(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 544 767 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.05.2020 Patentblatt 2020/21

(21) Anmeldenummer: **17787152.2**

(22) Anmeldetag: **13.10.2017**

(51) Int Cl.:
B24B 5/16 *(2006.01)* ***B21B 27/02*** *(2006.01)*
B21B 28/02 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/076223

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/095655 (31.05.2018 Gazette 2018/22)

(54) VERFAHREN ZUM SCHLEIFEN DER KONTUR DES BALLENS EINER WALZE

METHOD FOR GRINDING THE CONTOUR OF THE BODY OF A ROLL

PROCÉDÉ POUR RECTIFIER LE PROFIL DE LA TABLE D'UN CYLINDRE

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **22.11.2016 DE 102016222987**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.10.2019 Patentblatt 2019/40

(73) Patentinhaber: **SMS Group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
- **SEIDEL, Jürgen**
  57223 Kreuztal (DE)
- **LIXFELD, Peter**
  57271 Hilchenbach (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-B1- 2 026 915
DE-A1- 19 532 222
DE-A1-102015 203 735
GB-A- 1 501 669

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 544 767 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schleifen der Kontur des Ballens einer Walze, insbesondere einer Walze mit Walzenkontur mit steilem Kurvenverlauf in einem Walzgerüst zum Walzen von Metallband.

[0002] Walzenschleifmaschinen mit denen Schleiffehler vermindert oder Schleifzeiten verkürzt werden können, sind in der deutschen Offenlegungsschrift DE 37 26 055 A1 und dem deutschen Gebrauchsmuster DE 297 21 000 U1 offenbart. In den Schriften wird insbesondere erläutert, dass beim normalen Schleifvorgang häufig die Flanke oder Kante einer Schleifscheibe zum Schleifen herangezogen wird. Um daraus resultierende Schleiffehler zu minimieren werden in den beiden genannten Dokumenten Konstruktionen vorgeschlagen, wie die Schleifscheibe geschwenkt werden kann, so dass die Schlifffläche tangential angepasst entlang der Walzenkontur eingestellt und über den Ballen einer Walze geführt werden kann.

[0003] Der Mechanismus zum Schwenken der Schleifscheibe ist jedoch sehr aufwendig, da er möglichst spielfrei ausgeführt werden muss. Weiterhin ist der Schleifwinkel mechanisch begrenzt. Steile Übergänge, wie sie beispielsweise im Bereich der Kanten bzw. Ränder des Walzenballens, insbesondere einer Stützwalze und weiter insbesondere bei Ballenkanten mit einem Rückschliff auftreten, können mit den bekannten Vorrichtungen nicht nachgefahren bzw. angepasst werden. Dort entstehen trotz schwenkbarer Schleifscheiben immer noch Schleiffehler.

[0004] Wie ein Schleiffehler bei gekrümmten Konturen entstehen kann, veranschaulicht Figur 4. Wird der Schleifstein 200 bzw. die Schleifscheibe so geführt, dass seine Mitte der Sollkontur S(x) für den Ballen 110 der Walze 100 folgt, dann nehmen die Flanken oder Kanten des Schleifsteins unerwünschterweise zusätzliches Material von dem Ballen 110 der Walze ab. Der Schleifstein dringt in die Sollkontur ein. Besonders bei steilen Übergängen und in den Randbereichen des Walzenballens sind die Schleiffehler e am größten; siehe dazu die entstandene gestrichelte Kurve E(x) in Figur 4. Die Sollkontur S(x) ist in Figur 4 als durchgezogene schwarze Linie gezeigt. Während des Schleifvorganges kann zwar die Position bzw. die Schleifsteinbahn korrigiert werden, um Abweichungen bzw. Fehler zu minimieren. Dies ist jedoch mit zusätzlichem Abschliff und Schleifzeit verbunden.

[0005] Diese unter Bezugnahme auf Figur 4 dargestellte Problematik ist im Stand der Technik zumindest grundsätzlich bekannt, z. B. aus der gattungsbildenden britischen Patentanmeldung GB 1 501 669 A oder der deutschen Patentanmeldung DE 195 32 222 A1. Beide Druckschriften betreffen ein Verfahren zum Schleifen der Kontur des Ballens einer Walze, wobei jeweils eine Sollkontur für den Ballen der Walze vorgegeben wird, wobei die Kontur des Ballens geschliffen wird durch Führen eines Schleifsteins entlang eine Schleifbahn und wobei ein Schleiffehler bzw. eine Schleiffehlerfunktion ermittelt wird, zumindest über einzelnen Längenabschnitten des Ballens in axialer Richtung. Es wird sodann eine Korrekturkurve berechnet unter Berücksichtigung des zuvor ermittelten Schleiffehlers und es wird dann eine korrigierte Schleifbahn berechnet zum Führen des Schleifsteins durch Überlagern der Sollkontur für den Ballen mit der Korrekturkurve.

[0006] Beispiele mit Walzenballen mit steilem Übergang sind in den europäischen Patentschriften EP 2 026 915 B1, Figur 7 und EP 0 249 801 A1, Figur 1 offenbart.

[0007] Die deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2015 203 735 A1 offenbart ein Verfahren zur automatischen Verschleißkorrektur bei der Bearbeitung eines Werkstücks mittels eines rotierenden Schleifwerkzeugs. Dabei erfolgt eine Berechnung der Kontur der Schleifflächen des Schleifsteins mit Hilfe einer Berechnungsvorschrift vor Beginn des Schleifprozesses.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein bekanntes Verfahren zum Schleifen der Kontur des Ballens einer Walze dahingehend weiterzubilden, dass die Abnutzung des Schleifsteins vergleichmäßigt und dadurch das Auftreten von Schleiffehlern verringert wird.

[0009] Diese Aufgabe wird durch das in Patentanspruch 1 beanspruchte Verfahren gelöst. Dieses ist dadurch gekennzeichnet, dass die Berechnungsvorschrift zur Berechnung der Kontur der Schleifflächen des eingesetzten Schleifsteins zusätzlich ein Schleifstein-Abriebsmodell berücksichtigt, welches den Verschleiß des Schleifsteins in Abhängigkeit der Walzen- und Schleifsteinhärte sowie der Walzenkontur und einer geschliffenen Ballenstrecke errechnet.

[0010] Durch die Berechnung einer optimierten Anfangskontur für den Schleifstein kann vorteilhafterweise eine gleichmäßigere Abnutzung und Ausnutzung des Schleifsteins erreicht werden, was zusätzlich zu einer Verminderung von Schleiffehlern führt.

[0011] Ein weiterer wesentlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt darin, eine geeignete Schleifsteinbahn zum Führen des Schleifsteins zu ermitteln. Durch die beanspruchte Überlagerung der letzten Endes gewünschten Sollkontur für den Ballen mit einer Korrekturkurve, welche einen zuvor ermittelten Schleiffehler repräsentiert, wird vorteilhafterweise erreicht, dass insbesondere die Abmessungen und die Form des Schleifsteins bei der Berechnung der Schleifsteinbahn mit berücksichtigt werden. Auf diese Weise und weil die erfindungsgemäß berechnete Schleifsteinbahn bereits vor Beginn eines Schleifvorganges zur Verfügung steht, können schleifsteinbedingte Abweichungen von der Sollkontur des Ballens der Walze vermieden werden.

[0012] Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird weiterhin die zum Schleifen der Ballenkontur erforderliche Schleifzeit gegenüber dem Stand der Technik verkürzt.

[0013] Die Begriffe "Ballen der Walze" und "Walzenballen" werden synonym verwendet.

