



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.01.2024 Patentblatt 2024/04**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B21B 38/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **23185831.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B21B 38/00; B21B 38/10; B21B 2038/002; B21B 2271/06**

(22) Anmeldetag: **17.07.2023**

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

(72) Erfinder:  
• **Mengel, Christian**  
**57074 Siegen (DE)**  
• **Richard, Sebastian**  
**57271 Hilchenbach (DE)**  
• **Kübbeler, Martin**  
**57080 Siegen (DE)**  
• **Böhmer, Thorsten**  
**57572 Niederfischbach (DE)**

(30) Priorität: **20.07.2022 DE 102022207411**

(71) Anmelder: **SMS Group GmbH**  
**40237 Düsseldorf (DE)**

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**  
**Hemmerich & Kollegen**  
**Patentanwälte**  
**Hammerstraße 2**  
**57072 Siegen (DE)**

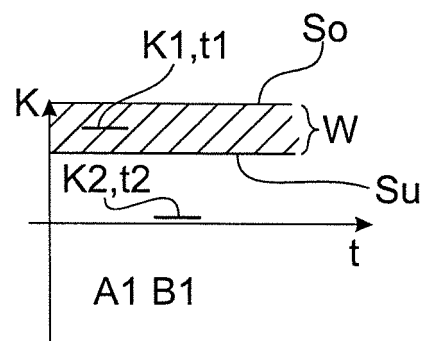
(54) **VERFAHREN UND COMPUTERPROGRAMM ZUM ÜBERWACHEN DES ZUSTANDES EINES WALZGERÜSTES**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Computerprogramm zum Überwachen des Zustands eines Walzgerüsts zum Walzen von Walzgut mit folgenden Schritten: a) Betreiben des Walzgerüsts in einem Walzbetrieb mit einem ersten Walzenpaar A1 und Ermitteln von Prozessdaten für das erste Walzenpaar A1 während mindestens einer ersten Walzenpaar-Einsatzzeit  $t_1$  während des Walzbetriebs. Um einen mangelhaften Zustand des Walzgerüsts auch bei nur temporär eingesetzten Walzenpaaren zuverlässig und schnell erkennen zu können, schlägt die vorliegende Erfindung folgende Vorgehensweise vor:

b) Wiederholen des Schrittes a) für ein zweites Walzenpaar B1 anstelle des ersten Walzenpaares A1 während mindestens einer zweiten Walzenpaar-Einsatzzeit  $t_2$ , wobei das erste und das zweite Walzenpaar eine gemeinsame Walze 1 und jeweils eine unterschiedliche Walze A, B aufweisen;

c) Ermitteln mindestens einer walzenpaarabhängigen Walzgerüst-Kenngröße  $K_1$ ,  $K_2$  jeweils für das erste Walzenpaar A1 und für das zweite Walzenpaar B1, jeweils auf Basis der Prozessdaten; und

d) Auswerten der walzenpaarabhängigen Walzgerüst-Kenngrößen  $K_1$ ,  $K_2$  für das erste und für das zweite Walzenpaar A1, B1 im Hinblick darauf, ob entweder eine der unterschiedlichen Walzen A, B der beiden Walzenpaare oder ob die gemeinsame Walze 1 und/oder das Walzgerüst problembehaftet sind.



**Fig. 4a**

## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen des Zustandes eines Walzgerüsts zum Walzen von Walzgut. Das erfindungsgemäße Verfahren findet Anwendung beispielsweise bei Fertigerüsten von Warmbandstraßen, bei Walzgerüsten von Kaltwalzstraßen, bei Steckelwalzgerüsten, bei Vorgerüsten und Blechgerüsten sowie allgemein bei Walzgerüsten mit mindestens einem Walzenpaar, typischerweise bestehend aus einer Arbeitswalze und einer die Arbeitswalze stützenden Stützwalze.

### Stand der Technik

**[0002]** Im Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zur Überwachung des Zustandes eines Walzgerüsts bekannt. Traditionell wird ein Mangel im Zustand eines Walzgerüsts oftmals erst erkannt, wenn Walzprobleme auftreten, das heißt, wenn Qualitätsparameter des Walzgutes nicht mehr eingehalten werden können oder wenn Prozessstörungen auftreten, wie beispielsweise verwalzte Enden des Walzgutes. In diesen Fällen ist eine Fehlerdiagnose erforderlich, die derzeit von qualifizierten Experten durch manuelle Auswertungen vorgenommen wird. Hierzu werden Prozessdaten herangezogen, die an den Walzgerüsten üblicherweise ohnehin erhoben werden. Das Finden der Ursachen von Prozessstörungen schließt traditionell ein:

- Die Analyse von Axialkräften der Arbeitswalzen, abgeleitet aus den Brücken eines Arbeitswalzen-Verschiebesystems;
- Die Auswertung der Gerüsthysterese. Dabei erfolgt ein Vergleich der Anstellkräfte, einmal gemessen in den Anstellzylindern und zusätzlich gemessen über Kraftmesszellen in den Walzenständern, jeweils beim Auf- und Zufahren des Walzgerüsts während eines definierten Be- und Entlastungsvorganges;
- Die Ermittlung von geometrisch möglichen Lagen eines Walzenpaares relativ zueinander aus geometrischen Vermessungen der Anlageflächen der Walzeneinbaustücke im Ständerfenster, zum Beispiel mit Hilfe eines Laserscanners. Eine solche Vermessung ist mit erheblichem Zeitaufwand und damit mit Produktionsausfall verbunden.

**[0003]** Schließlich sei darauf hingewiesen, dass der Lage von zwei Walzen eines Walzenpaares relativ zueinander und dem Zusammenhang zwischen der relativen Lage der Walzen und den Axialkräften der Arbeitswalzen bereits in der chinesischen Patentanmeldung CN 112893486 A Rechnung getragen wird. Demnach werden Axialkräfte online zur Ansicht gebracht, um so indirekt auf die Integrität, d.h. den Zustand des Walzgerüsts zu schließen.

**[0004]** Alle diese genannte und im Stand der Technik bekannten Verfahren zur Überwachung eines Walzgerüsts haben jedoch Nachteile. So ist die besagte manuelle Analyse des Gerüstzustandes beim Vorliegen von Störungen des Walzprozesses zeitaufwändig. Oft ist es schwierig, die auftretenden Symptome der Ursache in einem Walzgerüst einer mehrgerüstigen Fertigwalzstraße zuzuordnen. Aufgrund des besagten großen Zeitaufwandes können manuelle Analysen in der Regel lediglich einen geringen Betriebszeitraum der betrachteten Walzgerüste umfassen. Die Ursachen für Prozessstörungen treten dagegen zum Teil nur temporär auf:

Infolge der regelmäßigen Wechsel von Arbeits- und Stützwalzen verändert sich das System Walzgerüst bestehend aus den Hauptkomponenten Arbeitswalzen und Stützwalzen mit ihren jeweiligen Einbaustücken in den Walzenständern ständig. Eine vorausschauende Analyse des Walzgerüstzustandes bleibt in der Praxis meist aus, ebenfalls begründet durch den dazu erforderlichen hohen Zeitaufwand. Oft verschlechtert sich der Anlagenzustand, bis dünne Bänder bzw. Bänder mit hoher Stahlgüte qualitativ nicht mehr hochwertig erzeugt werden können. Zum Teil wird ein schlechter Zustand des Walzgerüsts auch erst durch auftretende Bauteilschäden erkannt.

**[0005]** Die in der chinesischen Patentanmeldung CN 112893486 A vorgeschlagene Online-Anzeige von Axialkräften erlaubt dem Anwender nicht, systematische Abhängigkeiten zu überblicken. Dies sind z. B. Veränderungen durch einen Walzenwechsel und langfristige Trends, etwa durch fortschreitenden Verschleiß. Temporär wechselnde Zustände, wie zuvor beschrieben, bleiben verborgen. Dies kann beispielweise dann der Fall sein, wenn ein schlechter Zustand des Walzgerüsts nur jeweils bei einem bestimmten nur temporär eingesetzten Walzensatz bzw. Walzenpaar auftritt. Bei geringen Walzkräften werden ungünstige Lagen der einzelnen Walzen relativ zueinander auch durch das Verfahren gemäß der chinesischen Anmeldung nicht erkannt.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein bekanntes Verfahren und Computerprogramm zur Überwachung des Zustandes eines Walzgerüsts dahingehend weiterzubilden, dass ein mangelhafter Zustand des Walzgerüsts auch bei nur temporär eingesetzten Walzenpaaren zuverlässig und schnell erkannt werden kann.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch das im Patentanspruch 1 beanspruchte Verfahren gelöst.

