



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 203 100.8**

(22) Anmeldetag: **30.03.2022**

(43) Offenlegungstag: **05.10.2023**

(51) Int Cl.: **B21B 38/00** (2006.01)

B21C 51/00 (2006.01)

B21B 31/02 (2006.01)

B21B 37/16 (2006.01)

(71) Anmelder:
SMS group GmbH, 40237 Düsseldorf, DE

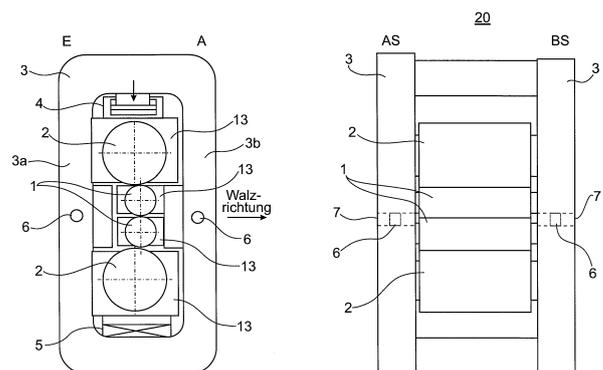
(72) Erfinder:
Jepsen, Olaf Norman, Dr., 57072 Siegen, DE

(74) Vertreter:
**Hemmerich & Kollegen Patentanwälte, 57072
Siegen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Walzgerüst und Verfahren zu dessen Betrieb**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Walzgerüst 10 zum Walzen eines Walzgutes, aufweisend: einen Walzgerüstständer 3 auf der Antriebsseite und einen Walzgerüstständer 3 auf der Bedienseite, wobei in den beiden Walzgerüstständern die Zapfen von Arbeitswalzen 1 in Einbaustücken drehbar gelagert sind, Anstelleinrichtungen 4 in den beiden Walzgerüstständern zum Aufbringen von Walzkräften über die Einbaustücke auf die Arbeitswalzen des Walzgerüsts 10, mindestens einen Messgeber 6, der einem der beiden Walzgerüstständer 3 zugeordnet ist zum Erzeugen eines Messsignals und eine Auswerteeinrichtung 8 zum Auswerten des Messsignals im Hinblick auf die von den Anstelleinrichtungen 4 auf die Arbeitswalze ausgeübten Walzkräfte. Um den Messgeber besser vor Schmutz und Korrosion zu schützen und um infolge dessen genauere Messsignale und Regelergebnisse zu erzielen, ist das erfindungsgemäße Walzgerüst in der Weise ausgebildet, dass in mindestens einen Ständerpfosten von mindestens einem der Walzgerüstständer 3 mindestens eine Bohrung 7 eingebracht ist, dass der Messgeber 6 in die Bohrung 7 eingeführt und ausgebildet ist zum Erfassen der Deformation der Bohrung 7 bei Ausübung der Walzkraft und zum Erzeugen des Messsignals derart, dass es die erfasste Deformation der Bohrung 7 repräsentiert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Walzgerüst zum Walzen eines Walzgutes und ein Verfahren zum Betreiben des Walzgerüstes. Insbesondere betrifft die Erfindung das Messen von Walzkraften in einem Walzgerüst.

[0002] Dazu sind im Stand der Technik grundsätzlich verschiedene Lösungen bekannt. So offenbart die internationale Patentanmeldung WO 2007/147766 A1 eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Messung der Walzkraft in einem Walzgerüst mit Hilfe einer Ultraschall-Sender-Empfänger-Anordnung. Mit dieser Anordnung wird eine Längenänderungen in einem Pfosten eines Walzgerüstständers aufgrund einer aufgebracht Walzkraft gemessen und ist es wird sodann diese gemessene Längenänderung in die gesuchte Walzkraft umgerechnet.

[0003] Weiterhin offenbart die chinesische Patentanmeldung CN 101695717 A einen Sensor zur Walzkraftmessung, wobei der Sensor an der Außenseite eines Ständerpfostens des Walzgerüstständers montiert ist und dort die Längenänderungen des Ständerpfostens unter Last, d. h. bei aufgebracht Walzkraft durch die Verformung einer Spule misst und sodann die gemessene Längenänderung in die gesuchte Walzkraft umrechnet.

[0004] Die Walzkraft wird für eine Vielzahl von Regelungen beim Betrieb des Walzgerüstes verwendet und deshalb ist es wünschenswert, die Walzkraft auch bei hoher Dynamik genau messen zu können.

[0005] Im Walzbetrieb kommt es jedoch häufig zu ungenauen oder fehlerhaften Walzkraftmessungen. Ursache dafür können Reibkräfte sein, z. B. zwischen den Walzgerüstständern und den Einbaustücken für die Stützwalzen in dem Walzgerüst oder eine nicht homogene Krafteinleitung in die traditionellen Kraftmesseinrichtungen, z. B. durch korrodierte oder deformierte Oberflächen. Diese ungenauen Kraftmessungen führen dann zu Qualitätsproblemen bei dem zu walzenden Walzgut oder zu einer Destabilisierung des Walzprozesses, z. B. in Form eines seitlichen Verlaufs der Enden des Walzgutes.

[0006] Bei den beiden oben zitierten Patentanmeldungen sind die Messgeber jeweils an den Außenseiten der Walzgerüstständer angebracht und sie sind deshalb den rauen Bedingungen in der Umgebung eines Walzgerüstes, wie z. B. Schmutz und Staub etc. schutzlos ausgeliefert. Daraus resultiert auch die Gefahr einer gewissen Ungenauigkeit der Messergebnisse.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein alternatives Walzgerüst zum Walzen eines Walzgutes sowie ein alternatives Verfahren zum Betreiben des Walzgerüstes bereitzustellen, die eine präzisere Messung der Walzkraft ermöglichen.

[0008] Diese Aufgabe wird bezüglich des Walzgerüstes durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Demnach ist das erfindungsgemäße Walzgerüst dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens einen Ständerpfosten von mindestens einem der Walzgerüstständer mindestens eine Bohrung eingebracht ist; dass der Messgeber in die Bohrung eingeführt und ausgebildet ist zum Erfassen einer Deformation der Bohrung bei Ausübung der Walzkraft und zum Erzeugen eines Messsignals derart, dass es die erfasste Deformation der Bohrung repräsentiert.

[0009] Die von den Messgebern erfasste Deformation der Bohrung repräsentiert ursprünglich eine Pfostenkraft in dem jeweiligen Walzgerüstständer. Diese Pfostenkräfte sind jedoch direkt proportional zu der auf die Walzen ausgeübten Walzkraft. Die Pfostenkräfte werden mit Hilfe einer Auswerteeinrichtung in die Ist-Walzkraft umgerechnet.

[0010] Grundsätzlich gilt: Jedes Walzgerüst hat zwei Walzgerüstständer; einen auf der Antriebsseite und einen auf der Bedienseite. Jeder Walzgerüstständer hat typischerweise zwei Ständerpfosten. Die erfindungsgemäßen Bohrungen werden jeweils in die Ständerpfosten eingebracht. Daraus folgt näherungsweise:

Der Messgeber in den Bohrungen misst jeweils eine Ständerpfostenkraft, kurz Pfostenkraft. $2 \times \text{Pfostenkraft} = \text{Ständerkraft}$; $2 \times \text{Ständerkraft} = \text{Walzkraft des Walzgerüstes}$.