[0014] Verfahrensschritte zur Ermittlung des Schleif-

fehlers vor und nach dem ersten Schleifvorgang, zur Berechnung der Kontur der Schleifflächen des eingesetzten Schleifsteins, zur Berechnung der Korrekturkurve sowie zur Ausgestaltung der Sollkontur für den Ballen der Walze sind Gegenstand der abhängigen Verfahrensansprüche. Dort ist insbesondere beschrieben, dass die Berechnung der Kontur der Schleifflächen des Schleifsteins sowie die Berechnung der Korrekturkurve jeweils für definierte Schleifstufen oder dynamisch erfolgen kann. Dabei sind definierte/iterative Schleifstufen z. B. Vorschrubben, grobes Schleifen und Feinschleifen. Die Bezeichnung "dynamische Berechnung der Kontur" bedeutet, dass die Korrekturkurve eventuell zwischen einzelnen Schleifdurchgängen adaptiert werden kann, wenn eine Zwischenmessung der geschliffenen Kontur noch nicht das gewünschte Ergebnis zeigt.

[0015] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Berechnungsvorschrift für die Kontur der Schleifflächen des eingesetzten Schleifsteins adaptiert wird, wenn die berechnete Kontur der Schleifflächen von der tatsächlichen, z. B. durch Vermessung ermittelten Kontur der Schleifflächen des Schleifsteins abweicht. Analog kann vorteilhafterweise eine Adaption der weiteren Berechnungsvorschrift zur Berechnung der Korrekturkurve erfolgen, wenn die Sollkontur für den Ballen der Walze von der tatsächlichen, z. B. durch Vermessung nach einem Schleifvorgang ermittelten Kontur für den Ballen der Walze abweicht. Beide Adaptionen bewirken vorteilhafterweise ebenfalls eine Reduzierung des Schleiffehlers.

[0016] Der Beschreibung sind vier Figuren beigefügt, wobei

Figur 1a die Sollkontur des Ballens der Walze, die Walzenkontur ohne Korrektur, den Schleiffehler und die erfindungsgemäße Schleifsteinbahn zum Führen des Schleifsteins;

Figur 1b den Schleiffehler und die erfindungsgemäße Korrektur der Schleifsteinbahn als Differenz zu der Sollkurve für den Ballen der Walze in Gegenüberstellung;

Figur 2 die erfindungsgemäße Ermittlung der Schleifsteinbahn zum Führen des Schleifsteins;

Figur 3 eine errechnete oder gemessene Schleifsteinkontur; und

Figur 4 eine Schleifsteinbahn mit daraus resultierenden Schleiffehlern gemäß dem Stand der Technik

veranschaulicht.

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend in Form von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die genannten Figuren detailliert beschrieben. In allen Figuren sind gleiche technische Elemente oder Funktionen mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0018] Figur 1a zeigt drei Kurvenverläufe über der Walzenlängenkoordinate x. Zum einen ist die Sollkontur S(x) für den Ballen 110 der Walze 100 gezeigt, wie sie nach Abschluss von mindestens einem Schleifvorgang angestrebt wird. Die Sollkontur ist als durchgezogene schwarze Linie gezeigt. Der Schleifstein ist mit dem Bezugszeichen 200 bezeichnet. Die gestrichelte Linie zeigt die Kontur des Ballens der Walze nach dem Schleifen, wenn die Mitte des Schleifsteins 200-M entlang der gewünschten Sollkontur S(x) des Ballens 110 der Walze geführt werden würde. Die daraus resultierende Walzenkontur E(x) ohne Korrektur weicht deutlich von der gewünschten

[0019] Sollkontur S(x) des Ballens ab; somit beschreibt die Differenz e zwischen den beiden Kurven/Konturen den Schleiffehler.

[0020] Um diesen Fehler zu vermeiden, sieht die vorliegende Erfindung vor, dass der Schleifstein 200 mit seiner Schleifsteinmitte 200-M um die Korrekturfunktion C(x) korrigiert und auf einer Schleifsteinbahn D(x) geführt wird, welche von der Sollkontur S(x) für den Ballen (110) der Walze abweicht. Diese Schleifsteinbahn D(x) ist in Figur 1a punktiert gezeichnet. Es ist zu erkennen, dass bei entsprechender Führung des Schleifsteins 200 entlang der erfindungsgemäß ermittelten Schleifsteinbahn D(x), der Schleifstein die Sollkontur gerade berührt, aber nicht durchdringt.

[0021] Figur 1b zeigt (im Vergleich zu Figur 1a mit veränderter Skalierung) eine schematische Vereinfachung des Schleiffehlers e bei Führung des Schleifsteins entlang der gewünschten Sollkontur sowie die erfindungsgemäß ermittelte Korrekturfunktion C(x) aus der sich die Schleifbahn D (x) = S(x) + C(x) zum Führen des Schleifsteins ergibt. Beide Kurven sind in Figur 1b insofern schematisch vereinfacht, als dass sie zumindest abschnittsweise z. B. durch vorgegebene Geradengleichungen beschrieben werden. In der Praxis können derartige Vereinfachungen durchaus ausreichend sein, um den unerwünschten Schleiffehler hinreichend genau zumindest zu reduzieren.

[0022] Figur 2 beschreibt das erfindungsgemäße Verfahren zum Ermitteln der Schleifsteinbahn D(x) zum Führen des Schleifsteins 200.

[0023] Ausgangspunkt für das erfindungsgemäße Verfahren ist zunächst die Vorgabe einer Sollkontur S(x) für den Ballen 110 der Walze 100. Die Sollkontur für den Ballen ist in Figur 2 nicht explizit dargestellt. Stattdessen ist eine Anfasungsfunktion A(x) sowie eine Ballenkonturfunktion B(x) dargestellt, deren Überlagerung der besagten Sollkontur S(x) = A(x) + B(x) für den Ballen 110 entspricht. Bei der Anfasungsfunktion kann es sich z. B. um eine Radius- oder Polynomfunktion und bei der Ballenkonturfunktion um beispielsweise eine Polynomfunktion oder eine Winkelfunktion handeln. Wie in Figur 2 weiterhin erkennbar, umfasst der Begriff "Ballen der Walze" den linken Randbereich, den mittleren Bereich und den rechten Randbereich des Ballens 110 der Walze, also nicht lediglich dessen mittleren Bereich. Entsprechend

umfassen alle in Figur 2 gezeigten Funktionen und Konturen für den Ballen vorzugsweise mindestens einen Konturabschnitt für den rechten Randbereich des Walzenballens, mindestens einen Konturabschnitt für den mittleren Bereich des Walzenballens und mindestens einen Konturabschnitt für den linken Randbereich des Walzenballens. Diese mindestens drei Konturabschnitte für den Ballen grenzen in axialer Richtung x der Walze aneinander, wie in Figur 2 gezeigt ist. Bei dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Anfasungsfunktion A(x) im mittleren Bereich des Walzenballens konstant und lediglich in dem linken und rechten Randbereich ausgeprägt, d. h. von null abweichend. Die Ballenkonturfunktion B(x) verläuft harmonisch. Die Sollkontur S(x) zeigt deshalb infolge der Anfasungsfunktion die steilen Übergänge im Randbereich des Walzenballens. Zwecks Vereinfachung und Verdeutlichung werden deshalb in Figur 2 nur die Schliffabweichungen in den Randbereichen kompensiert. Dieser Schleiffehler wird erfindungsgemäß ermittelt, wie weiter unten noch näher erläutert werden wird.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht dann weiterhin die Berechnung einer Korrekturkurve C(x) über zumindest einzelnen Längenabschnitten des Ballens in axialer Richtung vor, wobei die Korrekturkurve den Schleiffehler vermeidet.

[0025] Schließlich sieht das erfindungsgemäße Verfahren die Berechnung der Schleifsteinbahn D(x) vor zum Führen des Schleifsteins. Die Berechnung der Schleifsteinbahn D(x) erfolgt durch Überlagern der Sollkontur für den Ballen, d. h. der Funktionen A(x) + B(x) = S(x) mit der Korrekturkurve C(x). Die Schleifsteinbahn D(x) = S(x) + C(x), auch Schleiffehler-Kompensationskontur genannt, kann zumindest Abschnittsweise beschrieben werden mit einer Geradengleichung, mit einem Polynom n-ter Ordnung, einer Winkelfunktion, einer Exponentialfunktion, durch Vorgabe einer Punktfolge, als Summe bzw. Überlagerung mehrerer Funktionen oder durch Extrapolation bekannter Funktionen.