Definitionen:

**[0008]** Die erste "Walzenpaar-Einsatzzeit" meint die Einsatzzeit des ersten Walzenpaares in dem Walzgerüst. Die zweite "Walzenpaar-Einsatzzeit" meint die Einsatzzeit für das zweite Walzenpaar in dem Walzgerüst. Die beiden Einsatzzeiten sind unterschiedlich. Eine zeitliche Überlappung der Einsatzzeiten ist ausgeschlossen, weil das erste und das zweite Walzenpaar eine gemein-

same Walze haben, die zu einer Zeit nur mit einer jeweils anderen Walze betrieben werden kann.

**[0009]** Der Begriff "unterschiedliche Walze" meint diejenige Walze des ersten Walzenpaares, die das erste Walzgerüst nicht mit dem zweiten Walzgerüst gemeinsam hat. Das gilt analog für die unterschiedliche Walze des zweiten Walzgerüsts.

**[0010]** Ein Wertebereich für die Auswertung der walzenpaarabhängigen Walzgerüst-Kenngrößen kann durch einen oberen und einen unteren Schwellenwert oder durch nur einen Schwellenwert begrenzt sein. So definiert die Angabe "oberhalb eines Schwellenwertes" einen Wertebereich. Innerhalb des Wertebereiches liegen dann alle Werte, die oberhalb des Schwellenwertes liegen. Außerhalb des Wertebereiches liegen dann alle Werte unterhalb des Schwellenwertes.

Ende der Definitionen

**[0011]** In den abhängigen Ansprüchen sind z. T. unterschiedliche Beispiele für die Walzgerüst-Kenngröße K beansprucht. Die eigentlich unabhängigen Kenngrößen können auch in Kombination miteinander verwendet werden; deshalb sind diese Ansprüche auch als voneinander abhängig beansprucht. Das beanspruchte Verfahren bietet vorteilhafter Weise eine große Hilfe für den Anlagenbetreiber bzw. den Instandhalter eines Walzgerüsts, ein Walzgerüst bzw. eine Walzstraße in einem guten Zustand zu halten, wodurch die Produktionszeit und die Qualität des gewalzten Walzgutes maximiert werden. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhafter dazu beiträgt, Stillstandszeiten des Walzgerüsts zu minimieren und auch die Herstellung von Bändern mit mangelhafter Qualität, beispielsweise aufgrund von schlechten Dicken-, Profil- oder Planheitseigenschaften zu minimieren. Zur Erzielung dieses Zweckes betrachtet das beanspruchte Verfahren jeweils mindestens eine Walzenpaarabhängige Walzgerüst-Kenngröße für mindestens zwei verschiedene Walzenpaare, die zu unterschiedlichen Zeiten im Walzgerüst betrieben werden und wobei die beiden Walzenpaare eine gemeinsame Walze und jeweils eine unterschiedliche Walze aufweisen. Die Auswertung dieser Walzgerüst-Kenngrößen erleichtert Experten das Auffinden der Ursachen von Walzproblemen. Insbesondere wird die Identifikation eines fehlerhaften Walzgerüsts einer mehrgerüstigen Fertigwalzstraße erleichtert. Zwar ist nicht auszuschließen, dass die Ergebnisse des erfindungsgemäßen Verfahrens bei Auswertung der ermittelten Walzgerüst-Kenngrößen vorzugsweise durch eine Gerüstvermessung unterstützt werden müssen, um bei der angestrebten Verbesserung des Gerüstzustandes beispielsweise den genauen Ort einer Unterlegung einer Verschleißplatte und das Unterlegungsmaß festzulegen. Unnötige Vermessungen können aber bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens vermieden werden, wodurch, wie gesagt, Stillstandszeiten des Walzgerüsts eingespart werden können. Zeitaufwändige Ver-

messungen erfolgen somit vorteilhafterweise nur noch deutlich seltener.

**[0012]** Der beanspruchte Betrieb des Walzgerüsts mit zwei verschiedenen, gegeneinander ausgetauschten Walzenpaaren, wobei die beiden Walzenpaare eine gemeinsame Walze und jeweils eine unterschiedliche Walze aufweisen, ermöglicht bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorteilhafterweise eine konkrete Eingrenzung eines eventuellen Fehlers. So kann mit den in den Ansprüchen 2 und 3 beanspruchten Auswertemethoden schnell und einfach entweder die unterschiedliche Walze des ersten Walzenpaares oder die unterschiedliche Walze des 2. Walzenpaares als problembehaftet bzw. als Ursache für auftretende Walzprobleme erkannt werden.

**[0013]** Mit der Auswertung gemäß Patentanspruch 4 kann vorteilhafterweise festgestellt werden, dass die Ursache für ein Walzproblem weder bei einer der Walzen der Walzenpaare noch bei dem Walzgerüst selbst liegen kann. Das heißt: Das Walzgerüst und seine austauschbaren Walzenpaare sind fehlerfrei.

**[0014]** Schließlich kann gemäß einem vierten Auswertebispiel gemäß Anspruch 5 festgestellt werden, dass entweder die gemeinsame Walze oder das Walzgerüst ursächlich für ein fehlerhaftes Walzen ist.

**[0015]** Durch einmalige Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens und durch logische Auswertung von dessen Ergebnissen ergibt sich jeweils eines der genannten Auswertebispiele. Lediglich für eine weitere Eingrenzung des Ergebnisses des vierten Auswertebispiels bedarf es eines weiteren Durchlaufes des erfindungsgemäßen Verfahrens und einer erneuten Logikbasierten Auswertung von dessen neuerlichen Ergebnissen, um entscheiden zu können, ob der gesuchte Fehler für ein problembehaftetes Walzen bei der gemeinsamen Walze oder dem Walzgerüst liegt. Dieser weitere Durchlauf und die Auswertung von deren Ergebnissen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 6 und 7. Die beiden Verfahren nach den Ansprüchen 6 und 7 sind Alternativen, von denen jede letzten Endes zum selben Ergebnis führt. Die beiden alternativen Verfahren unterscheiden sich lediglich in der Zusammensetzung der Walzenpaare, mit denen das Walzgerüst erneut betrieben werden muss, um die gewünschte Eingrenzung auf die gemeinsame Walze oder das Walzgerüst als Fehlerursache für das problembehaftete Walzen zu ermöglichen. Der Ausdruck "und umgekehrt" am Ende der beanspruchten Auswerteverfahren soll die Fälle abdecken, in denen der Wertebereich für eine bestimmte Walz-Kenngröße komplementär definiert wird, zu dem jeweils beanspruchten Wertebereich. Je nach Lage bzw. Definition des Wertebereichs kann zum Beispiel eine Walze als problembehaftet identifiziert werden, wenn eine betreffende Walzgerüst-Kenngröße innerhalb oder außerhalb des Wertebereiches liegt.

**[0016]** Weitere beanspruchte Ausführungsbeispiele betreffen unterschiedliche Walzenpaarabhängige Walzgerüst-Kenngrößen, die bei Anwendung des erfindungs-

gemäßen Verfahrens ausgewertet werden. Als solche Kenngrößen eignen sich zum Beispiel der Schrägungswinkel zwischen den beiden Walzen eines jeweiligen Walzenpaares und/oder der Versatz der Einbaustücke der Walzen des jeweiligen Paares in Walzrichtung, entweder auf der Bedienseite oder der Antriebseite des Walzgerüsts. Weitere Beispiele für die Walzgerüst-Kenngröße sind:

- Die Axialkräfte auf die beiden Walzen eines jeweiligen Walzenpaares, und/oder
- Ein Reibwert, der die Reibung der Einbaustücke des Walzenpaares bei einer Vertikalbewegung in den Ständern des Walzgerüsts repräsentiert.

