

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Dezember 2024 (12.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/252000 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B21B 1/28 (2006.01) *B21B 27/02* (2006.01)
B21B 3/02 (2006.01) *B21B 31/10* (2006.01)
B21B 13/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/065824

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. Juni 2024 (07.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 205 369.1
09. Juni 2023 (09.06.2023) DE

(71) Anmelder: **SMS GROUP GMBH** [DE/DE]; Am SMS
Campus 1 , 41069 Mönchengladbach (DE).

(72) Erfinder: **PAWELSKI, Hartmut**; 40883 Ratingen (DE).
PULST, Holger; 40822 Mettmann (DE). **WIETZIG,**
Christian; 47441 Moers (DE).

(74) Anwalt: **KLÜPPEL, Walter**; Hammerstr. 2, 57072 Siegen
(DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,

(54) **Title:** COLD ROLLING STAND FOR COLD ROLLING A COLD ROLLED STRIP, METHOD FOR PRODUCING A COLD
ROLLED STRIP, METHOD FOR CHANGING A ROLLER CONFIGURATION IN A COLD ROLLING STAND, AND ROLLER
ASSEMBLY FOR USE DURING THE METHOD

(54) **Bezeichnung:** KALTWALZGERÜST ZUM KALTWALZEN EINES KALTBANDES, VERFAHREN ZUM HERSTELLEN
EINES KALTBANDES, VERFAHREN ZUM WECHSEL EINER WALZENKONFIGURATION IN EINEM KALTWALZGERÜST
SOWIE WALZENANORDNUNG ZUR VERWENDUNG BEI DEM VERFAHREN

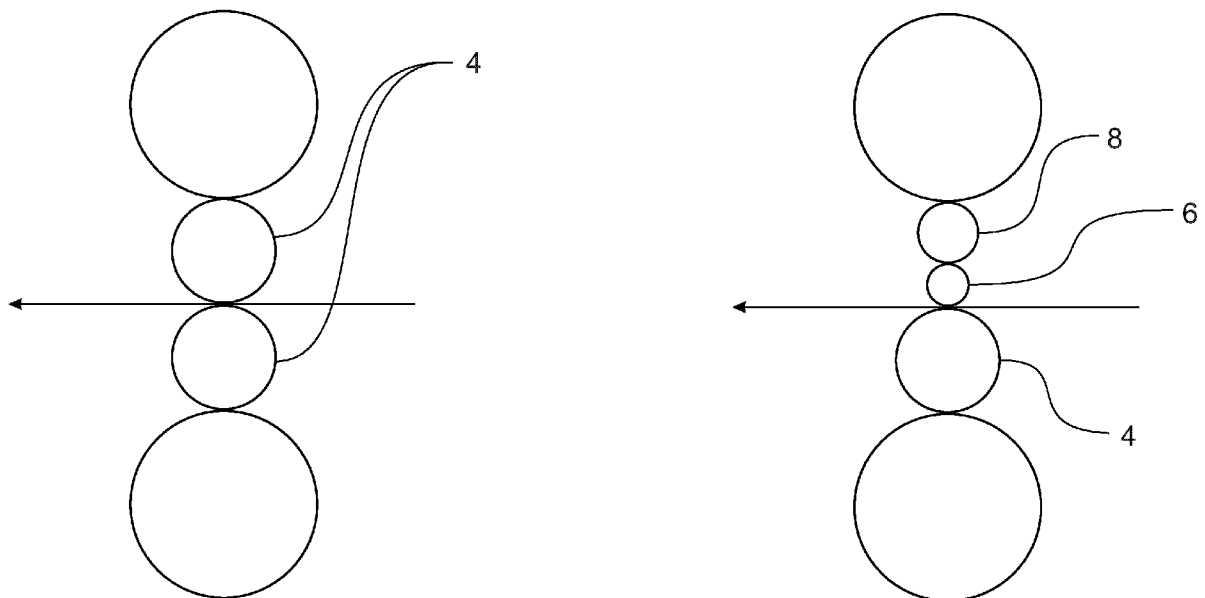


Fig. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a cold rolling stand (2) for cold rolling a cold rolled strip. The cold rolling stand (2) has an upper
and a lower working roller (4, 6), and the upper and lower working rollers (4, 6) have different diameters. The invention additionally
relates to a method for producing a cold rolled strip (7) using a cold rolling stand (2) and also to a method for changing a roller
configuration in a cold rolling stand (2).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Kaltwalzgerüst (2) zum Kaltwalzen eines Kaltbandes, wobei das Kaltwalzgerüst
(2) eine obere und eine untere Arbeitswalze (4,6) aufweist und die obere und untere Arbeitswalze (4,6) einen unterschiedlichen Durch-



WO 2024/252000 A1



RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

messer aufweisen. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Herstellen eines Kaltbandes (7) mit einem Kaltwalzgerüst (2) sowie weiterhin ein Verfahren zum Wechsel einer Walzenkonfiguration in einem Kaltwalzgerüst (2).