[0026] Die Ermittlung des Schleiffehlers e bzw. Schleiffehlerfunktion E(x) oder/und der Korrekturfunktion C(x), insbesondere vor einem ersten Schleifvorgang erfolgt erfindungsgemäß in Abhängigkeit der vorgegebenen Sollkontur S(x) = A(x) + B(x) für den Ballen und der Kontur 200-f der Schleifflächen des eingesetzten Schleifsteins 200.

[0027] In den Bereichen geringerer Krümmung der Walzenkontur, d. h. im mittleren Bereich des Walzenballens kann durch Adaption bzw. Vergleich der gemessenen Walzenkontur und Sollwalzenkontur eine akzeptable Schleifgenauigkeit eingestellt werden. Im Walzenballenkantenbereich, in denen die Walzenkonturmessung problematisch ist, wird durch die erfindungsgemäße Vorgabe der Schleifsteinbahn die erzeugte Walzenkontur verbessert. Beide Methoden können alternativ zumindest auf einzelnen Abschnitten des Walzenballens auch überlagert bzw. gemeinsam angewendet werden.

[0028] Für die ersten Schleifzyklen lässt sich auch im mittleren Bereich des Walzenballens durch Ermittlung der Schleiffehler (kleinere Fehler) dort nach obiger Methode der korrigierten Schleifsteinbahn die anfängliche Walzenkontur genauer herstellen. Für die folgenden Schleifzyklen wird dann auf die Adaptionsmethode umgeschaltet und somit die Schleiffehlerkom-pensationsmethode (Vorgabe der Schleifsteinbahn) und die Adaptionsmethode fürs Schleifen kombiniert.

[0029] Die Kontur 200-f der Schleifflächen des eingesetzten Schleifsteins 200 über der Breite 200-b des Schleifsteins kann vorgegeben oder mit Hilfe einer Berechnungsvorschrift berechnet werden unter Berücksichtigung von mindestens einem der folgenden Aspekte:

- der gewünschten Sollkontur A(x)+B(x) für den Ballen;
- der Ausgangskontur oder einer Kontur nach einem Vorkonturieren (Abrichten) 200-f des Schleifsteins 200;
- eines Schleifstein-Abriebsmodells, welches den Verschleiß des Schleifsteins 200 in Abhängigkeit der Walzen- und Schleifsteinhärte sowie der Walzenkontur und der geschliffenen Ballenstrecke errechnet;
- der gemessenen Schleifsteinkontur 200-f nach einer definierten Anzahl von Zwischenschritten;
- einer adaptierten Schleifsteinkontur mit welcher zum Beispiel im Mittel die Sollkontur geschliffener Walzen in der Vergangenheit getroffen wurde.

[0030] Figur 3 zeigt anschaulich ein Beispiel für eine vorgegebene oder berechnete Kontur der Schleifflächen eines Schleifsteins. In den Randbereichen und im mittleren Bereich des Walzenballens kann die Kontur zumindest abschnittsweise durch individuelle mathematische Funktionen beschrieben werden. Abhängig von der zu erzeugenden Walzenkontur und anderer Randbedingungen stellen sich z. B. unterschiedliche Flanken- und Kantenformen auf der linken und rechten Seite des Schleifsteins ein. Durch eine initiale Voreinstellung der Schleifsteinkontur für die verschiedenen Breitenbereich 1 - 4 lassen sich zusätzlich die Schleifergebnisse verbessern und eine gleichmäßiger Abnutzung des Schleifsteins erreichen. Das ermöglicht auch den Einsatz breiterer sowie härterer bzw. verschleißfesterer Schleifsteine.

[0031] Die Berechnung der Kontur 200-f der Schleifflächen des Schleifsteins 200 kann mit Hilfe der Berechnungsvorschrift vor Beginn des Schleifprozesses und/oder während des Schleifprozesses nach definierten Schleifstufen oder dynamisch erfolgen.

[0032] Die Berechnungsvorschrift für die Kontur 200-f der Schleifflächen des eingesetzten Schleifsteins wird vorzugsweise adaptiert, wenn die aus der Berechnungsvorschrift resultierende Kontur der Schleifflächen des Schleifsteins von der tatsächlichen, z.B. durch Vermessung ermittelten Kontur 200-f der Schleifflächen des

Schleifsteins 200 abweicht.

[0033] Die Ermittlung des Schleiffehlers e bzw. E(x) erfolgt vorzugsweise für zumindest einzelne Bereiche des Ballens 110 der Walze 100 und vorzugsweise nach einem Schleifvorgang durch Ausführen der folgenden Schritte: Ausmessen der tatsächlichen Kontur des Ballens 110 der Walze nach dem letzten Schleifvorgang; und Berechnen des eventuellen Schleiffehlers E(x) als Abweichung zwischen der Sollkontur A(x)+B(x) und der tatsächlich gemessen Kontur des Ballens 110 der Walze 100.

[0034] Basierend auf der theoretischen oder gemessenen Schleifsteinkontur 200-f und anderer Einflussgrößen (siehe unten) wird der zu erwartende Schleiffehler e bzw. E(x) oder/und die Korrekturfunktion C(x) über der gesamten Ballenlänge ermittelt oder/und vor allem die Kontur der Schleifsteinbahn D(x) berechnet, die den erwarteten Schleiffehler über der Ballenlänge vermeidet.

[0035] Die Ermittlung des Schleiffehlers e bzw. E(x) oder/und der Korrekturfunktion C(x) unter Berücksichtigung der Kontur der Schleifflächen des eingesetzten Schleifsteins, die, wie in den vorangegangenen Absätzen beschrieben, berechnet wird, erfolgt für den Bereich des gesamten Walzenballens 110 inklusive dessen Randbereiche.

[0036] Die Berechnung der Korrekturkurve C(x) sowie die Schleifsteinbahn D(x) erfolgt mit Hilfe einer weiteren Berechnungsvorschrift derart, dass zumindest für einzelne Positionen (xi) in axialer Richtung (x) der Walze individuelle Funktionswerte C(xi) der Korrekturkurve unter Berücksichtigung der Kontur der Schleiffläche 200-f des Schleifsteins so bestimmt werden, dass die Schleiffläche des Schleifsteins die Sollkontur S(x) = A(x)+B(x) für den Ballen 110 der Walze grade berührt, aber nicht durchdringt. Die Korrekturkurve C(x) wird dann vorzugsweise durch Interpolation oder Extrapolation einer Mehrzahl der ermittelten Funktionswerte C(xi) ermittelt.

[0037] Die Berechnung der Korrekturkurve C(x) über der Länge x des Ballens 110 der Walze erfolgt vorzugsweise inklusive von Umkehrstrecken des Schleifsteins links und rechts der Kante des Ballens 110.

[0038] Die Berechnung der Korrekturkurve C(x) kann vor Beginn des Schleifprozesses und/oder während des Schleifprozesses nach definierten Schleifstufen oder dynamisch erfolgen. Die errechneten Werte können durch Vergleich von gerechneter und gemessener Walzenkontur adaptiert werden.

[0039] Schleiffehler im Bereich der Ballenkante können unterstützend vorzugsweise bei steilen Kurvenverläufen neben der Walzenkonturmessung der Schleifmaschine zusätzlich mit einem separaten Walzenmessgerät ermittelt werden.

[0040] Die weitere Berechnungsvorschrift zur Berechnung der Korrekturkurve C(x) wird vorzugsweise dann adaptiert, wenn die Sollkontur für den Ballen 110 der Walze von der tatsächlichen, z.B. durch Vermessung nach einem Schleifvorgang ermittelten Kontur für den Ballen 110 der Walze abweicht.

[0041] Die vorgegebene Sollkontur für den Ballen 110 der Walze wird durch Überlagerung einer vorgegebenen Ballenkonturfunktion B(x), zum Beispiel in Form einer Polynomfunktion oder Winkelfunktion, und einer Anfasungsfunktion A(x), zum Beispiel in Form einer Radius- oder Polynomfunktion, gebildet.