**[0017]** Alle genannten Walzgerüst-Kenngrößen eignen sich sowohl einzeln wie auch in mathematischer bzw. physikalischer Kombination als Walzgerüst-Kenngröße. Wichtig ist, dass bei jedem Durchlauf des erfindungsgemäßen Verfahrens bei den beiden Walzenpaaren jeweils dieselbe Walzgerüst-Kenngröße oder dieselbe Kombination von Walzgerüst-Kenngrößen verwendet wird.

**[0018]** Vorzugsweise werden die Walzgerüst-Kenngrößen nicht nur jeweils zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelt, sondern handelt es sich bei den Kenngrößen um Mittelwerte, die den zeitlichen Verlauf der Walzgerüst-Kenngröße während eines oder mehrerer Zeitintervalle, d.h. während Walzen-Einsatzzeiten, repräsentieren.

**[0019]** Die Erfassung der Walzgerüst-Kenngröße während eines oder mehrerer Zeitintervalle ermöglicht es vorteilhafterweise, dass die Historie der Walzgerüst-Kenngröße interpretierbar wird. Dies hat den Vorteil, dass eine allmähliche Verschlechterung einer Walzgerüst-Kenngröße auf einen mit der Zeit fortschreitenden Verschleiß zurückzuführen ist, während eine abrupte Änderung einen plötzlich eintretenden Schaden oder eine fehlerhaft durchgeführte Instandhaltungsmaßnahme nahelegt. Die Ursache eines schlechten Gerüstzustandes kann somit treffsicherer identifiziert und eine geeignete Abhilfemaßnahme schnell definiert und umgesetzt werden. Lange Fehlersuchzeiten, während derer ein schlechterer Walzgerüstzustand nicht abgestellt werden kann und die Produktion qualitativ geringwertiger Bänder nach sich zieht, werden vermieden.

**[0020]** Bei den Walzen eines jeweiligen Walzenpaares handelt es sich typischerweise um eine Arbeitswalze und eine zugeordnete die Arbeitswalze abstützende Stützwalze. Eine derartige Walzenpaarung ist jedoch nicht zwingend; vielmehr bezieht sich der Begriff Walzenpaar grundsätzlich auf beliebige Walzen-Paarungen in einem Walzgerüst.

**[0021]** Die erfindungsgemäßen Walzpaare können entweder als obere Walzenpaare, d.h. oberhalb des zu walzenden Walzgutes, oder als untere Walzenpaare, d.h. auf der Unterseite des zu walzenden Walzgutes in

dem Walzgerüst eingebaut sein. Entscheidend ist lediglich, dass für die Paare, die bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens gegeneinander ausgetauscht werden, jeweils an die gleiche Position in dem Walzgerüst eingesetzt werden; dies ist deshalb erforderlich, damit die Prozessdaten, die bei den beiden Einsatzzeiten der beiden Walzenpaare in dem Walzgerüst ermittelt werden, objektiv miteinander vergleichbar sind.

**[0022]** Die oben genannte Aufgabe der Erfindung wird schließlich durch das Computerprogramm gemäß Anspruch 16 gelöst. Die Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem Computerprogramm und dessen Ablauf in einem Computer ermöglichen vorteilhafterweise die Automation des erfindungsgemäßen Verfahrens. Mit der Automation entfallen langwierige manuelle Sucharbeiten und eine Fehlerdiagnose kann vorteilhafterweise schnell und effizient durchgeführt werden.

**[0023]** Ansonsten entsprechen die Vorteile des Computerprogramms den oben mit Bezug auf das beanspruchte Verfahren genannten Vorteilen.

**[0024]** Der Beschreibung sind insgesamt 6 Figuren beigelegt, wobei

Figur 1 ein typisches Walzgerüst zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Figur 2 eine perspektivische Darstellung eines Walzenpaares mit verschränkten Walzen;

Figur 3 den zeitlichen Verlauf einer Walzgerüst-Kenngröße für verschiedene Walzenpaare während verschiedener Walzeneinsatzzeiten;

Figuren 4a - 4d vier mögliche Konstellationen für eine Walzgerüst-Kenngröße bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens für zwei Walzenpaare;

Figuren 5a + 5b zwei Konstellationen für die Walzgerüst-Kenngröße K bei wiederholter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens für zwei Walzenpaare; und

Figuren 6a und 6b zwei alternative Konstellationen für die Figuren 5a und 5b für zwei andere Walzenpaare zeigt.

**[0025]** Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die genannten Figuren in Form von Ausführungsbeispielen detailliert beschrieben. In allen Figuren werden gleiche technische Elemente mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

**[0026]** Figur 1 zeigt ein klassisches Walzgerüst 100, wie es mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens auf seinen Zustand bzw. seine Tauglichkeit hin untersucht werden kann. Ein solches Walzgerüst besteht aus zwei gegenüberstehenden Walzenständern 110, wobei einer

dieser Walzenständer die Antriebsseite und der gegenüberstehende Walzenständer die Bedienseite des Walzgerüsts repräsentiert. Jeder der beiden Walzenständer 110 hat ein Ständerfenster, in dem die Walzen 1 und A, B mit ihren Walzenzapfen in Einbaustücken E1 - E4 drehbar gelagert sind. Die Einbaustücke entsprechen den Lagergehäusen, in denen die Walzen mit ihren Zapfen drehbar gelagert sind. Die Walzen 1 bezeichnen die sogenannten Arbeitswalzen. Die Arbeitswalzen sind beabstandet zueinander gelagert und spannen mit ihrem Abstand einen Walzspalt auf. Beim Hindurchtreten durch den Walzspalt wird das Walzgut 20 gewalzt; die obere und die untere Arbeitswalze verrichten dann Walzarbeit an dem Walzgut 20. Die Arbeitswalzen 1 werden jeweils durch Stützwalzen A, B abgestützt. In der Figur 1 ist ein oberes Walzenpaar bestehend aus einer oberen Stützwalze und einer oberen Arbeitswalze sowie ein unteres Walzenpaar bestehend aus einer unteren Arbeitswalze und unteren Stützwalze zu erkennen. Während des Walzbetriebs wird in Richtung der gezeigten Pfeile jeweils eine Walzkraft auf die Einbaustücke und über die Einbaustücke auf die Walzen und über die Walzen auf das Walzgut 20 übertragen.

**[0027]** Das erfindungsgemäße Verfahren zielt darauf ab, den Zustand des Walzgerüsts und der Walzen zu überwachen und mögliche Fehler frühzeitig zu erkennen, um sie dann möglichst schnell beheben zu können. Mögliche Fehler sind beispielsweise unerwünschte Schräglagen der Walzen eines Walzenpaares oder ein zu hoher Reibwert bei der vertikalen Bewegung der Einbaustücke in den Walzenständern.

**[0028]** Figur 2 veranschaulicht das erstgenannte Problem: Zu erkennen ist der unerwünschte Schrägungswinkel  $\alpha$  zwischen einer Arbeitswalze 1 und einer darüber angeordneten Stützwalze A, die zusammen ein oberes Walzenpaar bilden. Alternativ zu dem Schrägungswinkel  $\alpha$  kann der gezeigte Versatz zwischen den beiden Walzen auch über den Versatz der beteiligten Einbaustücke auf der Bedienseite oder auf der Antriebsseite definiert werden; dann wird er als Einbaustückversatz  $\Delta x$  bezeichnet.

**[0029]** Die beiden genannten Problemfälle, nämlich Walzenversatz und zu hoher Reibwert, sind Beispiele für die Walzgerüst-Kenngröße, wie sie bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ausgewertet wird. Grundlage für das erfindungsgemäße Verfahren ist die Erfassung dieser Walzgerüst-Kenngrößen K im Grenzfall zu jeweils einem Zeitpunkt, typischerweise und vorzugsweise jedoch während eines oder mehrerer Zeitintervalle.