[0011] In der Bohrung ist der Messgeber vorteilhafterweise insbesondere gegen Schmutz in der Umgebung des Walzgerüstes und vor Korrosion geschützt, so dass dessen Messsignal nicht dadurch verfälscht wird. Vielmehr liefert das auf diese Weise erfindungsgemäß ermittelte Messsignal des Messgebers eine zuverlässige Basis zur Berechnung der gesuchten Walzkraft durch die Auswerteeinrichtung.

[0012] Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel ist der Messgeber unter einer Vorspannung in die Bohrung eingeführt. Die Vorspannung der Messgeber muss dabei so groß sein, dass die Messgeber auch bei maximaler Walzkraft noch in den Bohrungen anliegen. Die Vorspannung definiert dann einen Arbeitspunkt für den Messgeber. Eine Deformation der Bohrung kann dann in Form einer Änderung der Vorspannung um den besagten Arbeitspunkt gemessen werden. Je nach Ausgestaltung des Messgebers kann die Änderung der Vorspannung im Vergleich zu dem Arbeitspunkt in Form einer Änderung der auf ihn in der Bohrung einwirkenden Kraft oder einer Änderung der auf ihn in der Bohrung einwirkenden mechanischen Spannung ermittelt werden. Alternativ kann die Änderung seiner Vorspannung auch in Form einer Änderung eines Kompressionsweges ermittelt werden, um den der Messgeber in der Bohrung gegenüber seinem entspannten Zustand oder gegenüber seiner Kompression in dem Arbeitspunkt zusammengedrückt ist. Als Messgeber für einen Einbau in die Bohrung unter Vorspannung eignen sich beispielsweise piezoelektrische Sensoren oder Dehnungsmessstreifen.

[0013] Alternativ oder zusätzlich können andere Messgeber auch ohne Vorspannung in die Bohrung eingeführt werden. Dazu eignen sich beispielsweise induktive Weggeber, die eine walzkraftbedingte Deformation der Bohrung durch eine Änderung der in Ihnen induzierten elektrischen Spannung detektieren, oder laserbasierte Weggeber, die ausgebildet sind, die Deformation der Bohrung unter Belastung durch die Walzkraft durch Auswerten beispielsweise von Laufzeitunterschieden bei von ihnen ausgegebenen Lichtsignalen erfassen können.

[0014] Für einen Vergleich der auf der Antriebsseite und der Bedienseite des Walzgerüsts wirkenden Ständerkräfte ist es vorteilhaft, wenn in jedem der beiden Walzgerüstständer, vorzugsweise in jedem der vier Pfosten der beiden Walzgerüstständer, jeweils mindestens eine Bohrung mit jeweils mindestens einem Messgeber eingebracht ist. Außer bei besonderen Anforderungen ist es grundsätzlich vorteilhaft, wenn die Ständerkräfte auf der Bedienseite und der Antriebsseite betraglich gleich groß sind.

[0015] Der Begriff „Antriebsseite“ meint die Seite eines Walzgerüsts auf der die Antriebe für die Walzen des Walzgerüsts angeordnet sind. Die „Bedienseite“ liegt der Antriebsseite in axialer Richtung der Walzen gegenüber und ist für Bedienpersonen, z. B. für Walzenwechsel frei zugänglich.

[0016] Das Vorsehen einer Mehrzahl von Messgebern in einer Bohrung bietet den Vorteil, dass eine redundante Messung durchgeführt werden kann, was die Genauigkeit der berechneten Walzkraft ebenfalls erhöht. Die Mehrzahl der in die Bohrung eingebrachten Messgeber können auf dem gleichen oder auf einem unterschiedlichen physikalischen Prinzip basieren. Der Einbau von Messgebern, die auf einem unterschiedlichen physikalischen Prinzip basieren, wäre eine weitere Maßnahme zur Erhöhung der Messgenauigkeit.

[0017] Grundsätzlich ist die Messung der Deformation der Bohrung in den Ständerpfosten der Walzgerüstständer auf der Bedien- und der Antriebsseite des Walzgerüsts und/oder auf der Einlauf- und Auslaufseite eines der Walzgerüstständer auf jeder Höhe der Pfosten des Walzgerüstständers möglich. Das Anbringen der Bohrungen und des darin befindlichen Messgebers auf Höhe der horizontalen Walzlinie bietet jedoch den Vorteil, dass dort die zu messenden Kräfte nicht durch Reibungskräfte zwischen den Baustücken und den Ständerpfosten beeinflusst werden. Die Bohrungen sollten vorzugsweise senkrecht zur Walzlinie in einem Bereich von 200mm oberhalb bis 200mm unterhalb der Walzlinie angebracht werden.

[0018] Der Einbau der Messgeber auf gleicher Höhe bei allen Pfosten der beteiligten Walzgerüstständer des Walzgerüsts erhöht die Vergleichbarkeit der in den einzelnen Ständern gemessenen Deformationen, weil die Deformationen auf gleicher Höhe der Ständerpfosten gleich oder zumindest ähnlich sein sollten.

[0019] Wenn die Bohrungen für die Messgeber jeweils in einer Ebene senkrecht zu der von den Anstelleinrichtungen aufgetragenen Walzkraft, d. h. in einer horizontalen Ebene in die Pfosten der Walzgerüstständer eingebracht werden, bietet das den Vorteil, dass die zu erfassende Deformation der Bohrungen zumindest im Wesentlichen ebenfalls senkrecht auf die Messgeber wirkt. Das gilt vorteilhafterweise unabhängig davon, ob die Bohrung in Walzrichtung oder quer zur Walzrichtung oder in einem beliebigen spitzen Winkel zur Walzrichtung in die Ständerpfosten der Walzgerüstständer eingebracht sind. Bei vertikal wirkenden Walzkraften bietet die horizontale Ausrichtung der Bohrungen den Vorteil, dass die Deformation der Bohrungen nicht unter einem schrägen Winkel auf den Messgeber wirkt, wodurch vorteilhafterweise eine Koordinatentransformation der resultierenden Messsignale entbehrlich ist.

[0020] Das Vorsehen von Bohrungen für die Messgeber in jedem der Walzenständer jeweils auf der Einlaufseite in dem einlaufseitigen Ständerpfosten, und auf der Auslaufseite in dem auslaufseitigen Ständerpfosten,

bietet den Vorteil, dass die Ständerkraft des jeweiligen Walzenständers durch einfache Addition der von den Messgebern gemessenen beiden Pfostenkräfte ermittelt werden kann.