[0042] Die Sollkontur S(x) = A(x) + B(x) für den Ballen 110 der Walze 100 wird insbesondere bei Stützwalzenkonturen aus mindestens einem Sollkonturabschnitt für den rechten Randbereich des Walzenballens, mindestens einem Sollkonturabschnitt für den mittleren Bereich des Walzenballens 110 und mindestens einem Sollkonturabschnitt für den linken Randbereich des Walzenballens 110 gebildet, wobei die mindestens drei Sollkonturabschnitte für den Ballen 110 in axialer Richtung x der Walze 100 aneinander grenzen.

[0043] Die Anfasungsfunktion A(x) für den mittleren Bereich des Walzenballens 110 ist vorzugsweise konstant, weiter vorzugsweise Null.

[0044] Die Sollkontur S(x) = A(x) + B(x) des Walzenballens 110 und/oder die Korrekturkurve C(x) wird an einer ersten Übergangsstelle x1, vorzugsweise wo der Sollkonturabschnitt des rechten Randbereichs an den Sollkonturabschnitt für den mittleren Bereich des Walzenballen 110 grenzt, und/oder an einer zweiten Übergangsstelle x2, vorzugsweise wo der Sollkonturabschnitt für den mittleren Bereich des Walzenballens 110 an den Sollkonturabschnitt für den linken Randbereich grenzt, stetig, aber nicht stetig differenzierbar vorgegeben.

[0045] Bei vielen Schleifmaschinen ist es mit der installierten Messapparatur nicht möglich bis an die Ballenkanten zu messen, weil der Messarm bzw. Messtaster meist den Minimal- oder Maximalwert (Anschlag) erreicht. In diesem Bereich (insbesondere im Bereich der Anfasung der Stützwalze) ist man darauf angewiesen, die Schleiffehler auf Basis der theoretischen Betrachtungen oder anderer Korrekturen unter Verwendung der Korrekturfunktion C(x) zu minimieren. Hierbei wird als Walzenschliffkurve die Summe S(x) und die Korrekturfunktion C(x) für den gesteuerten Schleifprozess als neue Sollkurve S'(x) = S(x) + C(x) vorgegeben.

[0046] Das Verfahren kann bei Arbeits- und Stützwalzen angewendet werden. Die Walzenkonturen können aus einer Kontur mit Anfasungsfunktionen A(x) mit B(x) = 0 oder aus einer Ballenkonturfunktion B(x) mit A(x) = 0 oder aus der Summe von zwei oder mehreren Konturen A(x) + B(x) bestehen. Allgemein ist das Verfahren wichtig bei Walzenkonturen mit steilen Kurvenverläufen, wie sie bei Walzenschliffen mit großem Profilstellbereich oder bei Stützwalzenkantenrückschliffen (Anfasungen) auftreten.

Bezugszeichenliste

[0047]

100	Walze
110	Ballen der Walze

200	Schleifstein
200-b	Breite des Schleifsteins
200-f	Schleiffläche des Schleifsteins
200-M	Mitte des Schleifsteins
A(x)	Anfasungsfunktion
B(x)	Ballenkonturfunktion
C(x)	Korrekturfunktion
D(x)	Schleifsteinbahn
E(x)	Schleiffehlerfunktion = Ballenkontur nach fehlerhaftem Schleifen
S(x), S'(x)	Sollkontur des Walzenballens
x	axiale Richtung der Walze
xi	einzelne Position in axialer Richtung
e	Schleiffehler

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schleifen der Kontur des Ballens (110) einer Walze (100), insbesondere einer Walze mit Walzenkontur mit steilem Kurvenverlauf in einem Walzgerüst zum Walzen von Metallband, aufweisend folgende Schritte:

   Vorgeben einer Sollkontur für den Ballen (110) der Walze; und
   Schleifen der Kontur des Ballens (110) durch Führen eines Schleifsteins (200) entlang einer Schleifsteinbahn (D(x)), wobei die Kontur (200-f) der Schleifflächen des eingesetzten Schleifsteins (200) mit Hilfe einer Berechnungsvorschrift berechnet wird unter Berücksichtigung einer gewünschten Sollkontur (A(x)+B(x)) für den Ballen;
   Ermitteln eines Schleiffehlers (e) bzw. einer Schleiffehlerfunktion (E(x)) zumindest über einzelnen Längenabschnitten des Ballens (110) in axialer Richtung (x);
   Berechnen einer Korrekturkurve (C(x)) zumindest über den einzelnen Längenabschnitten des Ballens (110) in axialer Richtung (x), wobei die Korrekturkurve (C(x)) den ermittelten Schleiffehler (e) vermeidet und wobei die Ermittlung des Schleiffehlers (e) bzw. der Schleiffehlerfunktion (E(x)) oder/und der Korrekturfunktion (C(x)) durch Berechnung erfolgt in Abhängigkeit der vorgegebenen Sollkontur (A(x)+B(x)) für den Ballen (110) und der Kontur (200-f) der Schleifflächen des eingesetzten Schleifsteins (200);
   Berechnen der Schleifsteinbahn (D(x)) zum Führen des Schleifsteins (200) durch Überlagern der Sollkontur (A(x)+B(x)) für den Ballen (110) mit der Korrekturkurve (C(x));
   dadurch gekennzeichnet, dass
   die Berechnungsvorschrift bei der Berechnung der Kontur (200-f) der Schleifflächen des eingesetzten Schleifsteins (200) zusätzlich ein Schleifstein-Abriebsmodells berücksichtigt, welches den Verschleiß des Schleifsteins (200) in Abhängigkeit der Walzen- und Schleifsteinhärte sowie der Walzenkontur und einer geschliffenen Ballenstrecke errechnet.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Berechnungsvorschrift die Kontur (200-f) der Schleifflächen des eingesetzten Schleifsteins (200) berechnet unter zusätzlicher Berücksichtigung von mindestens einem der folgenden Aspekte:

   - der Ausgangskontur (200-f) des Schleifsteins (200) gegebenenfalls nach einem Vorkonturieren;
   - der gemessenen Schleifsteinkontur (200-f) nach einer definierten Anzahl von Zwischenschritten;
   - einer adaptierten Schleifsteinkontur mit welcher zum Beispiel im Mittel die Sollkontur geschliffener Walzen in der Vergangenheit getroffen wurde.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Berechnung der Kontur (200-f) der Schleifflächen des Schleifsteins (200) mit Hilfe der Berechnungsvorschrift vor Beginn des Schleifprozesses und/oder während des Schleifprozesses für definierte Schleifstufen oder dynamisch/iterativ erfolgen kann.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Berechnungsvorschrift für die Kontur (200-f) der Schleifflächen des eingesetzten Schleifsteins adaptiert wird, wenn die aus der Berechnungsvorschrift resultierende Kontur der Schleifflächen des Schleifsteins von der tatsächlichen, z.B. durch Vermessung ermittelten Kontur (200-f) der Schleifflächen des Schleifsteins (200), abweicht.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Ermittlung des Schleiffehlers (e) bzw. Schleiffehlerfunktion (E(x)) nach einem Schleifvorgang durch Ausführen der folgenden Schritte erfolgt:

   Ausmessen der tatsächlichen Kontur des Ballens (110) der Walze nach dem letzten Schleifvorgang; und
   Berechnen des eventuellen Schleiffehlers (e) bzw. Schleiffehlerfunktion (E(x)) als Abweichung zwischen der Sollkontur (A(x)+B(x)) und der tatsächlich gemessen Kontur des Ballens (110) der Walze (100).