**[0030]** Figur 3 zeigt ein Beispiel für die Erfassung des zeitlichen Verlaufs der Walzgerüst-Kenngröße "Einbaustückversatz in mm" für unterschiedliche Walzenpaare, jeweils eingesetzt in dasselbe Walzgerüst zu jeweils unterschiedlichen Walzenpaar-Einsatzzeiten. In Figur 3 ist der (Ein-)Baustückversatz über die Zeit aufgetragen. Jede in Figur 3 gezeigte Spalte repräsentiert eine bestimmte Walzenpaar-Einsatzzeit für ein bestimmtes Walzenpaar, welches durch die zwei dreistelligen Nummern links

oben in jeder Spalte identifiziert ist. Insbesondere ist zu erkennen, dass ein erstes Walzenpaar mit den Walzen 252+218 und ein zweites Walzenpaar mit den Walzen 247+239 zeitlich abwechselnd in demselben Walzgerüst eingesetzt wurden. Anstelle die Walzgerüst-Kenngröße für die beiden Walzenpaare nur zu einem bestimmten Zeitpunkt zu betrachten, ist es empfehlenswert, den zeitlichen Verlauf der Walzgerüst-Kenngröße während einer jeweiligen Walzenpaar-Einsatzzeitdauer  $t_1$ ,  $t_2$ , in Figur 3 repräsentiert durch jeweils eine Spalte, zu betrachten. Noch besser ist jedoch die Betrachtung derselben Walzgerüst-Kenngröße über einen noch größeren Zeitraum; zu diesem Zweck können dann mehrere Spalten in Figur 3, die jeweils für dasselbe Walzenpaar gelten, zu einer längeren Walzenpaar-Einsatzzeit zusammengefasst und ausgewertet werden. Für das erfindungsgemäße Verfahren empfiehlt sich beispielsweise die Verwendung eines arithmetischen Mittels für die Walzgerüst-Kenngröße über die mehr oder weniger lange Walzenpaar-Einsatzzeit. Die beiden in Figur 3 in jeder Spalte gezeigten und übereinander angeordneten zeitlichen Verläufe gelten für das obere Walzenpaar und das untere Walzenpaar in dem Walzgerüst.

**[0031]** Nach der Erläuterung der notwendigen Grundlagen anhand der Figuren 1-3 erfolgt nun die Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Bezugnahme auf die Figuren 4 bis 6.

**[0032]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Überwachen des Zustandes des Walzgerüsts 100 zum Walzen von Walzgut 20 umfasst folgende Schritte:

a) Betreiben des Walzgerüsts 100 in einem Walzbetrieb mit einem ersten Walzenpaar A1 und Ermitteln von Prozessdaten für das erste Walzenpaar während mindestens einer ersten Walzenpaar-Einsatzzeit  $t_1$  während des Walzbetriebs. In dem Bezugszeichen A1 bezeichnet A beispielsweise eine Stützwalze und 1 eine Arbeitswalze; siehe Fig. 1

b) Danach wird dasselbe Walzgerüst mit einem zweiten Walzenpaar B1 anstelle des ersten Walzenpaares A1 betrieben und es werden Prozessdaten für das zweite Walzenpaar B1 während mindestens einer zweiten Walzenpaar-Einsatzzeit  $t_2$  während des Walzbetriebs ermittelt. Das zweite Walzenpaar hat mit dem ersten Walzenpaar A1 die Walze 1 gemeinsam und darüber hinaus hat jedes der beiden Walzenpaare jeweils eine unterschiedliche Walze A, B. In dem Bezugszeichen B1 bezeichnet B beispielsweise eine Stützwalze und 1 eine Arbeitswalze; siehe Fig. 1

c) In einem nächsten Schritt c) werden die walzenpaarabhängigen Walzgerüst-Kenngrößen  $K_1$ ,  $K_2$  jeweils für das erste Walzenpaar A1 und für das zweite Walzenpaar B1 ermittelt, jeweils auf Basis von Prozessdaten.

d) Schließlich sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, dass in einem weiteren Schritt d) die Walzenpaarabhängigen Kenngrößen K1, K2 für das erste und das zweite Walzenpaar A1, B1 ausgewertet werden im Hinblick darauf, ob entweder eine der unterschiedlichen Walzen A, B der beiden Walzenpaare oder ob die gemeinsame Walze 1 und/oder das Walzgerüst selber problembehaftet sind. Diese Auswertung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 4 und 5 erläutert:

**[0033]** Rein logisch betrachtet gibt es bei der Auswertung von zwei Walzgerüst-Kenngrößen K1, K2 für zwei Walzenpaare A1, B1 während unterschiedlicher Walzenpaar-Einsatzzeiten t1, t2 vier mögliche Fallkonstellationen, die in den Figuren 4a - 4d veranschaulicht sind.

**[0034]** Figur 4a zeigt eine erste Konstellation, bei der die Walzgerüst-Kenngröße K1 für das erste Walzenpaar A1 innerhalb und die Walzgerüst-Kenngröße K2 für das zweite Walzenpaar B1 außerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs W liegt. Der Wertebereich W ist in Figur 4a als oberhalb eines vorgegebenen unteren Schwellenwertes  $S_u$  und unterhalb eines oberen Schwellenwertes  $S_o$  markiert. Bei dieser Fallkonstellation kann typischerweise die Stützwalze A als fehlerbehaftet identifiziert werden. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht dann in einem nachfolgenden Verfahrensschritt vor, dass geeignete Maßnahmen getroffen werden, um die entsprechende Walzgerüst-Kenngröße K1 positiv zu beeinflussen. Handelt es sich bei Walzgerüst-Kenngröße K1 beispielsweise um den Schränkungswinkel, so kann diesem in der Regel durch eine Unterlegung oder Erneuerung von Verschleißplatten an den Einbaustücken der Stützwalze A abgeholfen werden, so dass der Schränkungswinkel wieder hin zum Ziel 0 verringert wird. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt die Identifikation der Stützwalze A als problembehaftet zu einem sehr frühen Zeitpunkt, zu dem in der Regel noch keine Qualitätsrelevanten Nachteile in dem Walzgut oder im Walzprozess eingetreten sind und zu dem in der Regel auch noch keine Bauteilschäden am Walzgerüst eingetreten sind, die ansonsten zu längeren Stillstandszeiten des Walzgerüsts führen würden. Weil hier genau die Stützwalze A als fehlerbehaftet identifiziert wurde, kann gleichzeitig ein Fehler an der Stützwalze B des zweiten Walzenpaares oder an den Arbeitswalzen der beiden Walzenpaare oder an dem Walzgerüst ausgeschlossen werden. An diesen Objekten braucht deshalb auch keine Fehlersuche vorgenommen zu werden, die ansonsten ebenfalls eine unerwünschte Stillstandszeit des Walzgerüsts zur Folge hätte.

**[0035]** Wenn der Wertebereich W nicht wie in Figur 4a, sondern komplementär dazu definiert worden wäre, dann wäre auch die Stützwalze A als fehlerhaft identifiziert worden, weil die Walzgerüst-Kenngröße K in diesem Fall außerhalb des Wertebereichs gelegen hätte. Insofern kommt es bei der Auswertung der Walzgerüst-Kenngröße K stets auf die Definition des Wertebereiches an.

Sie kann auch, wie ein Beispiel veranschaulicht, umgekehrt zu der ursprünglichen Definition erfolgen.

**[0036]** Figur 4b zeigt eine zweite mögliche Konstellation für die Werte K1, K2 der Walzgerüst-Kenngröße K für die beiden Walzenpaare A1 und B1. Diese zweite Konstellation ist analog zu der ersten Konstellation gemäß 4a zu werten mit dem Ergebnis, dass hier die Stützwalze B als problembehaftet identifiziert werden kann. Die Aussagen für die Stützwalze A und zu geeigneten Gegenmaßnahmen gelten jetzt hierfür die Stützwalze B analog.

**[0037]** Figur 4c zeigt eine dritte mögliche Konstellation für die Walzgerüst-Kenngröße K für die beiden Walzenpaare A1 und B1, jeweils erfasst während der Walzenpaar-Einsatzzeiten t1 und t2. Bei dieser dritten Konstellation kann festgestellt werden, dass sowohl die Walzgerüst-Kenngröße K1 für das erste Walzenpaar A1 und auch die Walzgerüst-Kenngröße K2 für das zweite Walzenpaar B1 jeweils außerhalb des vorgegebenen Wertebereichs W liegen. Konkret haben die beiden Kenngrößen K1, K2 keine signifikante Ausprägung, sie sind vielmehr im Wesentlichen beide Null. Das bedeutet, dass weder eine der beteiligten Walzen A1, B1 des ersten oder des zweiten Walzgerüsts noch das Walzgerüst selbst problembehaftet sind. Deshalb sind in diesem Fall auch keine Gegenmaßnahmen erforderlich.

