie an den Vertikaleinbaustücken (7, 8) bzw. den Distanzstücken (16) anliegen. Danach werden sie mit einer Kalibrierungskraft (FK) beaufschlagt, die größer als die Verfahrkraft (FV) ist.
- Sodann werden angefahrne Positionswerte (p) der Horizontaleinbaustücke (5, 6) erfaßt und aus den Positionswerten (p) Referenzpositionen für nachfolgende Walzvorgänge ermittelt.

Fig. 1



EP 1 112 784 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kalibrierverfahren für ein Universalwalzgerüst mit Horizontalwalzen und Vertikalwalzen, wobei die Horizontalwalzen in oberen und unteren Horizontaleinbaustücken und die Vertikalwalzen in Vertikaleinbaustücken gelagert sind, wobei die Horizontalwalzen gegeneinander und die Vertikalwalzen gegen die Horizontalwalzen anstellbar sind.

[0002] Derartige Kalibrierverfahren sind allgemein bekannt. Beispielfhaft werden die DE 35 01 622 C2, die EP 0 483 939 B1 und die EP 0 275 875 B1 genannt.

[0003] Bei der DE 35 01 622 C2 erfolgt eine Axialeinstellung der Horizontalwalzen. Die Schrift offenbart ferner ein Verfahren zum vertikalen Einstellen der Horizontalwalzen. Das dort beschriebene Verfahren setzt allerdings voraus, daß die Walzen konisch ausgebildet sind.

[0004] Bei der EP 0 483 939 B1 werden die Horizontalwalzen parallel zueinander und horizontal ausgerichtet. Ein Verfahren zur Vertikaleinstellung der Horizontalwalzen ist nicht offenbart.

[0005] Bei der EP 0 275 875 B1 werden die Walzen mit einer elektromechanischen Grobanstellung im Universalwalzgerüst auf Walzspalt Null oder mit Eichstücken auf einen definierten Walzspalt gefahren. Mittels hydraulischer Feinanstellungen werden durch Druckerhöhung in den Anstellzylindern die im horizontalen sowie vertikalen Kräfteverlauf liegenden Gerüst- und Anstellteile mit einem Druck unter Druckspannung gesetzt, der einer mittleren theoretisch zu erwartenden Walzkraft stichplanmäßig entspricht. Über die genaue Abfolge der Eichung und die Anordnung der Eichstücke ist der EP 0 275 875 B1 nichts zu entnehmen.

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Kalibrierverfahren für ein Universalwalzgerüst mit Horizontal- und Vertikalwalzen zu schaffen, bei dem die Horizontalwalzen unabhängig von der Form der Walzen exakt bezüglich der Vertikalwalzen positionierbar sind.

[0007] Die Aufgabe wird durch folgende Verfahrensschritte gelöst:

- die Vertikaleinbaustücke werden derart zwischen die Horizontaleinbaustücke gefahren, daß zwischen den Horizontalwalzen und den Vertikalwalzen Vertikalwalzspalte verbleiben,
- zwischen den Vertikaleinbaustücken einerseits und den oberen und/oder unteren Horizontaleinbaustücken andererseits werden Distanzstücke angeordnet,
- die Horizontaleinbaustücke werden zugefahren, bis sie an den Vertikaleinbaustücken bzw. den Distanzstücken anliegen, wobei die Horizontaleinbaustücke beim Zufahren maximal mit einer Verfahrkraft beaufschlagt werden,
- die Horizontaleinbaustücke werden nach dem Zufahren mit einer Kalibrierungskraft beaufschlagt, die größer als die Verfahrkraft ist,

- nach dem Beaufschlagen mit der Kalibrierungskraft werden angefahrne Positionswerte der Horizontaleinbaustücke erfaßt und aus den Positionswerten Referenzpositionen für nachfolgende Walzvorgänge ermittelt.

[0008] Wenn das Zufahren der Horizontaleinbaustücke positionsgeregelt erfolgt, ist das Kalibrierverfahren besonders betriebssicher.

[0009] Wenn Stellgliedern für die Horizontaleinbaustücke Endpositionssollwerte vorgegeben werden, wobei die Endpositionssollwerte derart gewählt sind, daß die Horizontaleinbaustücke vor Erreichen der Endpositionssollwerte mit Sicherheit gegen die Vertikaleinbaustücke bzw. gegen die Distanzstücke gefahren werden, ist das Kalibrierverfahren stets durchführbar.