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ermittlung des Schleiffehlers (e) bzw. Schleiffehlerfunktion (E(x)) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 für den Bereich des gesamten Walzenballens (110) inklusive Randbereiche erfolgt; und
dass vorzugsweise die Ermittlung des Schleiffehlers (e) bzw. Schleiffehlerfunktion (E(x)) nach Anspruch 6 für zumindest einzelne Randbereiche des Ballens (110) der Walze (100) erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Berechnung der Korrekturkurve (C(x) mit Hilfe einer weiteren Berechnungsvorschrift derart erfolgt, dass zumindest für einzelne Positionen (xi) in axialer Richtung (x) der Walze individuelle Funktionswerte C(xi) der Korrekturkurve unter Berücksichtigung der Kontur der Schleiffläche (200-f) des Schleifsteins so bestimmt werden, dass die Schleiffläche des Schleifsteins die Sollkontur (A(x)+B(x)) für den Ballen (110) der Walze grade berührt, aber nicht durchdringt; und
dass vorzugsweise die Korrekturkurve (C(x)) durch Interpolation oder Extrapolation einer Mehrzahl der ermittelten Funktionswerte C(xi) ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Berechnung der Korrekturkurve (C(x)) über der Länge (x) des Ballens (110) der Walze inklusive von Umkehrstrecken des Schleifsteins links und rechts der Kante des Ballens (110) erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Berechnung der Korrekturkurve (C(x)) vor Beginn des Schleifprozesses und/oder während des Schleifprozesses nach definierten Schleifstufen oder dynamisch erfolgen kann.

10. Verfahren nach Anspruch einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die weitere Berechnungsvorschrift zur Berechnung der Korrekturkurve (C(x)) adaptiert wird, wenn die Sollkontur für den Ballen (110) der Walze von der tatsächlichen, z.B. durch Vermessung nach einem Schleifvorgang ermittelten Kontur für den Ballen (110) der Walze, abweicht.

11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die vorgegebene Sollkontur für den Ballen (110) der Walze durch Überlagerung einer vorgegebenen Ballenkonturfunktion (B(x)), zum Beispiel in Form einer Polynomfunktion oder Winkelfunktion, und einer Anfasungsfunktion (A(x)), zum Beispiel in Form einer Radius- oder Polynomfunktion, gebildet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sollkontur (A(x) + B(x)) für den Ballen (110) der Walze (100) aus mindestens einem Sollkonturabschnitt für den rechten Randbereich des Walzenballens, mindestens einem Sollkonturabschnitt für den mittleren Bereich des Walzenballens (110) und mindestens einem Sollkonturabschnitt für den linken Randbereich des Walzenballens (110) gebildet wird; wobei die mindestens drei Sollkonturabschnitte für den Ballen (110) in axialer Richtung (x) der Walze (100) aneinander grenzen;

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anfasungsfunktion (A(x)) für den mittleren Bereich des Walzenballens (110) konstant, vorzugsweise Null ist.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sollkontur (A(x) + B(x)) des Walzenballens (110) und/oder die Korrekturkurve (C(x)) an einer ersten Übergangsstelle (x1), vorzugsweise wo der Sollkonturabschnitt des rechten Randbereichs an den Sollkonturabschnitt für den mittleren Bereich des Walzenballen (110) grenzt, und / oder an einer zweiten Übergangsstelle (x2), vorzugsweise wo der Sollkonturabschnitt für den mittleren Bereich des Walzenballens (110) an den Sollkonturabschnitt für den linken Randbereich grenzt, stetig, aber nicht stetig differenzierbar vorgegeben wird.

Claims

1. Method of grinding the contour of the body (110) of a roll (100), particularly a roll with a roll contour with a steep curve plot, in a roll stand for rolling metal strip, comprising the following steps:

predetermining a target contour for the body (110) of the roll; and
grinding the contour of the body (110) by guiding a grinding block (200) along a grinding block path (D(x)), wherein the contour (200-f) of the grinding surfaces of the grinding block (200) used is calculated with the help of a calculation rule with consideration of a desired target contour (A(x) + B(x)) for the body;
determining a grinding error (e) or a grinding error function (E(x)) at least over individual length sections of the body (110) in axial direction (x);

calculating a correction curve (C(x)) at least over the individual length sections of the body (110) in axial direction (x), wherein the correction curve (C(x)) avoids the determined grinding error (e) and wherein the determination of the grinding error (e) or the grinding error function (E(x)) and/or the correction function (C(x)) is carried out by calculation in dependence on the predetermined target contour (A(x) + B(x)) for the body (110) and the contour (200-f) of the grinding surfaces of the grinding block (200) used;
calculating the grinding block path (D(x)) for guidance of the grinding block (200) by superimposition of the target contour (A(x) + B(x)) for the body (110) with the correction curve (C(x));
characterised in that
the calculation rule in the calculation of the contour (200-f) of the grinding surfaces of the grinding block (200) used additionally takes into consideration a grinding block abrasion model which computes the wear of the grinding block (200) in dependence on the roll hardness and grinding block hardness as well as the roll contour and a ground body length.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the calculation rule calculates the contour (200-f) of the grinding surfaces of the grinding block (200) used with additional consideration of at least one of the following aspects:

- the initial contour (200-f) of the grinding block (200), optionally after preliminary contouring;
- the measured grinding block contour (200-f) after a defined number of intermediate steps;
- an adapted grinding block contour with which the target contour of ground rolls was, for example, hit on average in the past.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that**
the calculation of the contour (200-f) of the grinding surfaces of the grinding block (200) can be carried out with the help of the calculation rule prior to the start of the grinding process and/or during the grinding process for defined grinding steps or dynamically/iteratively.

4. Method according to claim 2 or 3, **characterised in that**
the calculation rule for the contour (200-f) of the grinding surfaces of the grinding block used is adapted if the contour, which results from the calculation rule, of the grinding surfaces of the grinding block differs from the actual, for example determined by measurement, contour (200-f) of the grinding surfaces of the grinding block (200).

5. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the determination of the grinding error (e) or the grinding error function (E(x)) after a grinding process is carried out by performing the following steps:

measuring the actual contour of the body (110) of the roll after the last grinding process; and
calculating the possible grinding error (e) or grinding error function (E(x)) as a difference between the target contour (A(x) + B(x)) and the actual measured contour of the body (110) of the roll (100).

6. Method according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the determination of the grinding error (e) or grinding error function (E(x)) according to one of claims 1 to 5 is carried out for the region of the entire roll body (110) inclusive of edge regions; and
preferably the determination of the grinding error (e) or grinding error function (E(x)) according to claim 6 is carried out for at least individual edge regions of the body (110) of the roll (100).

7. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the calculation of the correction curve C(x)) is carried out with the help of a further calculation rule in such a way at least for individual positions (xi) in axial direction (x) of the roll individual function values C(xi) of the correction curve are so determined with consideration of the contour of the grinding surface (200-f) of the grinding block that the grinding surface of the grinding block just contacts, but does not penetrate, the target contour (A(x) + B(x)) for the body (110) of the roll; and
preferably the correction curve (C(x)) is determined by interpolation of or extrapolation from a plurality of the determined function values C(xi).

8. Method according to claim 7, **characterised in that** the calculation of the correction curve (C(x)) is carried out over the length (x) of the body (110) of the roll inclusive of reversal paths of the grinding block on the left and right of the edge of the body (110).

9. Method according to one of claims 7 and 8, **characterised in that** the calculation of the correction curve (C(x)) prior to the start of the grinding process and/or during the grinding process can be carried out after defined grinding steps or dynamically.

10. Method according to any one of claims 7 to 9, **characterised in that** the further calculation rule for calculating the correction curve (C(x)) is adapted if the target contour for the body (110) of the roll departs from the actually determined, for example by measurement after a grinding process, contour for body

(110) of the roll.

11. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the predetermined target contour for the body (110) of the roll is formed by superimposition of a predetermined body contour function (B(x)),for example in the form of a polynomial function or angle function, and a chamfer function (A(x)) for example in the form of a radius function or polynomial function.

12. Method according to claim 11, **characterised in that** the target function (A(x) + B (x)) for the body (110) of the roll (100) is formed from at least one target contour section for the righthand edge region of the roll body, at least one target contour section for the middle region of the roll body (110) and at least one target contour section for the lefthand edge region of the roll body (110);
wherein the at least three target contour sections for the body (110) adjoin one another in axial direction (x) of the roll (100).