**[0038]** Figur 4d zeigt schließlich eine weitere Konstellation für die mögliche Ausprägung der ersten beiden Walzgerüst-Kenngrößen K1 und für die zweite Walzgerüst-Kenngröße K2. Bei der in Fig. 4d gezeigten Konstellation liegen die beiden Walzgerüst-Kenngrößen K1, K2 innerhalb eines definierten Wertebereiches W. Diese Konstellation lässt das Ergebnis zu, dass entweder die gemeinsame Walze 1 oder das Walzgerüst problembehaftet sind.

**[0039]** Um in diesem Fall die Ursache für das Walzproblem genauer eingrenzen zu können, bedarf es der Wiederholung des erfindungsgemäßen Verfahrens, nun allerdings für eines der beiden zuvor benutzten Walzenpaare A1 oder B1, jeweils in Kombination mit einem neuen Walzenpaar. Wichtig ist, dass die beiden neuen Walzenpaare fehlerfrei sind. Dieses Vorgehen wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 5a und 5b oder auf die Figuren 6a und 6b näher erläutert.

**[0040]** Die Figuren 5a und 5b zeigen eine erste Möglichkeit zur weiteren Eingrenzung des fehlerhaften Objektes, in dem das erfindungsgemäße Verfahren mit dem Walzenpaar A1 und einem neuen dritten Walzenpaar A2 wiederholt wird. Das dritte Walzenpaar A2 besteht zum einen aus der unterschiedlichen Walze A der vorherigen Walzenpaarung A1, B1 und aus einer dritten Walze 2, die weder Teil des ersten noch des zweiten Walzenpaares war. Für das erste Walzenpaar A1 und das so gebildete dritte Walzenpaar A2 werden dann die Verfahrensschritte a) bis d) des erfindungsgemäßen Verfahrens wiederholt. Im Endergebnis können dann die in den Figuren 5a) und 5b) gezeigten Konstellationen für die Walzenpaarabhängigen Walzgerüst-Kenngrößen K1 und K3

resultieren. In den Kenngrößen K1, K3 bezeichnen 1 und 3 das erste und das dritte Walzenpaar. Die Auswertung der Figur 5a erfolgt analog zu der Auswertung von Figur 4a mit dem Ergebnis, dass hier die Arbeitswalze 1 als problembehaftet identifiziert werden kann, wenn deren Walzgerüst-Kenngröße K1 innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs  $>0$  liegt und wenn gleichzeitig die Walzgerüst-Kenngröße K3 für das dritte Walzenpaar außerhalb des Wertebereichs Nahe Null liegt. Die unterschiedlichen Zeitpunkte bzw. Zeitintervalle während derer die für die Ermittlung der Walzgerüst-Kenngrößen K1 und K3 ermittelten Prozessdaten gesammelt wurden, sind in Figur 5a mit den Bezugszeichen t3 und t4 bezeichnet.

**[0041]** Figur 5b zeigt eine alternativ mögliche Konfiguration beim Durchlaufen des erfindungsgemäßen Verfahrens mit dem ersten Walzenpaar A1 und dem dritten Walzenpaar A2. Bei dieser Konstellation liegen die beiden Kenngrößen K1 und K3 beide innerhalb des vorgegebenen Wertebereichs W. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass die Ursache für ein erkanntes Walzenproblem nicht in einer der Walzen, sondern im Walzgerüst selbst liegt. In diesem Fall sind Maßnahmen zu ergreifen, die die zugehörigen Walzgerüst-Kenngrößen K1 und K3 und somit den Gerüstzustand positiv beeinflussen. Sollte in diesem Fall als Walzgerüst-Kenngröße der Schränkungswinkel ausgewertet worden sein, so kann dem problembehafteten Walzgerüst bereits dadurch abgeholfen werden, dass eine Unterlegung oder eine Erneuerung von Ständerverschleißplatten erfolgt. Hierzu ist in der Regel zusätzlich eine Gerüstvermessung erforderlich. Sowohl für das Treffen der Abhilfemaßnahmen als auch für die eventuell zusätzlich erforderliche Gerüstvermessung ist mit einer Stillstandszeit des Walzgerüsts zu rechnen.

**[0042]** Die Figuren 6a und 6b zeigen eine zweite alternative Vorgehensweise zur Eingrenzung von entweder der Arbeitswalze oder dem Walzgerüst als problembehaftet. Diese zweite Methode unterscheidet sich von der ersten Alternative, wie sie in den Figuren 5a und 5b gezeigt ist, lediglich in der Wahl der beiden Walzenpaare, mit dem die Wiederholung des erfindungsgemäßen Verfahrens durchgeführt wird. Die zweite Alternative sieht konkret vor, nicht das erste, sondern das zweite Walzenpaar B1 im Vergleich zu einem vierten Walzenpaar B4 zu betrachten, bestehend aus der unterschiedlichen Walze B, des zweiten Walzenpaares B1 und einer vierten Walze 4, die weder Teil des ersten noch des zweiten Walzenpaares war. Die Auswertung der Figur 6a ergibt analog zu der Figur 5a das Ergebnis, dass hier ebenfalls die Arbeitswalze 1 und nicht das Walzgerüst als problembehaftet identifiziert wird. Analog liefert die Auswertung 6b das Ergebnis, dass nicht die Arbeitswalze 1, sondern das Walzgerüst problembehaftet ist. Bezüglich der geeigneten Gegenmaßnahmen wird auf die vorhergehenden Ausführungen verwiesen.

**[0043]** Als walzenpaarabhängige Walzgerüst-Kenngrößen können verschiedene physikalischen Größen in

Betracht kommen, auch in Kombination. Der Schränkungswinkel  $\alpha$  als Walzgerüst-Kenngröße wurde oben bereits ausführlich erwähnt. Dasselbe gilt für den Einbaustück-Versatz  $\Delta x$ , der ebenfalls die Schränkung der beiden Walzen eines Walzenpaares repräsentiert. Darüber hinaus können auch die Axialkräfte auf die beiden Walzen des jeweiligen Walzenpaares als Kenngröße herangezogen werden. Schließlich sei der Reibwert als Walzgerüst-Kenngröße erwähnt, der die Reibung der Einbaustücke des Walzenpaares bei einer Vertikalbewegung innerhalb des Walzenständers repräsentiert.

**[0044]** Die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erwähnten Prozessdaten werden jeweils für die beteiligten Walzenpaare während des Walzbetriebs ermittelt. Wenn eine Walzgerüst-Kenngröße direkt gemessen werden kann, wie beispielsweise der Versatz der Einbaustücke oder die Größe der Axialkräfte, dann sind die Prozessdaten gleichbedeutend mit den Walzgerüst-Kenngrößen. Allerdings kann eine Walzgerüst-Kenngröße auch aus gemessenen Prozessdaten abgeleitet sein: So kann beispielsweise der Schränkungswinkel  $\alpha$  als Walzgerüst-Kenngröße aus den direkt gemessenen Axialkräften mit Hilfe physikalischer Berechnungen abgeleitet werden.

**[0045]** Reibkräfte können im Walzgerüst zwischen bewegten Komponenten, beispielsweise zwischen dem Walzenständer 110 und den Einbaustücken E1 bis E4 der Walzen, auftreten. Sind diese Reibkräfte zu groß, so werden Regelungen beeinträchtigt und es besteht die Gefahr, dass das Walzgut mit reduzierter Qualität produziert wird. Ein Gerüstassistent schätzt die Reibung im Walzgerüst während Be- und Entlastungsvorgängen ab, die nach dem Einsetzen der Walzen üblicherweise auftreten. Dabei kann - getrennt für den antriebs- und bedienseitigen Ständer - die Reibung am oberen und unteren Walzenpaar aufgelöst werden. Die Ergebnisse werden dabei über der Zeit aufgetragen, analog wie es in Figur 3 für die Walzgerüst-Kenngröße Versatz von Einbaustücken erfolgt war. Eine Entwicklung der Reibkräfte über der Zeit kann auf diese Weise erkannt werden. Vergleichbar mit dem Schränkungswinkel ist bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wie in den Figuren 4-6 veranschaulicht, eine Zuordnung der unerwünschten Reibkräfte zu den Walzen, mit denen sie ermittelt wurden, möglich.