[0010] Wenn bei Erreichen der Endpositionssollwerte die auf das Zufahren der Horizontaleinbaustücke folgenden Verfahrensschritte nicht ausgeführt werden und eine Fehlermeldung ausgegeben wird, können Fehler leicht erkannt werden.

[0011] Wenn das Zufahren der Horizontaleinbaustücke in zwei Verfahrsschritten erfolgt und zwischen den Verfahrsschritten in Verstelleinrichtungen für die Horizontaleinbaustücke im nichtwalzenden Zustand auftretende Kräfte erfaßt werden, stehen diese Kräfte für nachfolgende Walzvorgänge als Korrektur- bzw. Offsetwerte für die Beaufschlagung der Verstelleinrichtungen zur Verfügung.

[0012] Es ist wahlweise möglich, die Horizontaleinbaustücke nacheinander oder gleichzeitig gegen die Vertikaleinbaustücke bzw. gegen die Distanzstücke zu fahren.

[0013] Wenn das Beaufschlagen der Horizontaleinbaustücke mit der Kalibrierungskraft kraftgeregelt erfolgt, kann zwischen den Horizontaleinbaustücken ein Kraftausgleich erfolgen.

[0014] Wenn zumindest die Horizontaleinbaustücke, vorzugsweise auch die Vertikaleinbaustücke, hydraulisch verfahren werden, ist das Universalwalzgerüst besonders einfach aufgebaut.

[0015] Wenn die Kalibrierungskraft kleiner als eine in den nachfolgenden Walzvorgängen aufzubringende Walzkraft ist, werden die zwischen den Vertikaleinbaustücken und den Horizontaleinbaustücken angeordneten Distanzstücke nicht beschädigt.

[0016] Wenn die Horizontaleinbaustücke und die Vertikaleinbaustücke nach dem Erfassen der Positionswerte positionsgeregelt aufgefahen werden, sind die Einbaustücke rechtzeitig vor Erreichen von Verfahrwegbegrenzungen anhaltbar.

[0017] Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen. Dabei zeigen in Prinzipdarstellung

Figur 1 ein Universalwalzgerüst mit Horizontal- und Vertikalwalzen und

Figur 2 ein Ablaufdiagramm.

[0018] Gemäß Figur 1 weist ein Universalwalzgerüst Horizontalwalzen 1, 2 und Vertikalwalzen 3, 4 auf. Die Horizontalwalzen 1, 2 sind in Horizontaleinbaustücken 5, 6 gelagert, die Vertikalwalzen 3, 4 in Vertikaleinbaustücken 7, 8. Die Einbaustücke 5 bis 8 sind über Stellglieder 9 - 12 verstellbar. Die Stellglieder 9 - 12 sind dabei als Hydraulikzylindereinheiten ausgebildet. Die Einbaustücke 5 - 8 werden also hydraulisch verfahren.

[0019] Die Hydraulikzylindereinheiten 9 - 12 sind wahlweise positions- oder kraftgeregelt verfahrbar. Mittels der Stellglieder 9, 10 für die Horizontalwalzen 1, 2 sind diese gegeneinander anstellbar. Die Vertikalwalzen 3, 4 sind über ihre Stellglieder 11, 12 gegen die Horizontalwalzen 1, 2 anstellbar.

[0020] Das in Figur 1 dargestellte Universalwalzgerüst dient dem Walzen eines in Figur 1 nicht dargestellten Profils, z. B. eines Doppel-T-Trägers. Die Horizontalwalzen 1, 2 walzen dabei den Mittelsteg des Profils, die Vertikalwalzen 3, 4 im Zusammenwirken mit den Horizontalwalzen 1, 2 die Flansche des Profils. Für die Qualität des gewalzten Profils ist es unter anderem von Bedeutung, daß der Steg positionsgenau gewalzt wird. Es ist daher wichtig, die Horizontalwalzen 1, 2 vertikal so einzustellen, daß der Steg mittig gewalzt wird. Diese Einstellung der Horizontalwalzen 1, 2 bezüglich der Vertikalwalzen 3, 4 wird als sogenannte pass line bezeichnet. Diese Einstellung bzw. Kalibrierung der pass line ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

[0021] Istpositionen p der Hydraulikzylindereinheiten 9, 10 sollen also dadurch kalibriert werden, daß der funktionale Zusammenhang zwischen den Istpositionen p und der Lage der Unterkante der oberen Horizontalwalze 1 bzw. der Lage der Oberkante der unteren Horizontalwalze 2 relativ zur pass line ermittelt wird.