13. Method according to claim 12, **characterised in that** the chamfer function (A(x)) for the middle region of the roll body (110) is constant, preferably zero.

14. Method according to claim 12 or 13, **characterised in that**
the target contour (A(x) + B(x)) of the roll body (110) and/or the correction curve (C(x)) at a first transition point (x1), preferably where the target contour section of the righthand edge region adjoins the target contour section for the middle region of the roll body (110), and/or at a second transition point (x2), preferably where the target contour section for the middle region of the body (110) adjoins the target contour section for the lefthand edge region, is or are predetermined to be constant, but not capable of constant differentiation.

Revendications

1. Procédé destiné à la rectification du profil de la table (110) d'un cylindre (100), en particulier d'un cylindre qui possède un profil de cylindre présentant une allure de courbe raide dans une cage de laminoir destinée au laminage d'une bande métallique, présentant les étapes suivantes dans lesquelles :

on prédéfinit un profil de consigne pour la table (110) du cylindre ; et
on rectifie le profil de la table (110) par l'intermédiaire du guidage d'une pierre à aiguiser (200) le long d'une trajectoire de pierre à aiguiser (D(x)) ; dans lequel le profil (200-f) des surfaces de rectification de la pierre à aiguiser (200) que l'on utilise est calculé à l'aide d'une prescription de calcul en prenant en compte un profil de consigne désiré (A(x) + B(x)) pour la table ;
on détermine une erreur de rectification (e), respectivement une fonction d'erreur de rectification (E(x)) au moins sur des tronçons longitudinaux individuels de la table (110) dans la direction axiale (x) ;
on calcule une courbe de correction (C(x)) au moins sur les tronçons longitudinaux individuels de la table (110) dans la direction axiale (x) ;
dans lequel la courbe de correction (C(x)) évite les erreurs de rectification déterminées (e) ; et
dans lequel on procède à la détermination de l'erreur de rectification (e), respectivement de la fonction d'erreur de rectification (E(x)) et/ou de la fonction de correction (C(x)) par calcul en fonction du profil de consigne (A(x) + B(x)) pour la table (110) et du profil (200-f) des surfaces de rectification de la pierre à aiguiser (200) que l'on utilise ;
on calcule la trajectoire de la pierre à aiguiser (D(x)) afin de guider la pierre à aiguiser (200) par l'intermédiaire d'une superposition du profil de consigne (A(x) + B(x)) pour la table (110) et de la courbe de correction (C(x)) :
caractérisé en ce que
la prescription de calcul, lors du calcul du profil (200-f) des surfaces de rectification de la pierre à aiguiser (200) que l'on utilise prend en outre en compte un modèle d'abrasion de la pierre à aiguiser qui calcule l'usure de la pierre à aiguiser (200) en fonction de la dureté du cylindre et de la pierre à aiguiser, de même qu'en fonction du profil du cylindre et d'une étendue de la table qui a fait l'objet d'une rectification.

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé
en ce que la prescription de calcul calcule le profil (200-f) des surfaces de rectification de la pierre à aiguiser (200) que l'on utilise en prenant en outre en compte au moins un des aspects suivants, à savoir :

- le profil initial (200-f) de la pierre à aiguiser (200), le cas échéant après un profilage préalable ;
- le profil mesuré de la pierre à aiguiser (200-f) après un nombre défini d'étapes intermédiaires ;
- un profil adapté de la pierre à aiguiser, avec lequel on a obtenu, par exemple, en moyenne, le profil de consigne de cylindres qui ont fait l'objet d'une rectification par le passé.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé
en ce que le calcul du profil (200-f) des surfaces de

rectification de la pierre à aiguiser (200) peut avoir lieu à l'aide de la prescription de calcul avant le début du processus de rectification et/ou au cours du processus de rectification pour des étapes de rectification définies ou encore de manière dynamique/itérative.

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3,
caractérisé
en ce que l'on adapte la prescription de calcul destinée au profil (200-f) des surfaces de rectification de la pierre à aiguiser (200) que l'on utilise, lorsque le profil des surfaces de rectification de la pierre à aiguiser, qui résulte de la prescription de calcul, dévie par rapport au profil (200-f) réel des surfaces de rectification de la pierre à aiguiser (200), par exemple tel que déterminé par le biais d'une mesure.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé
en ce que la détermination de l'erreur de rectification (e), respectivement de la fonction d'erreur de rectification (E(x)) après un processus de rectification a lieu par la mise en œuvre des étapes suivantes dans lesquelles :

on mesure le profil réel de la table (110) du cylindre après le dernier processus de rectification ; et
on calcule l'erreur de rectification éventuelle (e), respectivement la fonction d'erreur de rectification éventuelle (E(x)) à titre de déviation entre le profil de consigne (A(x) + B(x)) et le profil réellement mesuré de la table (110) du cylindre 100).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,
caractérisé
en ce que la détermination de l'erreur de rectification (e), respectivement de la fonction d'erreur de rectification (E(x)) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 a lieu pour la zone correspondant à la totalité de la table de cylindre (110), y compris les zones marginales ; et
en ce que, de préférence, la détermination de l'erreur de rectification (e), respectivement de la fonction d'erreur de rectification (E(x)) a lieu conformément à la revendication 6 pour au moins des zones marginales individuelles de la table (110) du cylindre (100).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé
en ce que le calcul de la courbe de correction (C(x)) a lieu à l'aide d'une prescription de calcul supplémentaire d'une manière telle que l'on détermine ainsi, au moins pour des positions individuelles (xi) dans la direction axiale (x) du cylindre, des valeurs de fonction individuelles C(xi) de la courbe de correction en prenant en compte le profil de la surface d'usure (200-f) de la pierre à aiguiser, d'une manière telle que la surface de rectification de la pierre à aiguiser entre juste en contact avec le profil de consigne (A(x) + B(x)) destiné à la table (110) du cylindre, sans toutefois le traverser ; et
en ce qu'on détermine de préférence la courbe de correction (C(x)) par interpolation ou par extrapolation d'un multiple des valeurs de fonction déterminées C(xi).

8. Procédé selon la revendication 7,
caractérisé
en ce que le calcul de la courbe de correction (C(x)) a lieu sur la longueur (x) de la table (110) du cylindre, en incluant des trajectoires de renvoi de la pierre à aiguiser à gauche et à droite du bord de la table (110).

9. Procédé selon la revendication 7 ou 8,
caractérisé
en ce que le calcul de la courbe de correction (C(x)) peut avoir lieu avant le début du processus de rectification et/ou au cours du processus de rectification après des étapes de rectification définies ou encore de manière dynamique.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9,
caractérisé
en ce que l'on adapte la prescription de calcul supplémentaire pour le calcul de la courbe de correction (C(x)), lorsque le profil de consigne pour la table (110) du cylindre dévie par rapport au profil réel pour la table (110) du cylindre, par exemple tel que déterminé par mesure après un processus de rectification.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé
en ce que l'on obtient le profil de consigne prédéfini pour la table (110) du cylindre par superposition d'une fonction de profil de table prédéfinie (B(x)), par exemple sous la forme d'une fonction polynomiale ou d'une fonction angulaire, et d'une fonction de chanfreinage (A(x)), par exemple sous la forme d'une fonction radiale ou d'une fonction polynomiale.

12. Procédé selon la revendication 11,
caractérisé
en ce que l'on obtient le profil de consigne (A(x) + B(x)) pour la table (110) du cylindre (100) à partir d'au moins un tronçon de profil de consigne pour la zone marginale droite de la table de cylindre, d'au

moins un tronçon de profil de consigne pour la zone médiane de la table de cylindre (110) et d'au moins un tronçon de profil de consigne pour la zone marginale gauche de la table de cylindre (110) ;
dans lequel lesdits au moins trois tronçons de profil de consigne pour la table (110) sont disposés en position adjacente les uns par rapport aux autres dans la direction axiale (x) du cylindre (100).