**[0046]** Wird mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ein zu hoher Reibwert festgestellt, so sind als Abhilfemaßnahme die Verschleißplatten des zugehörigen Einbaustückes zu untersuchen und gegebenenfalls zu erneuern. Ist mindestens eines der Einbaustücke zu breit, kann es in dem Ständerfenster klemmen und ursächlich für die festgestellte Reibung sein. Der entsprechende Abstand bzw. die Breite muss dann vorschriftsmäßig verringert werden. Wird dagegen die Ursache eines zu hohen Reibwertes nach Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dem Walzgerüst zugeordnet, sind alle in Vertikalbewegungen eingebundenen Elemente, d.h. zum Beispiel Balancierungen und Biegezyylinder, hinsichtlich reibungsarmer Funktion zu kontrol-

lieren und, falls erforderlich, instand zu setzen. Ein Festklemmen von Einbaustücken in den Ständerfenstern, in denen Walzen drehbar gelagert sind, durch ein zu enges Ständerfenster ist abzustellen. Falls erforderlich müssen auch hier wieder Verschleißplatten bearbeitet oder ausgetauscht werden.

#### Bezugszeichenliste

#### [0047]

100	Walzgerüst
1	Walze
2	Walze
20	Walzgut
A	Walze
A1	Walzenpaar
A2	Walzenpaar
B	Walze
B1	Walzenpaar
B4	Walzenpaar
E1-E4	Einbaustücke
K	Walzgerüst-Kenngröße
t1	Walzenpaar-Einsatzzeit
t2	Walzenpaar-Einsatzzeit
$\alpha$	Schränkungswinkel
$\Delta x$	Versatz von zwei Einbaustücken
$S_o$	oberer Schwellenwert
$S_u$	unterer Schwellenwert
W	Wertebereich

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen des Zustands eines Walzgerüsts (100) zum Walzen von Walzgut (20) mit folgenden Schritten:

a) Betreiben des Walzgerüsts in einem Walzbetrieb mit einem ersten Walzenpaar (A1) und Ermitteln von Prozessdaten für das erste Walzenpaar (A1) während mindestens einer ersten Walzenpaar-Einsatzzeit (t1) während des Walzbetriebs; **gekennzeichnet durch**

b) Betreiben des Walzgerüsts in einem Walzbetrieb mit einem zweiten Walzenpaar (B1) anstelle des ersten Walzenpaares (A1) und Ermitteln von Prozessdaten für das zweite Walzenpaar (B1) während mindestens einer zweiten Walzenpaar-Einsatzzeit (t2) während des Walzbetriebs, wobei das erste und das zweite Walzenpaar eine gemeinsame Walze (1) und jeweils eine unterschiedliche Walze (A, B) aufweisen;

c) Ermitteln mindestens einer Walzenpaarabhängigen Walzgerüst-Kenngröße (K1, K2) jeweils für das erste Walzenpaar (A1) und für das zweite Walzenpaar (B1), jeweils auf Basis der

Prozessdaten; und

d) Auswerten der walzenpaarabhängigen Walzgerüst-Kenngrößen (K1, K2) für das erste und für das zweite Walzenpaar (A1, B1) im Hinblick darauf, ob entweder eine der unterschiedlichen Walzen (A, B) der beiden Walzenpaare oder ob die gemeinsame Walze (1) und/oder das Walzgerüst (100) problembehaftet sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**  
d1) Feststellen, dass die unterschiedliche Walze (A) des ersten Walzenpaares (A1) problembehaftet ist, wenn beim Auswerten festgestellt wird, dass die Walzgerüst-Kenngröße (K1) für das erste Walzenpaar (A1) innerhalb und die Walzgerüst-Kenngröße (K2) für das zweite Walzenpaar (B1) außerhalb eines vorgegebenen Wertebereiches liegt, oder umgekehrt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**  
d2) Feststellen, dass die unterschiedliche Walze (B) des zweiten Walzenpaares (B1) problembehaftet ist, wenn beim Auswerten festgestellt wird, dass die Walzgerüst-Kenngröße (K1) für das erste Walzenpaar (A1) außerhalb und die Walzgerüst-Kenngröße (K2) für das zweite Walzenpaar (B1) innerhalb eines vorgegebenen Wertebereiches liegt, oder umgekehrt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**  
d3) Feststellen, dass weder eine der Walzen (A, B, 1) des ersten und des zweiten Walzgerüsts noch das Walzgerüst (100) problembehaftet ist, wenn beim Auswerten festgestellt wird, dass die Walzgerüst-Kenngröße (K1) für das erste Walzenpaar (A1) und die Walzgerüst-Kenngröße (K2) für das zweite Walzenpaar (B1) jeweils außerhalb oder innerhalb eines vorgegebenen Wertebereiches liegen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**  
d4) Feststellen, dass die gemeinsame Walze (1) oder das Walzgerüst (100) problembehaftet ist, wenn beim Auswerten festgestellt wird, dass die Walzgerüst-Kenngröße (K1) für das erste Walzenpaar (A1) und die Walzgerüst-Kenngröße (K2) für das zweite Walzenpaar (B1) jeweils innerhalb oder außerhalb eines vorgegebenen Wertebereiches liegen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch**  
Zusammenstellen eines dritten Walzenpaares (A2) aus der unterschiedlichen Walze (A) des ersten Walzenpaares (A1) und einer dritten Walze (2), die we-



der Teil des ersten noch des zweiten Walzenpaares ist;

- Wiederholen der Schritte a) bis d) für das erste und das dritte Walzenpaar (A1, A2) analog, und 5
- Feststellen, dass die gemeinsame Walze (1) des ersten und des zweiten Walzenpaares (A1, B1) problembehaftet ist, wenn die Walzgerüst-Kenngröße (K1) für das erste Walzenpaar (A1) innerhalb eines vorgegebenen Wertebereiches liegt und die Walzgerüst-Kenngröße (K3) für das dritte Walzenpaar (A2) außerhalb des Wertebereiches liegt oder umgekehrt; oder 10
- Feststellen, dass das Walzgerüst problembehaftet ist, wenn die Walzgerüst-Kenngröße (K1) für das erste Walzenpaar (A1) und die Walzgerüst-Kenngröße (K3) für das dritte Walzenpaar (A2) jeweils innerhalb des Wertebereiches liegen, oder umgekehrt außerhalb. 15

7. Verfahren nach Anspruch 5,

**gekennzeichnet durch**

Zusammenstellen eines vierten Walzenpaares (B4) aus der unterschiedlichen Walze (B) des zweiten Walzenpaares (B1) und einer vierten Walze (4), die weder Teil des ersten noch des zweiten Walzenpaares ist;

- Wiederholen der Schritte a) bis d) für das zweite und das vierte Walzenpaar (B1, B4) analog; und 30
- Feststellen, dass die gemeinsame Walze (1) des ersten und des zweiten Walzenpaares (A1, B1) problembehaftet ist, wenn die Walzgerüst-Kenngröße (K2) für das zweite Walzenpaar (B1) innerhalb eines vorgegebenen Wertebereiches und die Walzgerüst-Kenngröße (K4) für das vierte Walzenpaar (B4) außerhalb des Wertebereiches liegt, oder umgekehrt; 35

oder

- Feststellen, dass das Walzgerüst problembehaftet ist, wenn die Walzgerüst-Kenngröße (K2) für das zweite Walzenpaar (B1) und die Walzgerüst-Kenngröße (K4) für das vierte Walzenpaar (B4) jeweils innerhalb des Wertebereiches liegen, oder umgekehrt außerhalb. 45

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, 50

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** es sich bei der walzenpaarabhängigen Walzgerüst-Kenngröße (K) um den Schränkungswinkel ( $\alpha$ ) zwischen den beiden Walzen des jeweiligen Walzenpaares handelt; und /oder 55

**dass** zumindest einzelne der Walzen von min-

destens einem der Walzenpaare mit ihren Walzenzapfen in Einbaustücken (E1-E4) in den Walzenständern (110) des Walzgerüsts (100) drehbar gelagert sind, und

**dass** die walzenpaarabhängige Walzgerüst-Kenngröße (K) einen Versatz ( $\Delta x$ ) der Einbaustücke (E1-E2; E3-E4) der beiden Walzen des jeweiligen Walzenpaares relativ zueinander in Walzrichtung auf der Antriebs- oder der Bedien-seite des Walzgerüsts (100) repräsentiert.