[0021] Die erfindungsgemäß ermittelten Pfostenkräfte können für eine Banddickenregelung verwendet werden. Dazu werden die auf der Einlaufseite und der Auslaufseite in den Ständerpfosten eines Walzengerüstständers ermittelten Pfostenkräfte zunächst zu der Ständerkraft des Walzgerüstständers aufsummiert. Dies erfolgt für die Walzgerüstständer auf der Antriebsseite und der Bedienseite getrennt. Die so ermittelte antriebsseitige und bedienseitige Ständerkraft werden zu der Walzkraft des Walzgerüsts aufaddiert. Diese Walzkraft wird dann in die Ist-Dicke für das Walzgut im Auslauf des Walzgerüsts umgerechnet. Die so ermittelte Ist-Dicke wird dann im Rahmen der Banddickenregelung auf eine vorgegebene Soll-Dicke für das Walzgut durch Ausgabe eines geeignet variierten Positions-Stellsignals an die Anstalleinrichtungen wiederum auf der Antriebs- und der Bedienseite, insbesondere die jeweiligen Anstellzylinder ausgegeben und vorzugsweise geregelt. Um das Ergebnis der Banddickenregelung zu präzisieren kann in jedem der beiden Walzgerüstständer eine zusätzliche Ständerkraftmesseinrichtung beispielsweise unterhalb der Einbaustücke der unteren Stützwalze des Walzgerüsts vorgesehen sein zum direkten Messen der Ständerkräfte in den beiden Walzgerüstständern des Walzgerüsts. Die besagte Auswerteeinrichtung ist dann ausgebildet, die Walzkraft auch unter zusätzlicher Berücksichtigung der zusätzlich gemessenen Ständerkräfte zu berechnen.

[0022] Zusätzlich kann eine Positionsregeleinrichtung vorgesehen sein zum Regeln des an die Anstalleinrichtungen ausgegebenen Positions-Stellsignals auf die durch das von Banddickenregeleinrichtung ausgegebene Positions-Stellsignal repräsentierte Soll-Position.

[0023] Die zuvor genannten Vorteile des erfindungsgemäßen Walzgerüsts geltend gleichermaßen auch für die verfahrensgemäße Lösung der Aufgabe der Erfindung gemäß Anspruch 14.

[0024] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Walzgerüsts und des erfindungsgemäßen Verfahrens zu dessen Betrieb sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0025] Der Beschreibung sind vier Figuren beigelegt, wobei

Fig. 1 das erfindungsgemäße Walzgerüst und einen dazugehörigen Walzgerüstständer in Einzelansicht mit einem ersten Ausführungsbeispiel für die Ausrichtung der Bohrungen für die Messgeber;

Fig. 2 das Walzgerüst und den einzelnen Walzgerüstständer analog zu **Fig. 1**, allerdings mit einem zweiten Ausführungsbeispiel für die Ausrichtung der erfindungsgemäßen Bohrungen;

Fig. 3 einen einzelnen Walzgerüstständer mit einem ersten Ausführungsbeispiel für die Banddickenregelung; und

Fig. 4 den einzelnen Walzgerüstständer gemäß **Fig. 3** mit einer alternativen Banddickenregelung

zeigt.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die genannten Figuren in Form von Ausführungsbeispielen detailliert beschrieben. In allen Figuren sind gleiche technische Elemente mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0027] **Fig. 1** zeigt in seiner rechten Abbildung das erfindungsgemäße Walzgerüst 20 zum Walzen eines Walzgutes. Das Walzgerüst 20 besteht aus einem Walzgerüstständer 3 auf der Antriebsseite AS und einem Walzgerüstständer 3 auf der Bedienseite BS, wobei die beiden Walzgerüstständer über Querhaupten miteinander verbunden sind. In den beiden Walzgerüstständern 3 sind die Zapfen von sowohl den Stützwalzen 2 wie auch von den Arbeitswalzen 1 in Einbaustücken drehbar gelagert. Die Einbaustücke sind in der linken Abbildung von **Fig. 1** zu erkennen und dort mit dem Bezugszeichen 13 bezeichnet.

[0028] Es ist eine Anstalleinrichtung 4 gezeigt zum Aufbringen von einer Ständerkraft über die Einbaustücke 13 und die Stützwalzen 2 auf die Arbeitswalzen 1. Die Summe aus der Ständerkraft des antriebsseitigen Walzgerüstständers und der Ständerkraft des bedienseitigen Walzgerüstständers ist die sogenannte Walzkraft des Walzgerüsts.

[0029] In der rechten Abbildung von **Fig. 1** sind die erfindungsgemäßen Bohrungen 7 zu erkennen, in die jeweils ein Messgeber 6 eingeführt ist. Die Messgeber 6 sind ausgebildet zum Erzeugen jeweils eines Messsignals, welches eine Deformation der Bohrungen in den Ständerpfosten 3a, 3b des jeweiligen Walzgerüsts-

tänders 3 nach Maßgabe der von den Anstalleinrichtungen 4 jeweils aufgebrauchten Ständerkräften bzw. Walzkräften repräsentiert.

[0030] Wie aus der linken Abbildung in **Fig. 1** ersehen werden kann, wirkt die Anstalleinrichtung 4 in vertikaler Richtung. Um eine maximale Einwirkung der durch die Walzkraft bedingten Längenänderungen des Walzgerüstständers und einer damit einhergehenden Deformation der Bohrung 7 mit den Messgebern 6 ermitteln zu können, ist es vorteilhaft, wenn die Bohrungen in einer Ebene senkrecht zu der wirkenden Walzkraft, d. h. wie bei den in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispielen in einer horizontalen Ebene ausgebildet sind.

[0031] Bei dem in **Fig. 1** gezeigten ersten Ausführungsbeispiel sind die Bohrungen 7 in dieser horizontalen Ebene liegend angeordnet und in Richtung der Längsachsen der Walzen 1, 2, d. h. quer zur Walzrichtung ausgerichtet; siehe rechte Abbildung. Es ist zu erkennen, dass in jedem der beiden Walzenständer 3 und auch in jedem der jeweiligen Ständerpfosten 3a, 3b eines der beiden Walzenständer jeweils ein Messgeber 6 in Bohrungen angeordnet ist; insgesamt befinden sich demnach in dem in **Fig. 1** gezeigten Walzgerüst vier Messgeber 6 zur Messung der Deformation der Bohrungen, in die sie jeweils eingeführt sind.

[0032] Die in **Fig. 1** gezeigten Messgeber 6 sind in Bohrungen 7 angeordnet, die jeweils auf gleicher Höhe und zwar jeweils auf Höhe des von den Arbeitswalzen 1 aufgespannten Walzspaltes angebracht sind. Dies gilt auch für den in **Fig. 1** gezeigten Sonderfall, wonach die Arbeitswalzen ausnahmsweise keinen Walzspalt aufspannen; die Bohrungen 7 und die Messgeber 6 sind hier jedoch auf der Höhe innerhalb der Walzgerüstständer angeordnet, auf der sich die beiden Arbeitswalzen 1 jeweils berühren.

[0033] Die linke Abbildung zeigt einen einzelnen der Walzgerüstständer 3; er ist für die Antriebsseite AS und für die Bedienseite BS jeweils analog aufgebaut.

[0034] **Fig. 2** unterscheidet sich von der **Fig. 1** lediglich dadurch, dass die Bohrungen 7 für die Messgeber 6 hier in Walzrichtung verlaufend ausgerichtet sind. Auch bei dem in **Fig. 2** gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel für die Ausrichtung der Bohrungen 7 ist zu erkennen, dass diese Bohrungen in einer horizontalen Ebene liegen, die senkrecht zu der wirkenden Walzkraft angeordnet ist und dass die Messgeber 6 auf der Höhe innerhalb der Walzgerüstständer angeordnet sind, auf der sich die beiden Arbeitswalzen 1 berühren.