[0022] Die Lage der Unterkante der oberen Horizontalwalze 1 relativ zur pass line ist vom Durchmesser der oberen Horizontalwalze 1, dem Abstand der Walzenachse der oberen Horizontalwalze 1 zur Unterkante des oberen Horizontaleinbaustücks 5 und vom Abstand des oberen Horizontaleinbaustücks 5 zur pass line abhängig.

[0023] Der Durchmesser der oberen Horizontalwalze 1 ist leicht meßbar bzw. anderweitig ermittelbar. Der Abstand der Walzenachse der oberen Horizontalwalze 1 zur Unterkante des oberen Horizontaleinbaustücks 5 ist fest. Es reicht daher aus, diesen einmal vorab zu messen oder anderweitig zu kennen. Somit muß nur der funktionale Zusammenhang zwischen dem Abstand der Unterkante des oberen Horizontaleinbaustücks 5 zur pass line und der Istposition p der Hydraulikzylindereinheiten 9 ermittelt werden. Dies ist Gegenstand des nachfolgend beschriebenen Verfahrens. Zur Auswertung des so ermittelten Zusammenhangs muß dabei die Lage der vertikalen Walzenmitte relativ zur Oberkante der Vertikaleinbaustücke 7, 8 sowie ggf. die Dicke der Distanzstücke 16 bekannt sein, die zwischen dem o-

ren Horizontaleinbaustück 5 und den Vertikaleinbaustücken 7, 8 angeordnet sind.

[0024] Der funktionale Zusammenhang zwischen den Istpositionen p der Hydraulikzylindereinheiten 10 und der Lage der Oberkante der unteren Horizontalwalze 2 relativ zur pass line kann aufgrund analoger Überlegungen aus dem funktionalen Zusammenhang zwischen dem Abstand der Oberkante des unteren Horizontaleinbaustücks 6 zur pass line ermittelt werden. Hierbei wird die Lage der vertikalen Walzenmitte relativ zur Unterkante der Vertikaleinbaustücke 7, 8 sowie ggf. die Dicke der Distanzstücke 16, die zwischen dem unteren Horizontaleinbaustück 6 und den Vertikaleinbaustücken 7, 8 angeordnet sind, als bekannt vorausgesetzt.

[0025] Bei Bekanntsein dieser Größen können die Horizontalwalzen 1, 2 bezüglich der Vertikalwalzen 3, 4 wie nachstehend in Verbindung mit Figur 2 beschrieben kalibriert werden:

Zunächst werden in einem Schritt 13 die Horizontaleinbaustücke 5, 6 aufgefahren.

Sodann werden in einem Schritt 14 die Vertikaleinbaustücke 7, 8 zwischen die Horizontaleinbaustücke 5, 6 gefahren. Die Vertikaleinbaustücke 7, 8 werden dabei nur so weit verfahren, daß zwischen den Horizontalwalzen 1, 2 und den Vertikalwalzen 3, 4 Vertikalwalzspalte v1, v2 verbleiben. Die Vertikalwalzspalte v1, v2 müssen- zumindest geringfügig - größer als Null sein.

[0026] Sodann werden in einem Schritt 15 zwischen den Vertikaleinbaustücken 7, 8 einerseits und den Horizontaleinbaustücken 5, 6 andererseits Distanzstücke 16 angeordnet. Die Distanzstücke 16 weisen ebene, glattflächig bearbeitete Auflageflächen 16' auf, mittels derer sie mit gleichfalls bearbeiteten, glattflächigen Kontaktflächen 5' - 8' der Einbaustücke 5 - 8 zusammenwirken.

[0027] Sodann werden die Horizontaleinbaustücke 5, 6 - gleichzeitig oder nacheinanderzugefahren. Das Zufahren der Horizontaleinbaustücke 5, 6 erfolgt dabei in zwei Verfahrensschritten:

Zunächst werden die Stellglieder 9, 10 in einem Schritt 17 auf Zwischenpositionen: p1 verfahren werden. Sodann werden in einem Schritt 18 Kräfte F erfaßt, die in den Stellgliedern 9, 10 zu diesem Zeitpunkt herrschen, um daraus Korrektur- bzw. Offsetwerte zu ermitteln, mit denen die Stellglieder 9, 10 für die Horizontaleinbaustücke 5, 6 beaufschlagt werden müssen, um in nachfolgenden Walzvorgängen gewünschte Walzkräfte FW aufzubringen.