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** zumindest einzelne der Walzen von mindestens einem der Walzenpaare mit ihren Walzenzapfen in Einbaustücken (E1-E4) in den Walzenständern (110) des Walzgerüsts (100) drehbar gelagert sind; und dass es sich bei der walzenpaarabhängigen Walzgerüst-Kenngröße (K) um einen Reibwert handelt, der die Reibung der Einbaustücke (E1-E2; E3-E4) des Walzenpaares bei einer Vertikalbewegung in den Walzenständern (110) repräsentiert. 20

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, 25

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die walzenpaarabhängige Walzgerüst-Kenngröße (K) die Axialkräfte auf die beiden Walzen (1, A) des jeweiligen Walzenpaares (A1) repräsentiert. 30

11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Walzenpaar-Einsatzzeit ( $t_1, t_2, t_3, t_4$ ) ein Zeitintervall während des Walzbetriebes des Walzgerüsts (100) meint, wobei das Zeitintervall auch infinitesimal kurz und auf einen Zeitpunkt reduziert sein kann. 35

12. Verfahren nach Anspruch 11,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** es sich bei mindestens einer der walzenpaarabhängigen Walzgerüst-Kenngrößen (K) um einen Wert handelt, der den zeitlichen Verlauf der Walzgerüst-Kenngröße (K) während eines oder mehrerer der Zeitintervalle repräsentiert, zum Beispiel in Form eines Mittelwertes. 40

13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, 50

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** es sich bei den Walzen von zumindest einem der Walzenpaare um eine Arbeitswalze (1, 2) und eine die Arbeitswalze abstützenden Stützwalze (A, B) handelt. 55

14. Verfahren nach einem der vorangegangenen An-

sprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

**dass** es sich bei dem ersten, zweiten, dritten und vierten Walzenpaar (A1, B1, A2, B4) jeweils um das obere Walzenpaar in dem Walzgerüst handelt; oder 5

**dass** es sich bei dem ersten, zweiten, dritten und vierten Walzenpaar (A1, B1, A2, B4) jeweils um das untere Walzenpaar in dem Walzgerüst handelt. 10

15. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
gekennzeichnet durch 15

Schritt e): Ausgeben des Ergebnisses der Auswertung, vorzugsweise in visualisierter Form; und/oder  
Ausgeben von einer Handlungsempfehlung, nachdem eine der Walzen eines der Walzenpaare oder das Walzgerüst bei der vorangegangenen Auswertung als problembehaftet identifiziert wurde. 20  
25

16. Compterprogrammprodukt, das direkt in den Speicher eines digitalen Comupters geladen werden kann, und das Softwarecodeabschnitte umfasst, mit denen die Schritte gemäß dem Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche ausgeführt werden, wenn das Computerprogrammprodukt auf dem Computer abläuft. 30