13. Procédé selon la revendication 12,
caractérisé
en ce que la fonction de chanfreinage (A(x)) pour la zone médiane de la table de cylindre (110) est constante, de préférence nulle.

14. Procédé selon la revendication 12 ou 13,
caractérisé
en ce que le profil de consigne (A(x) + B(x)) de la table de cylindre (110) et/ou la courbe de correction (C(x)), est/sont prédéfinis de manière constante, mais non de manière à pouvoir être constamment différenciés, à un premier endroit de transition (x1), de préférence à l'endroit où le tronçon de profil de consigne de la zone marginale droite est disposé en position adjacente au tronçon de profil de consigne pour la zone médiane de la table de cylindre (110), et/ou à un deuxième endroit de transition (x2), de préférence à l'endroit où le tronçon de profil de consigne pour la zone médiane de la table de cylindre (110) est disposé en position adjacente au tronçon de profil de consigne pour la zone marginale gauche.

Fig. 1a

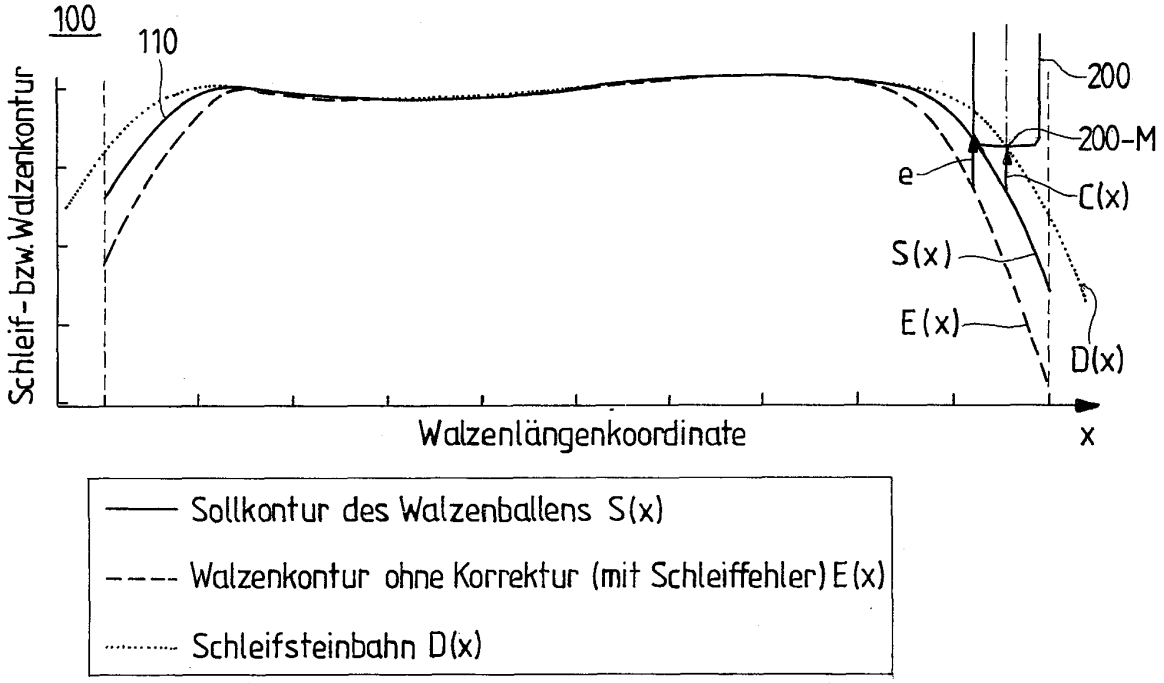

100
110
200
200-M
e
C(x)
S(x)
E(x)
D(x)
Schleif- bzw. Walzenkontur
Walzenlängenkoordinate
x
Sollkontur des Walzenballens S(x)
Walzenkontur ohne Korrektur (mit Schleiffehler) E(x)
Schleifsteinbahn D(x)

Fig. 1b

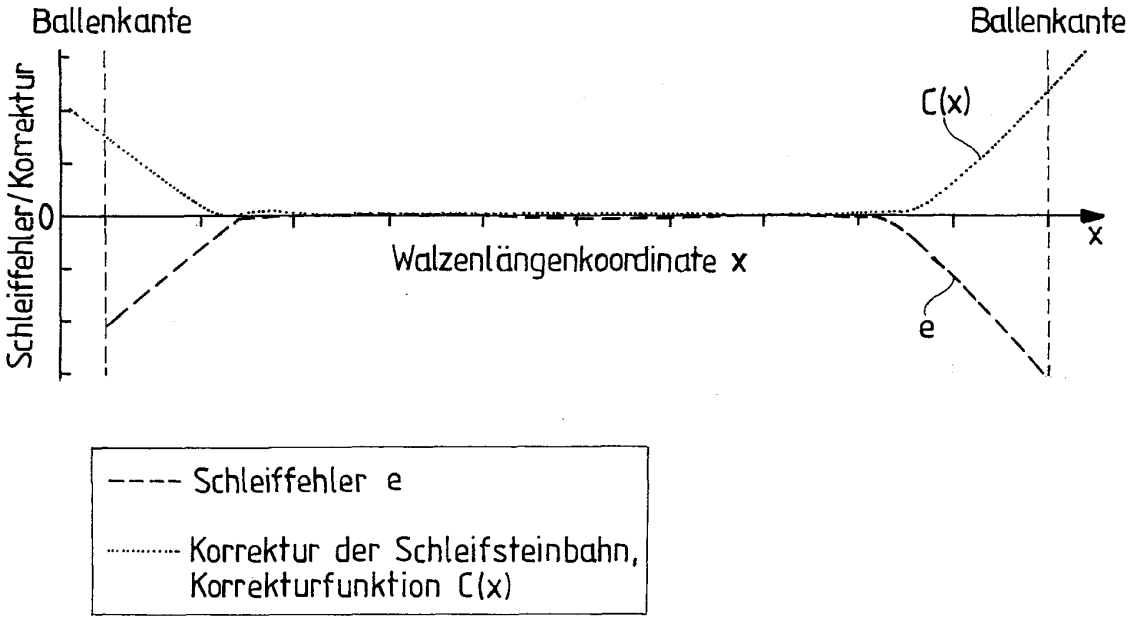

Ballenkante
Ballenkante
C(x)
Schleiffehler/Korrektur
0
x
Walzenlängenkoordinate x
e
Schleiffehler e
Korrektur der Schleifsteinbahn, Korrekturfunktion C(x)