[0028] Im zweiten Verfahrensschritt werden die Horizontaleinbaustücke 5, 6 dann weiter zugefahren, bis sie an den Vertikaleinbaustücken 7, 8 den Distanzstücken 16 anliegen. Hierzu werden den Stellgliedern 9, 10 in einem Schritt 19 Endpositionssollwerte p2* vorgegeben. Die Stellglieder 9, 10 werden dann positionsgeregt zugefahren. Die Stellglieder 9, 10 üben dabei auf die Ho-

Horizontaleinbaustücke 5, 6 eine - korrigierte - Kraft F aus. Die Kraft F ist auf eine Verfahrkraft FV begrenzt. Die Horizontaleinbaustücke 5, 6 werden beim Zufahren also maximal mit dieser Verfahrkraft FV beaufschlagt. Die Horizontaleinbaustücke 5, 6 können im zweiten Verfahrensschritt gleichzeitig oder nacheinander gegen die Vertikaleinbaustücke 7, 8 bzw. gegen die Distanzstücke 16 gefahren werden.

[0029] Die Endpositionssollwerte $p2^*$ sind derart gewählt, daß die Horizontaleinbaustücke 5, 6 vor Erreichen dieser Sollwerte $p2^*$ mit Sicherheit gegen die Vertikaleinbaustücke 7, 8 bzw. gegen die Distanzstücke 16 gefahren werden. Daher wird zunächst in einem Schritt 20 überprüft, ob die tatsächlich von den Stellgliedern 9, 10 ausgeübte Kraft F die Verfahrkraft FV übersteigt. Wenn dies nicht der Fall ist, wird in einem Schritt 21 überprüft, ob die Endpositionssollwerte $p2^*$ erreicht sind. Wenn dies nicht der Fall ist, wird zum Schritt 21 zurückgekehrt.

[0030] Wenn die Endpositionssollwerte $p2^*$ erreicht werden, ist dies ein Indiz dafür, daß mindestens eine der Kalibrierungsvoraussetzungen nicht erfüllt ist. In diesem Fall wird daher in einem Schritt 22 eine Fehlermeldung ausgegeben und der weitere Ablauf des Kalibrierungsverfahrens nicht ausgeführt.

[0031] Nach dem Aufsetzen der Horizontaleinbaustücke 5, 6 auf den Vertikaleinbaustücken 7, 8 werden die Stellglieder 9, 10 auf kraftgeregelten Betrieb umgeschaltet und in einem Schritt 23 mit einer Kalibrierungskraft FK beaufschlagt. Die Kalibrierungskraft FK ist größer als die Verfahrkraft FV, aber kleiner als die Walzkraft FW, die in den nachfolgenden Walzvorgängen aufzubringen ist. Typische Werte für die Verfahrkraft FV sind 1% bis 10% der Walzkraft FW, typische Werte der Kalibrierungskraft FK 10% bis 30% der Walzkraft FW.

[0032] Nach dem Beaufschlagen der Horizontaleinbaustücke 5, 6 mit der Kalibrierungskraft FK werden in einem Schritt 24 die angefahrenen Istpositionen bzw. Positionswerte p der Horizontaleinbaustücke 5, 6 erfaßt. Aus den Positionswerten p werden dann Referenzpositionen für die nachfolgenden Walzvorgänge ermittelt und die Stellglieder 9, 10 somit kalibriert.

[0033] Schließlich werden in einem Schritt 25 die Einbaustücke 5 bis 8 positionsgeregelt aufgefahren und die Distanzstücke 16 entfernt.

[0034] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, unabhängig von der Form der Walzen 1 bis 4 in einer automatisiert ablaufenden Sequenz die Horizontalwalzen 1, 2 exakt bezüglich der Walzenmitten der Vertikalwalzen 3, 4 einzustellen.

[0035] Die Vertikaleinbaustücke 7, 8 sind in der Regel gleich hoch und auf gleicher Höhe angeordnet. Ferner sind in der Regel die Distanzstücke 16 gleich hoch. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden daher mit der exakten Einstellung der Horizontalwalzen 1, 2 bezüglich der Walzenmitten der Vertikalwalzen 3, 4 zugleich auch die Horizontalwalzen 1, 2 waagerecht und parallel zueinander vorjustiert.