[0035] **Fig. 3** zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Banddickenregelung zum Regeln der Ist-Dicke h_{ACT} des Walzgutes auf eine vorgegebene Soll-Dicke, in **Fig. 3** mit dem Bezugszeichen h_{REF} bezeichnet. Die erfindungsgemäße Banddickenregelung sieht vor, dass die Pfostenkräfte F_{Pf} mit den vorzugsweise vier erfindungsgemäßen Messgebern 6 in ihren zugehörigen Bohrungen auf der Einlaufseite E und der Auslaufseite A der Walzenständer 3 auf der Antriebs- und der Bedienseite AS, BS (letzteres nicht gezeigt) gemessen werden. Nachfolgend wird die Ist-Walzkraft F_{WACT} als Summe dieser vier gemessenen Pfostenkräfte F_{Pf} : F_{PfAS} , F_{PfBS} mit Hilfe der Auswerteeinrichtung 8 berechnet. Wenn lediglich in zweien der vier Pfosten die Pfostenkräfte F_{Pf} gemessen werden können, werden diese zwei Pfostenkräfte aufaddiert und die Summe mit 2 multipliziert, um so die Ist-Walzkraft zumindest näherungsweise zu berechnen. Aus der Ist-Walzkraft F_{WACT} wird dann - mit Hilfe der Umrechnungseinrichtung 9 unter Berücksichtigung der Ist-Zylinderpositionen s_{ACTAS} , s_{ACTBS} bei den Anstalleinrichtungen 4 in den beiden Walzgerüstständern 3 auf der Antriebsseite AS und der Bedienseite BS - die Ist-Dicke h_{ACT} des Walzgutes im Auslauf des Walzgerüsts wie folgt berechnet:

Die aktuelle Ist-Banddicke h_{ACT} im Walzspalt wird berechnet, indem von der Summe der Kalibrierpositionen s_{oAS} , s_{oBS} die Summe der Zylinderpositionen s_{ACTAS} , s_{ACTBS} von jeweils den Anstalleinrichtungen auf der Antriebsseite AS und der Bedienseite BS und die Dehnung des Gerüsts $g_{ACT}(F_{WACT})$ abgezogen wird. Die Dehnung des Gerüsts ist dabei eine Funktion der Walzkraft und wird durch Einsetzen der Walzkraft in einem Gerüstmodell bestimmt.

$$h_{ACT} = (s_{oAS} + s_{oBS}) / 2 - (s_{ACTAS} + s_{ACTBS}) / 2 - g_{ACT}(F_{WACT})$$

h_{ACT} Ist-Dicke des Walzgutes

s_{ACTAS} , s_{ACTBS} Ist-Position der Anstalleinrichtung auf der Antriebs- und der Bedienseite

s_{oAS} , s_{oBS} (Kalibrier-)Position der Anstalleinrichtung beim Kalibrieren mit einer Kalibrierwalzkraft auf der Antriebs- und auf der Bedienseite,

F_{WACT} Ist-Walzkraft

g_{ACT} Ist-Gerüstdehnung

[0036] Die eigentliche Banddickenregelung 10 sieht sodann vor, dass die besagte Soll-Dicke h_{REF} mit der in besagter Weise berechneten Ist-Dicke h_{ACT} des Walzgutes kontinuierlich verglichen wird, um die Differenz von Soll-Dicke und Ist-Dicke des Walzgutes als Regelabweichung für die Dicke des Walzgutes zu berechnen. Auf Basis dieser Regelabweichung ermittelt die Banddickenregeleinrichtung 10 sodann geeignete Positions-Stellsignale s_{REFAS} , s_{REFBS} für die Anstelleinrichtungen 4 der Walzenstände 3 auf der Antriebs- und der Bedienseite.

[0037] Um die Einstellung der von der Banddickenregeleinrichtung 10 für die Anstelleinrichtung 4 vorgegebenen geeigneten Positionen exakt sicherzustellen, ist es vorteilhaft, die Einstellung dieser Positionen mit Hilfe einer Positionsregeleinrichtung zu überwachen und sicherzustellen.

[0038] Schließlich zeigt **Fig. 4** ein zweites Ausführungsbeispiel der in **Fig. 3** gezeigten Banddickenregelung. Der einzige Unterschied zu der in **Fig. 3** gezeigten Banddickenregelung besteht darin, dass in mindestens einem der Walzgerüststände, vorzugsweise sowohl in dem antriebsseitigen Walzgerüststand wie auch in dem bedienseitigen Walzgerüststand, eine zusätzliche Ständerkraftmesseinrichtung 5 beispielsweise unterhalb des Einbaustücks 13 der unteren Stützwalze 2 vorgesehen ist. Die auch bereits gemäß **Fig. 3** erforderliche Auswerteeinrichtung 8 ist dann weiterhin ausgebildet, die Ist-Walzkraft F_{WACT} unter zusätzlicher Berücksichtigung der von den Kraftmesseinrichtungen 5 gemessenen Ständerkräfte $F_{StänderAS}$, $F_{StänderBS}$ vorzugsweise auf der Antriebs- und der Bedienseite genauer zu berechnen. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die aus den gemessenen Pfostenkräften berechneten Ständerkräfte mit den direkt gemessenen Ständerkräften $F_{StänderAS}$, $F_{StänderBS}$ auf der Antriebs- und der Bedienseite für die weitere Berechnung der Walzkraft gemittelt werden. Die angestrebte Dickenregelung für das Walzgut am Auslauf des Walzgerüsts wird dadurch noch weiter verfeinert bzw. präzisiert.

[0039] Das Verfahren zum Betreiben des Walzgerüsts 10 weist folgende Schritte auf: Aufbringen einer Walzkraft über die Einbaustücke auf die Arbeitswalzen des Walzgerüsts zum Walzen des Walzgutes, Erzeugen eines Messsignals, und Auswerten des Messsignals im Hinblick auf die auf die Arbeitswalzen ausgeübte Ist-Walzkraft F_{WACT} . Zu diesem Zweck wird in mindestens einen Ständerpfosten von dem mindestens einen Walzgerüststand 3 mindestens eine Bohrung 7 eingebracht und eine Deformation der Bohrung 7 bei Ausübung der Walzkraft mit Hilfe des Messgebers erfasst. Das Messsignal repräsentiert die erfasste Deformation der Bohrung 7.

[0040] Bei dem Messgeber 6 kann es sich um einen piezoelektronischen Sensor oder einen Dehnmessstreifen handeln, der vorzugsweise mit einer Vorspannung in die Bohrung eingebracht wird. Die Deformation der Bohrung 7 wird dann erfasst in Form einer Änderung der Vorspannung, mit welcher der Messgeber in die Bohrung eingebracht ist. Die Änderung der Vorspannung wird erfasst in Form einer Änderung der auf den Messgeber in der Bohrung 7 einwirkenden Kraft oder Spannung oder in Form einer Änderung eines Kompressionsweges, um den der Messgeber 6 in der Bohrung 7 gegenüber seinem entspannten Zustand oder gegenüber einer Kompression in einem Arbeitspunkt des Messgebers zusammengedrückt wird.

[0041] Alternativ kann der Messgeber 6 als laserbasierter Weggeber ausgebildet sein und ohne Vorspannung in die Bohrung 7 eingeführt werden. Die Deformation der Bohrung wird dann erfasst in Form von gemessenen Weg-/Zeitunterschieden von Lichtsignalen, die von dem laserbasierten Weggeber in der Bohrung ausgesendet werden.