35

40

45

50

55

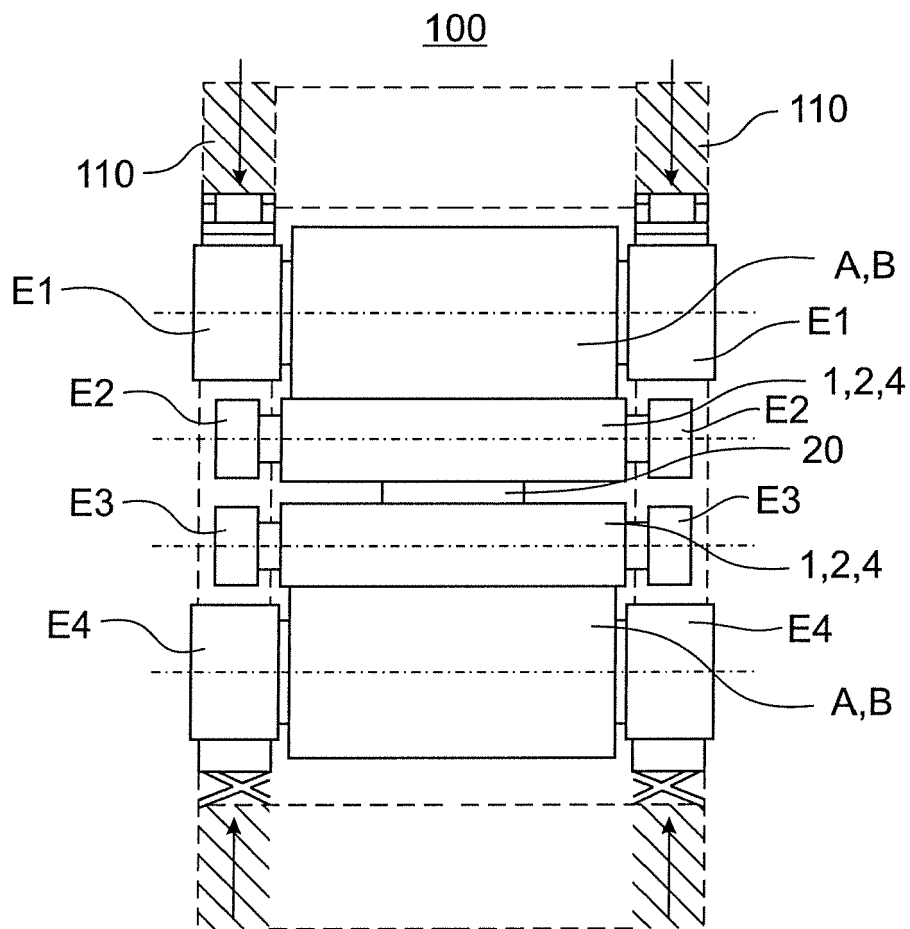


Fig. 1

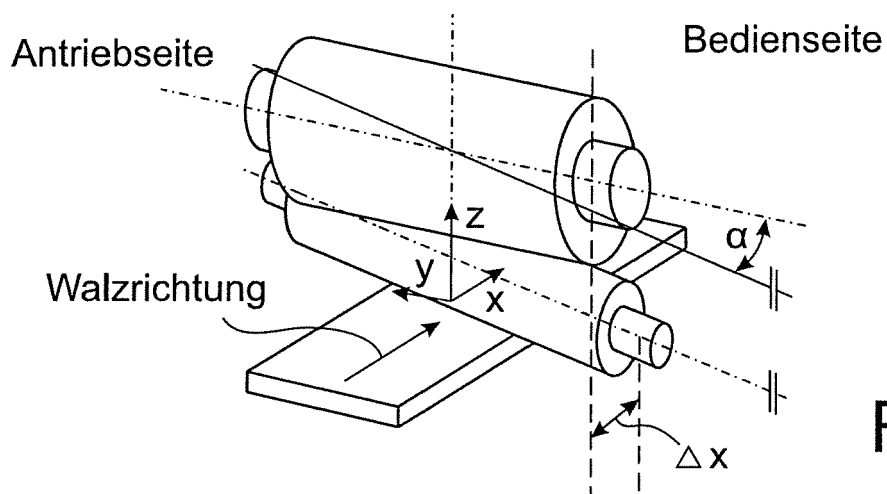


Fig. 2

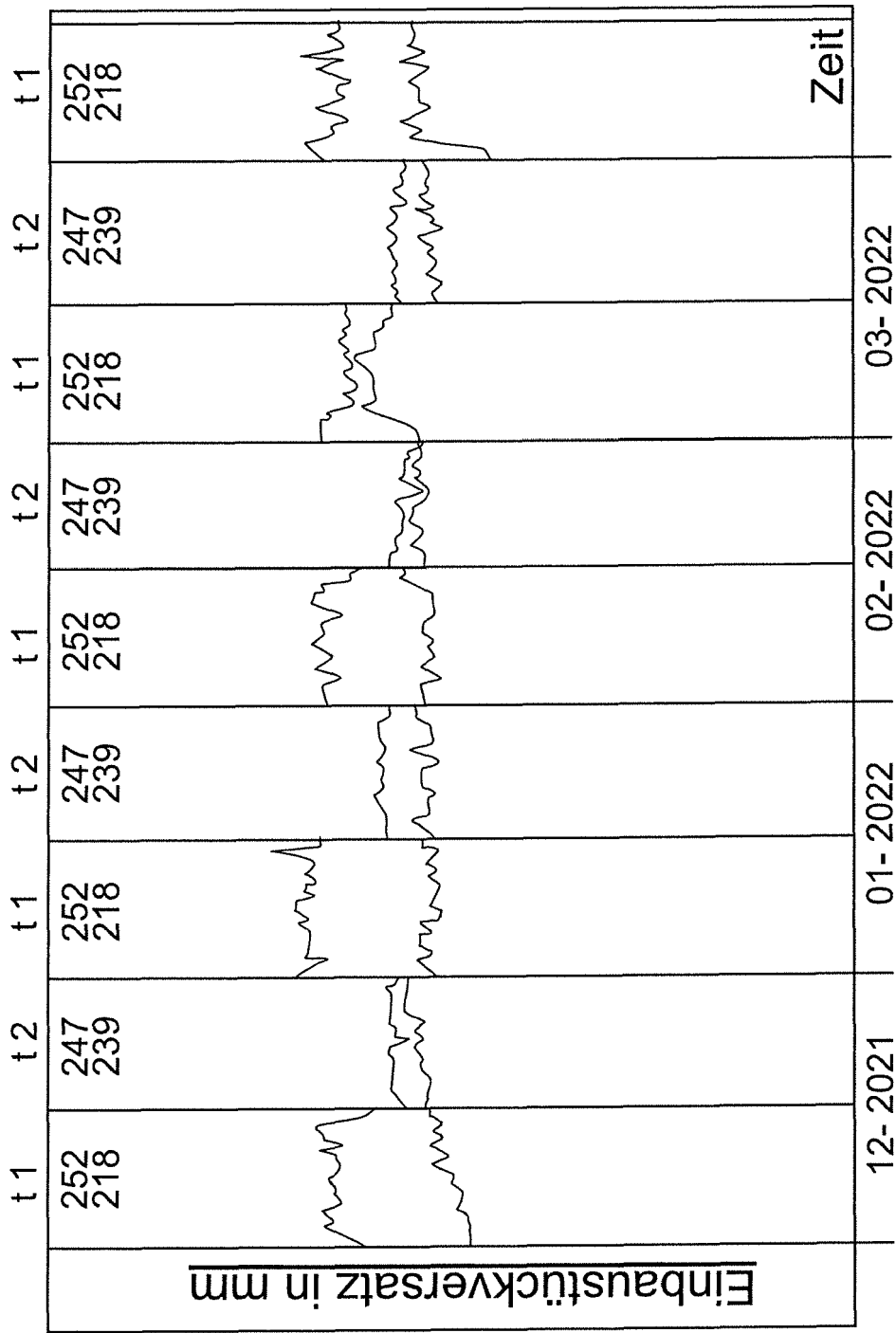


Fig. 3

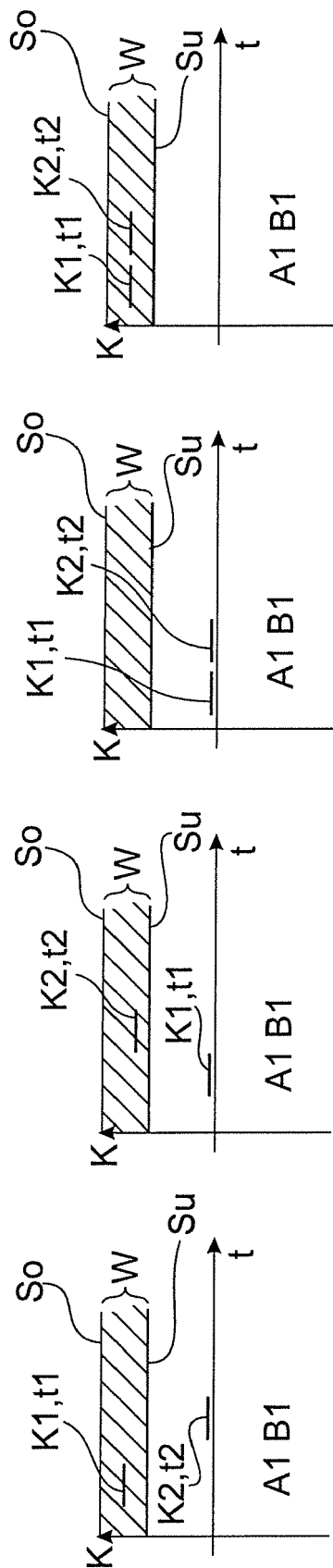


Fig. 4a

Fig. 4b

Fig. 4c

Fig. 4d

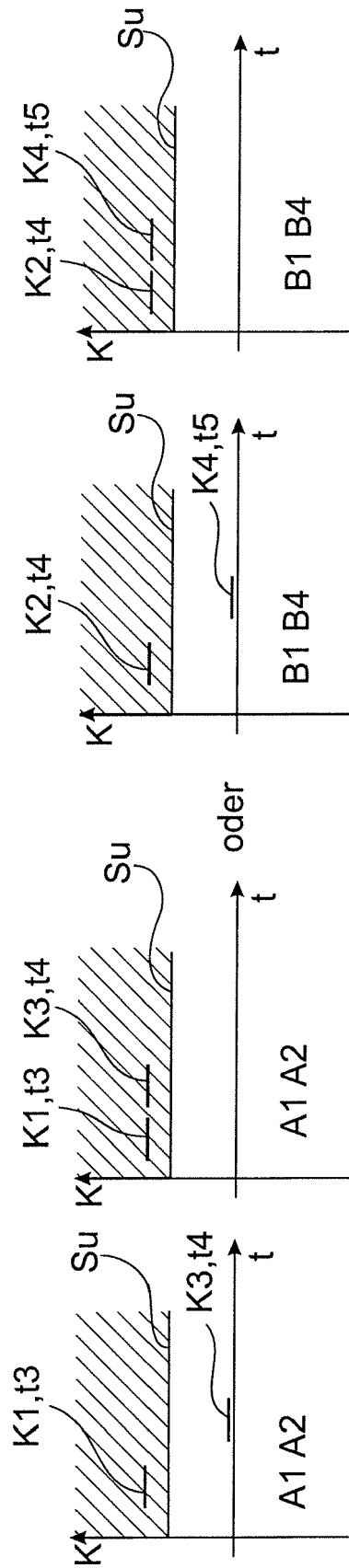


Fig. 5a

Fig. 5b

Fig. 6a

Fig. 6b



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 18 5831

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A, D	CN 112 893 486 A (BAOTOU IRON & STEEL GROUP CO LTD) 4. Juni 2021 (2021-06-04) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * -----	1-16	INV. B21B38/00
A	CN 111 659 738 A (WUHAN IRON & STEEL CO LTD) 15. September 2020 (2020-09-15) * Zusammenfassung; Abbildungen 2-4 * -----	1-16	
A	CN 107 790 507 B (ANGANG STEEL CO LTD) 18. Februar 2020 (2020-02-18) * Abbildung 1 * -----	1-16	
A	CN 109 013 716 B (UNIV BEIJING SCIENCE & TECH) 21. Januar 2020 (2020-01-21) * Zusammenfassung; Abbildungen 2-4 * -----	1-16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21B B21C
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		28. September 2023	Forciniti, Marco
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 23 18 5831

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-09-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	<b>CN 112893486 A</b>	<b>04-06-2021</b>	<b>KEINE</b>	
	-----			
15	<b>CN 111659738 A</b>	<b>15-09-2020</b>	<b>KEINE</b>	
	-----			
	<b>CN 107790507 B</b>	<b>18-02-2020</b>	<b>KEINE</b>	
	-----			
20	<b>CN 109013716 B</b>	<b>21-01-2020</b>	<b>KEINE</b>	
	-----			
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- CN 112893486 A [0003] [0005]