Bezugszeichenliste

[0036]

5	1 - 4	Walzen
	5 - 8	Einbaustücke
	5' - 8'	Kontaktflächen
	9 - 12	Stellglieder
	13 - 15	Schritte
10	16	Distanzstücke
	16'	Auflageflächen
	17 - 25	Schritte
	F, FV, FK, FW	Kräfte
15	p, p1, p2*	Positionen
	v1, v2	Vertikalwalzspalte

Patentansprüche

1. Kalibrierverfahren für ein Universalwalzgerüst mit Horizontalwalzen (1, 2) und Vertikalwalzen (3, 4), wobei die Horizontalwalzen (1, 2) in oberen und unteren Horizontaleinbaustücken (5, 6) und die Vertikalwalzen (3, 4) in Vertikaleinbaustücken (7, 8) gelagert sind, wobei die Horizontalwalzen (1, 2) gegeneinander und die Vertikalwalzen (3, 4) gegen die Horizontalwalzen (1, 2) anstellbar sind, mit folgenden Verfahrensschritten:

- die Vertikaleinbaustücke (7, 8) werden derart zwischen die Horizontaleinbaustücke (5, 6) gefahren, daß zwischen den Horizontalwalzen (1, 2) und den Vertikalwalzen (3, 4) Vertikalwalzspalte (v1, v2) verbleiben,
- zwischen den Vertikaleinbaustücken (7, 8) einerseits und den oberen und/oder unteren Horizontaleinbaustücken (5, 6) andererseits werden Distanzstücke (16) angeordnet,
- die Horizontaleinbaustücke (5, 6) werden zugefahren, bis sie an den Vertikaleinbaustücken (7, 8) bzw. den Distanzstücken (16) anliegen, wobei die Horizontaleinbaustücke (5, 6) beim Zufahren maximal mit einer Verfahrkraft (FV) beaufschlagt werden,
- die Horizontaleinbaustücke (5, 6) werden nach dem Zufahren mit einer Kalibrierungskraft (FK) beaufschlagt, die größer als die Verfahrkraft (FV) ist,
- nach dem Beaufschlagen mit der Kalibrierungskraft (FK) werden angefahrne Positionswerte (p) der Horizontaleinbaustücke (5, 6) erfaßt und aus den Positionswerten (p) Referenzpositionen für nachfolgende Walzvorgänge ermittelt.

2. Kalibrierverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß das Zufahren der Horizontaleinbaustücke (5, 6) positionsgeregelt erfolgt.
3. Kalibrierverfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß Stellgliedern (9, 10) für die Horizontaleinbaustücke (5, 6) Endpositionssollwerte ($p2^*$) vorgegeben werden, wobei die Endpositionssollwerte ($p2^*$) derart gewählt sind, daß die Horizontaleinbaustücke (5, 6) vor Erreichen der Endpositionssollwerte ($p2^*$) mit Sicherheit gegen die Vertikaleinbaustücke (7, 8) bzw. gegen die Distanzstücke (16) gefahren werden.
4. Kalibrierverfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei Erreichen der Endpositionssollwerte ($p2^*$) die auf das Zufahren der Horizontaleinbaustücke (5, 6) folgenden Verfahrensschritte nicht ausgeführt werden und eine Fehlermeldung ausgegeben wird.
5. Kalibrierverfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Zufahren der Horizontaleinbaustücke (5, 6) in zwei Verfahrensschritten erfolgt und daß zwischen den Verfahrensschritten in Stellgliedern (9, 10) für die Horizontaleinbaustücke (5, 6) herrschende Kräfte (F) erfaßt werden.
6. Kalibrierverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Horizontaleinbaustücke (5, 6) nacheinander gegen die Vertikaleinbaustücke (7, 8) bzw. gegen die Distanzstücke (16) gefahren werden.
7. Kalibrierverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Horizontaleinbaustücke (5, 6) gleichzeitig gegen die Vertikaleinbaustücke (7, 8) bzw. gegen die Distanzstücke (16) gefahren werden.
8. Kalibrierverfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Beaufschlagen der Horizontaleinbaustücke (5, 6) mit der Kalibrierungskraft (FK) kraftgeregelt erfolgt.
9. Kalibrierverfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß zumindest die Horizontaleinbaustücke (5, 6), vorzugsweise auch die Vertikaleinbaustücke (7, 8), hydraulisch verfahren werden.
10. Kalibrierverfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kalibrierungskraft (FK) kleiner als eine in den nachfolgenden Walzvorgängen aufzubringende Walzkraft (FW) ist.
11. Kalibrierverfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Horizontaleinbaustücke (5, 6) und die Vertikaleinbaustücke (7, 8) nach dem Erfassen der Positionswerte (p) positionsgeregelt aufgefahen werden.

Fig. 1