[0042] Weiter alternativ kann der Messgeber 6 als induktiver Weggeber ausgebildet sein und ohne Vorspannung in die Bohrung (7) eingeführt werden. Die Deformation der Bohrung wird dann erfasst in Form von durch die Deformation bedingten in dem induktiven Weggeber induzierten elektrischen Spannungen.

[0043] Das Regeln der Ist-Dicke h_{ACT} des Walzgutes auf eine vorgegebene Soll-Dicke h_{REF} erfolgt durch Ausgabe eines geeignet variierten Positions-Stellsignals an die Anstelleinrichtungen, insbesondere die Anstellzylinder. Dabei wird die Ist-Dicke h_{ACT} des Walzgutes aus der von der Auswerteeinrichtung 8 ermittelten Ist-Walzkraft F_{WACT} berechnet.

[0044] Die Positionen der Anstelleinrichtungen, insbesondere der Position der Anstellzylinder werden vorzugsweise auf die durch das Positions-Stellsignal s_{REF} repräsentierte Soll-Position geregelt.

[0045] Schließlich kann die Banddickenregelung für den Walzgerüstständer 3 auf der Bedienseite und für den Walzgerüstständer 3 auf der Antriebsseite separat erfolgen. Dann empfiehlt es sich, dass die beiden Banddickenregelungen 9 auf eine gleiche Soll-Dicke für das Walzgut synchronisiert werden.

Bezugszeichenliste

1	Arbeitswalzen
2	Stützwalzen
3	Walzgerüstständer
3a, 3b	Ständerpfosten
4	Anstelleinrichtung
5	Kraftmesseinrichtung
6	Messgeber
7	Bohrung
8	Auswerteeinrichtung
9	Umrechnungseinrichtung
10	Banddickenregeleinrichtung
12	Positionsregeleinrichtung
13	Einbaustücke
20	Walzgerüst
AS	Antriebsseite des Walzgerüstständers
BS	Bedienseite des Walzgerüstständers
E	Einlaufseite
A	Auslaufseite
h_{REF}	Soll-Dicke
h_{ACT}	Ist-Dicke
F_{WACT}	Ist-Walzkraft
S_{ACTAS}, S_{ACTBS}	Ist-Position der Anstelleinrichtung, insbesondere von deren Anstellzylindern auf der Antriebs- bzw. der Bedienseite
S_{REFAS}, S_{REFBS}	Soll-Position der Anstelleinrichtung, insbesondere von deren Anstellzylindern auf der Antriebs- bzw. der Bedienseite
F_{Pf}	Pfostenkraft
F_{PfAS}	Pfostenkraft auf der Antriebsseite
F_{PfBS}	Pfostenkraft auf der Bedienseite
$F_{StänderAS}$	direkt gemessene Ständerkräfte auf der Antriebs- und/oder
$F_{StänderBS}$	Bedienseite

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2007147766 A1 [0002]
- CN 101695717 A [0003]

Patentansprüche

1. Walzgerüst (20) zum Walzen eines Walzgutes, aufweisend:
 einen Walzgerüstständer (3) auf der Antriebsseite (AS); und
 einen Walzgerüstständer (3) auf der Bedienseite (BS),
 wobei in den beiden Walzgerüstständern die Zapfen von Arbeitswalzen (1) in Einbaustücken (13) drehbar gelagert sind;
 Anstelleinrichtungen (4) in den beiden Walzgerüstständern (3) zum Aufbringen von Walzkräften über die Einbaustücke (13) auf die Arbeitswalzen des Walzgerüsts (10) ;
 mindestens einen Messgeber (6), der einem der beiden Walzgerüstständer (3) zugeordnet ist zum Erzeugen eines Messsignals; und
 eine Auswerteeinrichtung (8) zum Auswerten des Messsignals im Hinblick auf die von den Anstelleinrichtungen (4) auf die Arbeitswalze ausgeübten Walzkräfte; **dadurch gekennzeichnet**,
 dass in mindestens einen Ständerpfosten (3a, 3b) von mindestens einem der Walzgerüstständer (3) mindestens eine Bohrung (7) eingebracht ist;
 dass der Messgeber (6) in die Bohrung (7) eingeführt und ausgebildet ist zum Erfassen der Deformation der Bohrung (7) bei Ausübung der Walzkraft und zum Erzeugen des Messsignals derart, dass es die erfasste Deformation der Bohrung (7) repräsentiert.

2. Walzgerüst (20) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
 dass der Messgeber (6) unter einer Vorspannung in die Bohrung (7) eingeführt ist;
 dass der Messgeber (6) ausgebildet ist, die Deformation der Bohrung (7) zu erfassen in Form einer Änderung seiner Vorspannung; und
 dass der Messgeber (6) ausgebildet ist, die Änderung seiner Vorspannung zu erfassen in Form einer Änderung der auf ihn in der Bohrung (7) einwirkenden Kraft oder mechanischen Spannung oder in Form einer Änderung eines Kompressionsweges, um den der Messgeber (6) in der Bohrung (7) gegenüber seinem entspannten Zustand zusammengedrückt ist.

3. Walzgerüst (20) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Messgeber (6) ausgebildet ist in Form eines piezoelektrischen Sensors oder in Form eines Dehnmessstreifens.

4. Walzgerüst (20) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
 dass der Messgeber (6) ohne Vorspannung in die Bohrung (7) eingeführt ist; und
 dass der Messgeber (6) ausgebildet ist in Form eines induktiven oder laserbasierten Weggebers zum Erfassen der Deformation der Bohrung.

5. Walzgerüst (20) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
 dass jeweils mindestens eine Bohrung (7) in jeden der vier Ständerpfosten (3a, 3b) der beiden Walzgerüstständer (3) eingebracht ist; und
 dass jeweils mindestens ein Messgeber (6) in die Bohrungen (7) in jedem der Walzgerüstständer (3) eingebracht ist.

6. Walzgerüst (20) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Mehrzahl von Messgebern (6) in die mindestens eine Bohrung (7) in dem mindestens einen Ständerpfosten (3a, 3b) eingesetzt ist.

7. Walzgerüst (20) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**; dass die Bohrungen (7) und die Messgeber (6) in den Ständerpfosten (3a, 3b) der beiden Walzgerüstständer (3) auf der Bedien- und/oder der Antriebsseite (BS, AS) des Walzgerüsts und auf der Einlauf- und/oder Auslaufseite (E, A) eines der Walzgerüstständer (3) angebracht sind.

8. Walzgerüst (20) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bohrungen (7) für die Messgeber (6) jeweils auf gleicher Höhe, vorzugsweise auf Höhe des von den Arbeitswalzen (1) aufgespannten Rollenspaltes in den Ständerpfosten (3a, 3b) angebracht sind.

9. Walzgerüst (20) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bohrungen (7) für die Messgeber (6) jeweils in einer Ebene senkrecht zu der vorzugsweise vertikalen Rich-

tung der von den Anstalleinrichtungen (4) aufgebrachten Walzkraft, vorzugsweise in Walzrichtung oder quer zur Walzrichtung und/oder in einem beliebigen spitzen Winkel zur Walzrichtung in die Walzgerüstständer (3) eingebracht sind.