Fig. 2

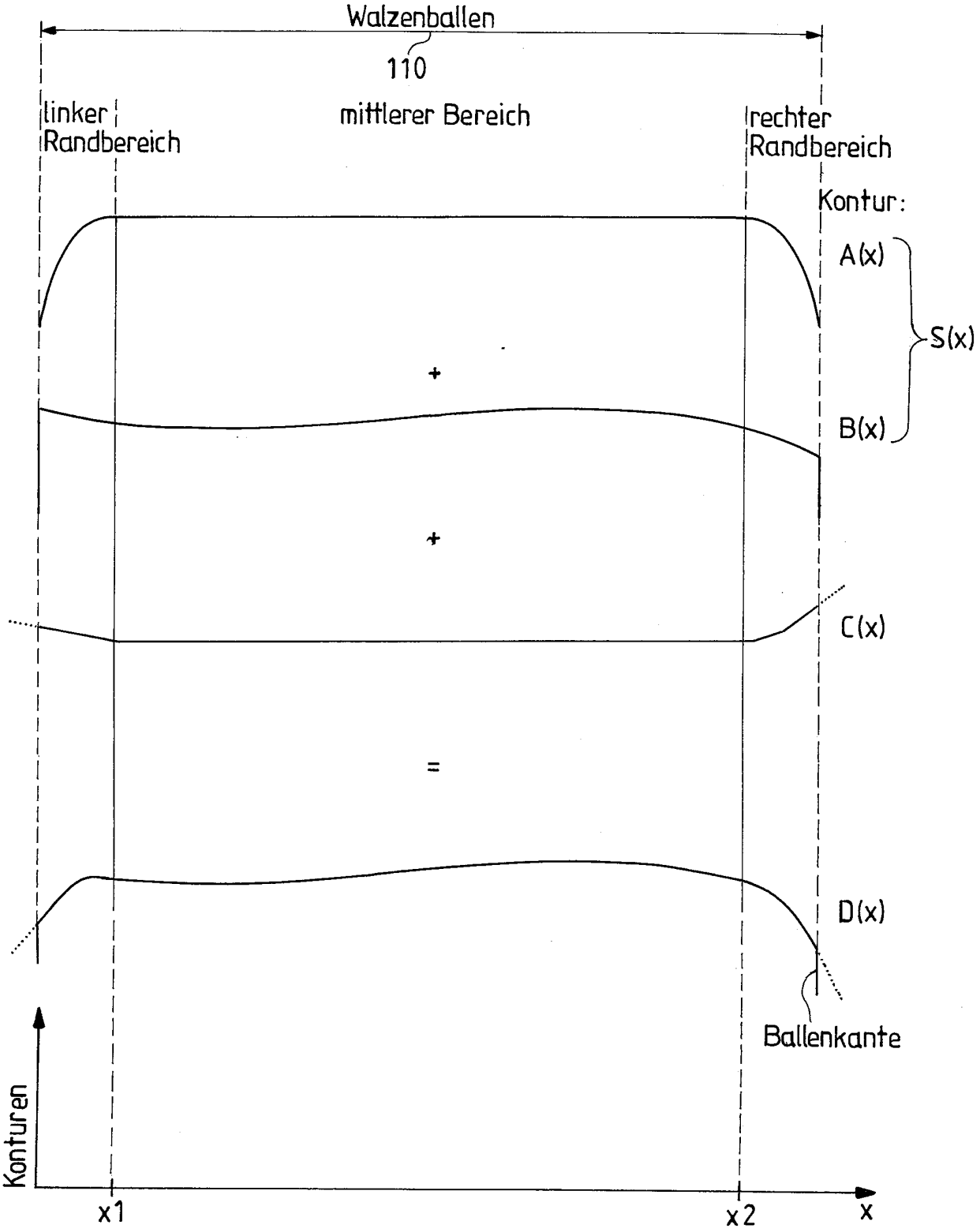

Walzenballen
110
linker Randbereich
mittlerer Bereich
rechter Randbereich
Kontur:
A(x)
S(x)
B(x)
+
+
=
C(x)
D(x)
Ballenkante
Konturen
x1
x2
x

Fig. 3

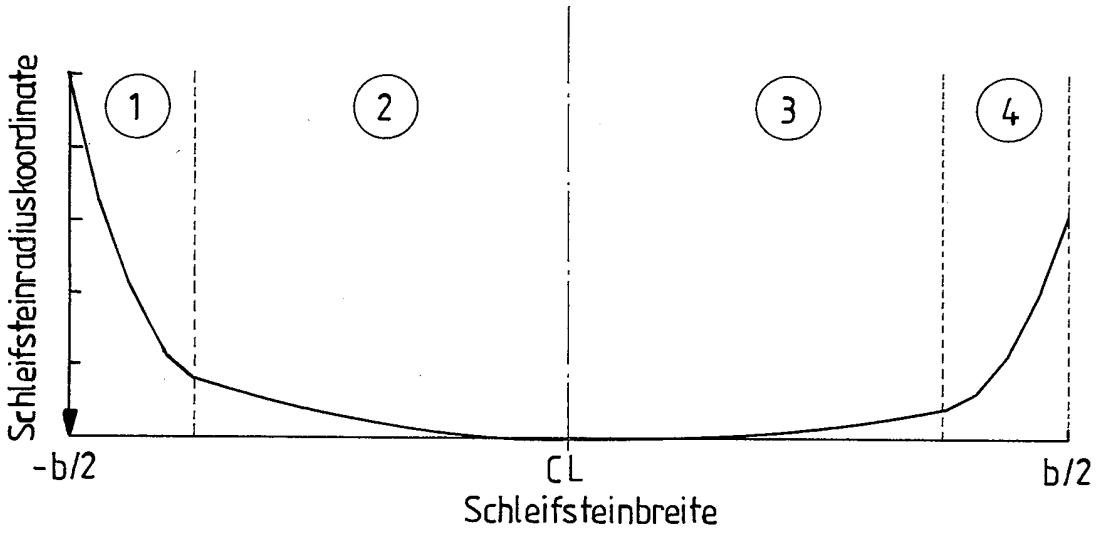
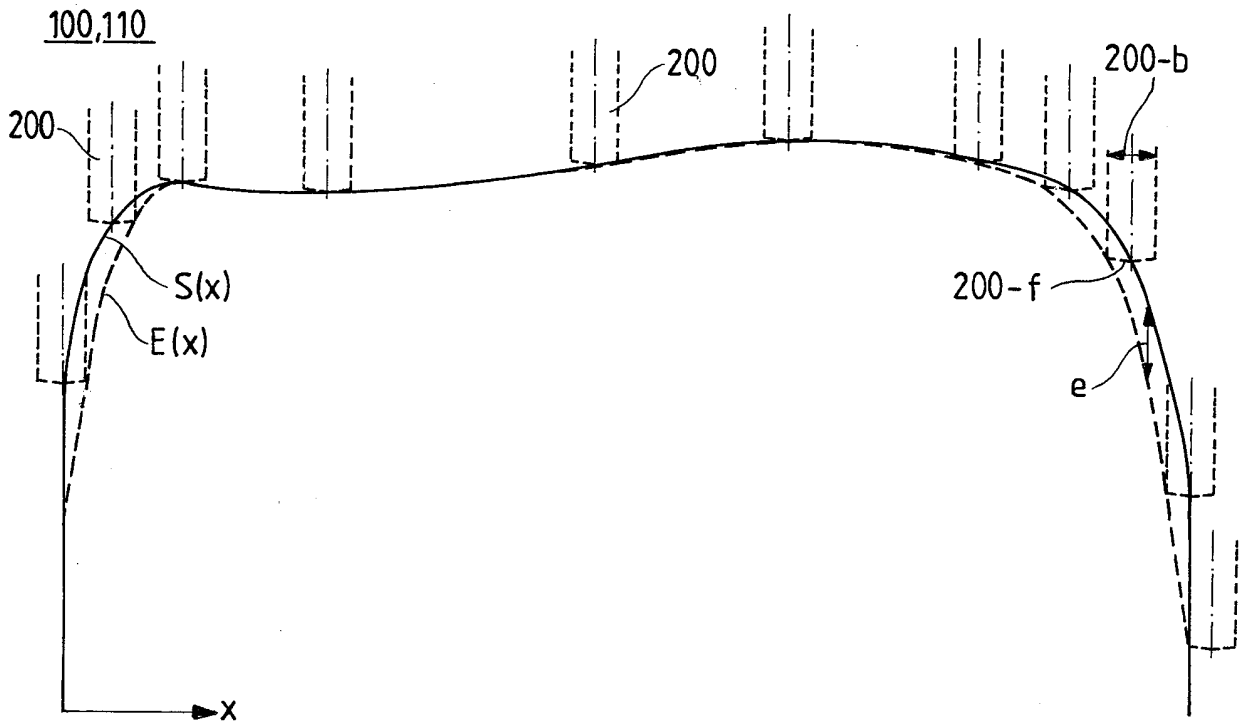


Fig. 4 *Stand der Technik*



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

- DE 3726055 A1 **[0002]**
- DE 29721000 U1 **[0002]**
- GB 1501669 A **[0005]**
- DE 19532222 A1 **[0005]**
- EP 2026915 B1 **[0006]**
- EP 0249801 A1 **[0006]**
- DE 102015203735 A1 **[0007]**