10. Walzgerüst (20) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Banddickenregeleinrichtung (10) vorgesehen ist zum Regeln der Ist-Dicke des Walzgutes auf eine vorgegebene Soll-Dicke (h_{REF}) durch Ausgabe eines geeignet variierten Positions-Stellsignals (S_{REF}) an die Anstalleinrichtungen (4), vorzugsweise auf der Antriebs- und auf der Bedienseite, insbesondere an deren Anstellzylinder; und dass eine Umrechnungseinrichtung (9) vorgesehen ist zum Berechnen der Ist-Dicke (h_{ACT}) des Walzgutes aus der von der Auswerteeinrichtung (8) ermittelten Ist-Walzkraft (F_{WACT}).

11. Walzgerüst (20) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zusätzliche Ständerkraftmesseinrichtung (5) vorgesehen ist zum direkten Messen der Ständerkraft in dem Walzgerüst (20), vorzugsweise auf der Antriebs- und auf der Bedienseite; und dass die Auswerteeinrichtung (8) ausgebildet ist, die Ist-Walzkraft auf das Walzgut auch unter zusätzlicher Berücksichtigung der zusätzlich gemessenen Ständerkräfte zu berechnen.

12. Walzgerüst (20) nach Anspruch 10 oder 11, **gekennzeichnet durch** eine Positionsregeleinrichtung (12) zum Regeln der Position der Anstalleinrichtung (4), insbesondere der Position der Anstellzylinder auf die durch das von der Banddickenregeleinrichtung (9) ausgegebene Positions-Stellsignal repräsentierte Soll-Position, vorzugsweise auf der Antriebs- und auf der Bedienseite.

13. Walzgerüst (20) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Banddickenregeleinrichtung (9) für den Walzgerüstständer (3) auf der Bedienseite (BS) und eine weitere Banddickenregeleinrichtung für den Walzgerüstständer (3) auf der Antriebsseite (AS) gegeben sind; und dass die beiden Banddickenregeleinrichtungen (9) auf eine gleiche Soll-Dicke für das Walzgut synchronisiert werden.

14. Verfahren zum Betreiben des Walzgerüsts (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, aufweisend folgende Schritte:
Aufbringen einer Walzkraft über die Einbaustücke (13) auf die Arbeitswalzen (1) des Walzgerüsts (20) zum Walzen des Walzgutes;
Erzeugen eines Messsignals; und
Auswerten des Messsignals im Hinblick auf die auf die Arbeitswalzen ausgeübte Ist-Walzkraft (F_{WACT}); **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Ständerpfosten (3a, 3b) der Walzgerüstständer (3) mindestens eine Bohrung (7) eingebracht wird;
dass eine Deformation der Bohrung (7) bei Ausübung der Walzkraft erfasst wird; und
dass das Messsignal die erfasste Deformation der Bohrung (7) repräsentiert.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem Messgeber (6) um einen piezoelektronischen Sensor oder einen Dehnmessstreifen handelt, der vorzugsweise mit einer Vorspannung in die Bohrung eingebracht wird;
dass die Deformation der Bohrung (7) erfasst wird in Form einer Änderung der Vorspannung mit welcher der Messgeber (6) in die Bohrung eingebracht ist; und
dass die Änderung der Vorspannung erfasst wird in Form einer Änderung der auf den Messgeber in der Bohrung (7) einwirkenden Kraft oder Spannung oder in Form einer Änderung eines Kompressionsweges, um den der Messgeber (6) in der Bohrung (7) gegenüber seinem entspannten Zustand oder gegenüber in einem Arbeitspunkt des Messgebers (6) für die Kraft, die Spannung oder den Kompressionsweg zusammengedrückt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Messgeber (6) als laserbasierter Weggeber ausgebildet ist und ohne Vorspannung in die Bohrung (7) eingeführt wird; und
dass die Deformation der Bohrung erfasst wird in Form von gemessenen Weg-/Zeitunterschieden von Lichtsignalen, die von dem laserbasierten Weggeber in der Bohrung ausgesendet werden.

17. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Messgeber (6) als induktiver Weggeber ausgebildet ist und ohne Vorspannung in die Bohrung (7) eingeführt wird; und
dass die Deformation der Bohrung erfasst wird in Form von durch die Deformation bedingten in dem induktiven Weggeber induzierten elektrischen Spannungen.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **gekennzeichnet durch** Regeln der Ist-Dicke (h_{ACT}) des Walzgutes auf eine vorgegebene Soll-Dicke (h_{REF}) durch Ausgabe eines geeignet variierten Positions-Stellsignals (S_{REF}) an die Anstelleinrichtungen, insbesondere die Anstellzylinder; und Berechnen der Ist-Dicke (h_{ACT}) des Walzgutes aus der von der Auswerteeinrichtung (8) ermittelten Ist-Walzkraft (F_{WACT}).
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ist-Walzkraft (F_{WACT}) aus den von den Messgebern (6) in den Ständerpfosten (3a, 3b) der beiden Walzgerüstständer (3) auf der Bedien- und/oder der Antriebsseite (BS, AS) des Walzgerüsts und auf der Einlauf- und/oder Auslaufseite (E, A) eines der Walzgerüstständer (3) ermittelten Pfostenkräften (F_{Pf}) ermittelt wird, indem, wenn 4 Pfostenkräfte gemessen werden, diese zu der Ist-Walzkraft aufsummiert werden, oder, wenn lediglich 2 Pfostenkräfte gemessen werden, diese aufsummiert werden und die Summe mit 2 multipliziert wird.
20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ständerkraft in dem Walzgerüstständer zusätzlich direkt gemessen wird; und
dass die Ist-Walzkraft (F_{WACT}) und die Ist-Dicke (h_{ACT}) des Walzgutes auch unter zusätzlicher Berücksichtigung der zusätzlich gemessenen Ständerkraft berechnet werden.
21. Verfahren nach Walzgerüst (10) nach Anspruch 18, 19 oder 20, **gekennzeichnet durch** Regeln der Position der Anstelleinrichtungen (4), insbesondere der Position der Anstellzylinder auf die durch das Positions-Stellsignal (S_{REF}) repräsentierte Soll-Position.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Banddickenregelung für den Walzgerüstständer (3) auf der Bedienseite und für den Walzgerüstständer (3) auf der Antriebsseite erfolgt; und
dass die beiden Banddickenregelungen (9) auf eine gleiche Soll-Dicke für das Walzgut synchronisiert werden.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

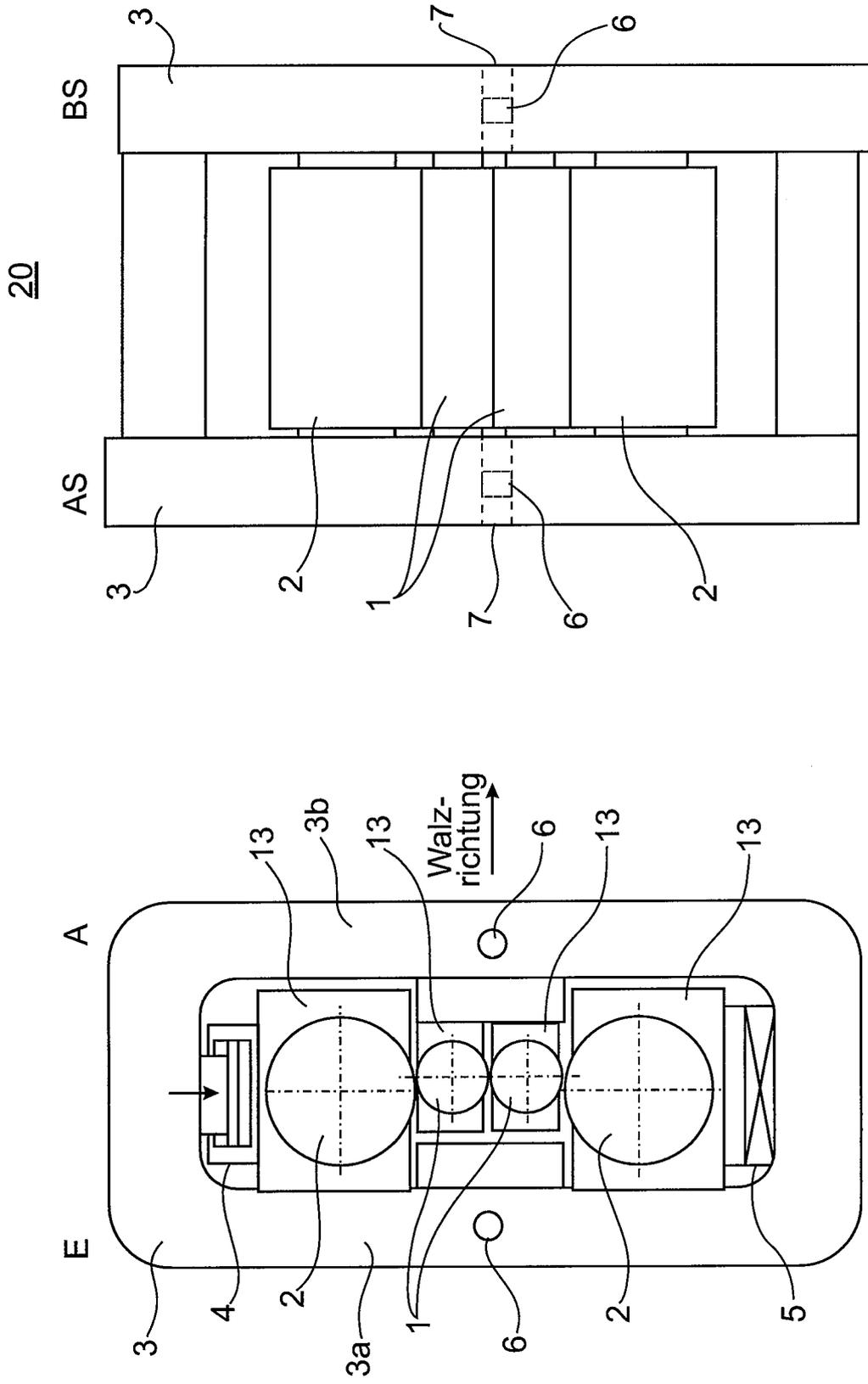


Fig. 1

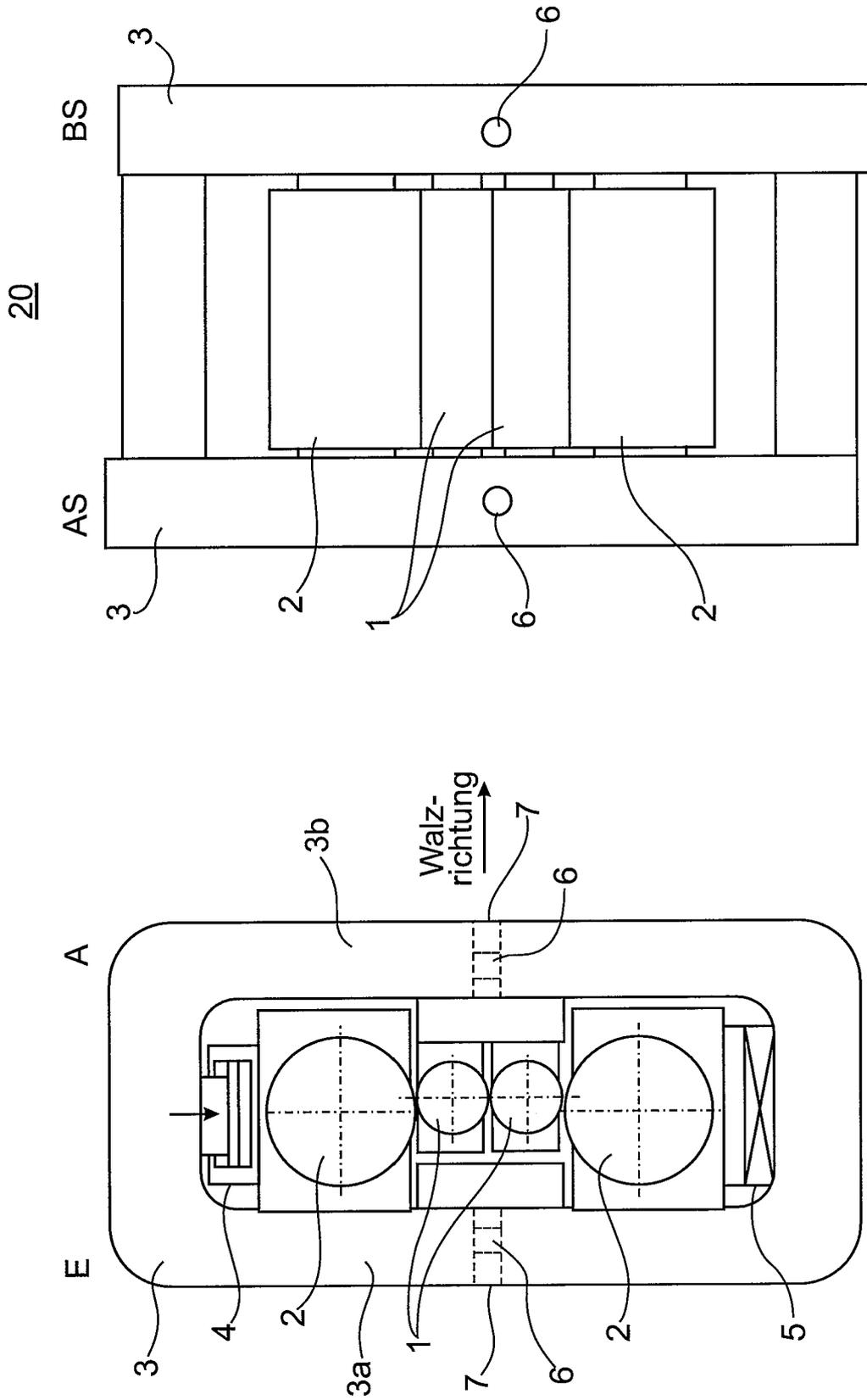


Fig. 2

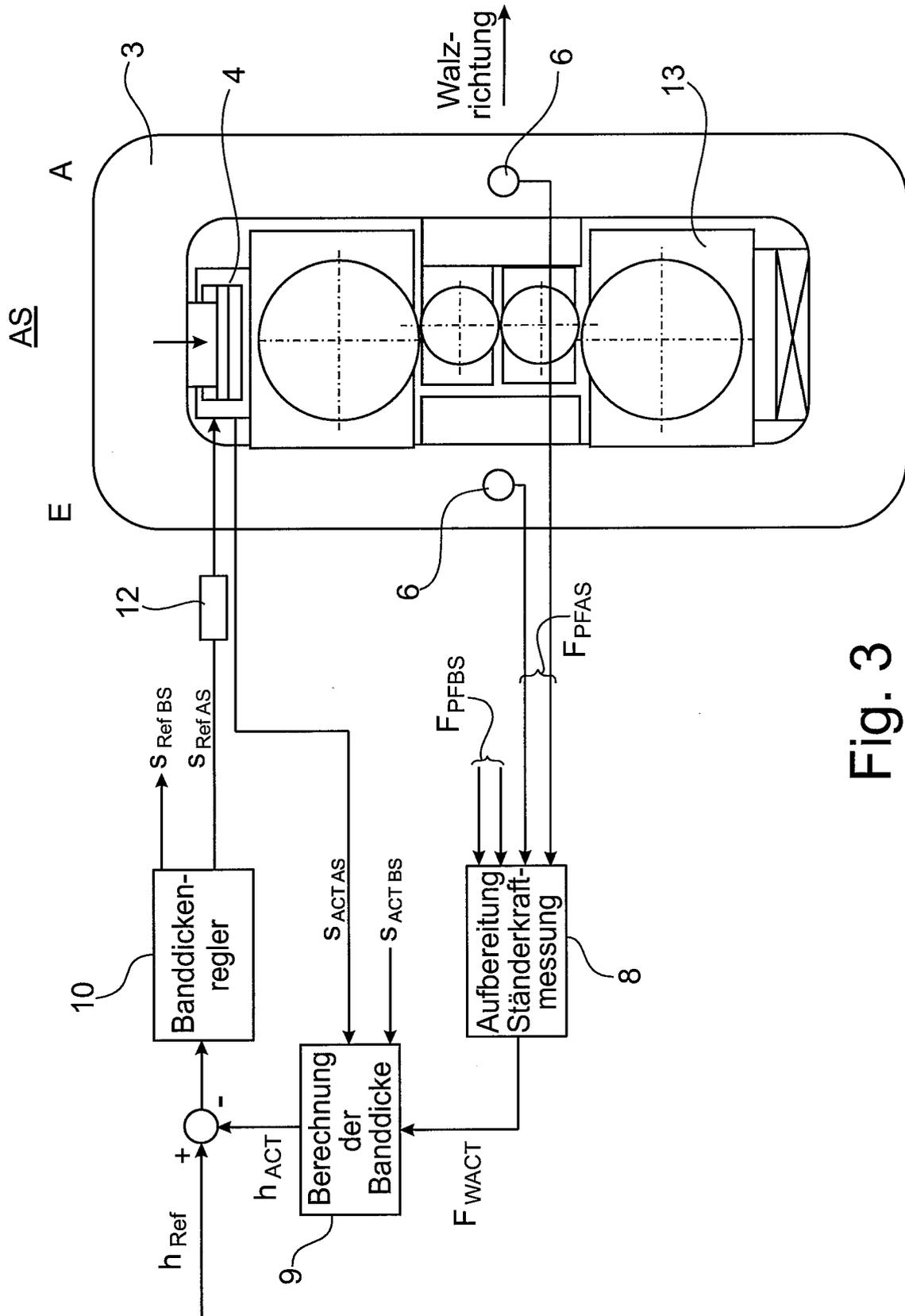


Fig. 3

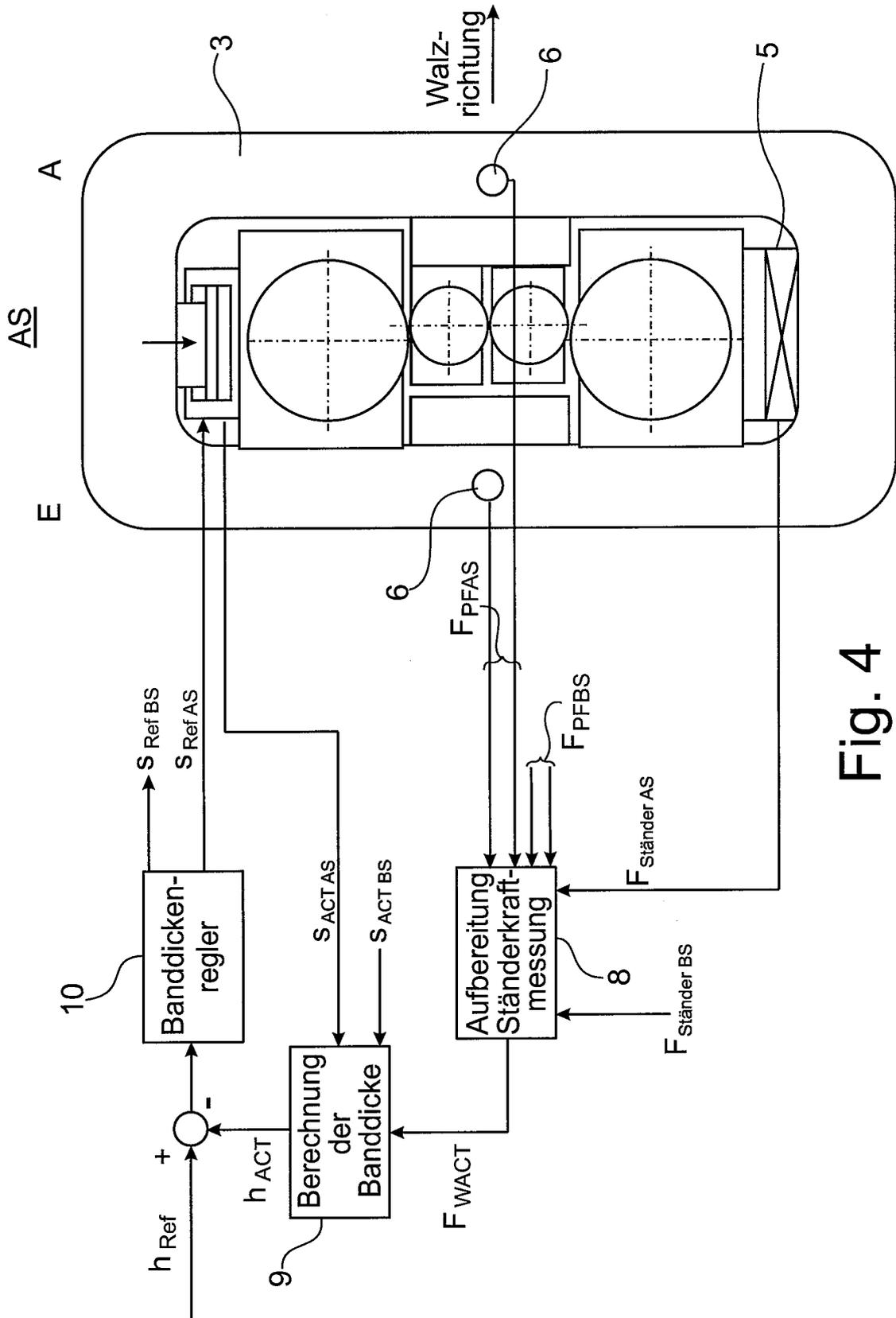


Fig. 4