Kaltwalzgerüst zum Kaltwalzen eines Kaltbandes, Verfahren zum Herstellen eines Kaltbandes, Verfahren zum Wechsel einer Walzenkonfiguration in einem Kaltwalzgerüst sowie Walzenanordnung zur Verwendung bei dem Verfahren

5

Die Erfindung betrifft ein Kaltwalzgerüst zum Kaltwalzen eines Kaltbandes sowie ein Verfahren zum Herstellen eines Kaltbandes mit einem solchen Kaltwalzgerüst. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Wechsel einer

10 Walzenkonfiguration in einem Kaltwalzgerüst sowie eine Walzenanordnung als Austauschsatz zur Durchführung des Verfahrens zum Wechsel der Walzenkonfiguration.

Im Bereich des Kaltwalzens werden zunehmend dünnere Werkstoffe und/oder
15 Werkstoffe mit höherer Festigkeit oder allgemein verbesserten mechanischen Eigenschaften verarbeitet. Insbesondere für das DCR-Verfahren (Double Cold Reduction) in der Weißblechindustrie bedeutet dies die Herstellung von Güten der Güte DR9.5 (AISI/ASTM 623) oder darüber hinaus, eine Enddicke der zu walzenden Bänder in Richtung 0,1 mm und eine Dickenabnahme beim Walzen mit
20 einer Reduzierung um bis zu 50 % in einem einzigen Arbeitsgang.

Bei der Herstellung von Verpackungsstahl ist es grundsätzlich bekannt, verzinn-ten oder elektrolytisch verchromten Stahl in Dicken von 0,100 bis 0,499 mm - wahlweise mit oder ohne organische Beschichtungen (Lack, Polymer) -

25 bereitzustellen. Nach einer ersten Kaltreduktion des gebeizten Stahlbandes werden beispielsweise in einer Tandemstraße die Bänder elektrolytisch gereinigt, zum Rekristallisationsglühen in einen Ofen gebracht und anschließend zur Einstellung der Oberflächen- und mechanischen Eigenschaften in eines von drei zweigerüstigen Anlasswalzwerke verbracht. Dabei kann es sich entweder um ein
30 trockenes Dressierwalzwerk mit geringen Dehnungen oder um ein Nasswalzwerk mit größerer Banddickenreduzierung in einem ersten Kaltwalzgerüst handeln, die

so genannte DCR-Straße (Double Cold Reduction). Schließlich folgt ein elektrolytischer Verzinnungs- oder Verchromungsprozess.

DCR-Bänder sind dünn und stark, was sie als Verpackungsmaterial attraktiv macht, da sie beispielsweise Transportkosten sparen und den Kohlendioxidausstoß verringern. Typische Anwendungen sind Schraubverschlüsse und DRD-Dosen (Drawn and Redrawn).

Da legierter Stahl für Lebensmittel- und Getränkebehälter nicht verwendet werden kann, ist die Kaltverfestigung durch höhere Reduktionen der bevorzugte Weg, um eine höhere Festigkeit zu erreichen. Darüber hinaus ist bei weichen Güten eine hohe Banddickenreduzierung im DCR-Verfahren vorteilhaft für die Ohrenbildung beim Ziehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kaltwalzgerüst bereitzustellen, welches eine hohe Dickenreduzierung bei der Herstellung von besonders dünnen Bändern insbesondere von Stahlbändern in der Größenordnung von bis zu einer Dicke von 0,1 mm ermöglicht.

Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, eine solche Dickenreduktion unter Aufwendung verhältnismäßig geringer Walzkräfte zu erzielen.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Bereitstellung eines Kaltwalzgerüsts mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch die Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung eines Kaltbandes unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Kaltwalzgerüsts.

Ein weiterer, für sich genommen schutzfähiger Gesichtspunkt der Erfindung, betrifft ein Verfahren zum Wechsel einer Walzenkonfiguration in einem Kaltwalzgerüst mit einer herkömmlichen Arbeitswalzenkonfiguration.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird schließlich gelöst durch die Bereitstellung einer Walzenanordnung als Austauschsatz zur Durchführung des Konfigurationswechsels.

5

Vorteilhafte Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen.

Ein erster Gesichtspunkt der Erfindung betrifft ein Kaltwalzgerüst zum Kaltwalzen eines Kaltbandes, wobei das Kaltwalzgerüst wenigstens eine obere und eine untere Arbeitswalze aufweist und die obere und die untere Arbeitswalze einen unterschiedlichen Durchmesser aufweisen. Die erfindungsgemäße Konfiguration hat den Vorzug, dass insbesondere eine Verringerung des Durchmessers einer Arbeitswalze bei einer asymmetrischen Arbeitswalzenkonfiguration eine hohe Reduzierung der Banddicke von bis zu 50 % in Kombination mit einer verhältnismäßig geringen erreichbaren Dicke des Bandes ergibt. Mit etwa gleicher Walzkraft im Vergleich zu einer symmetrischen Walzenkonfiguration kann erfindungsgemäß die Banddicke wesentlich stärker reduziert werden. Bevorzugt besitzt die obere Arbeitswalze einen kleineren Durchmesser als die untere Arbeitswalze.

20

Vorzugsweise ist der Durchmesser der oberen und der unteren Arbeitswalze gemäß der Formel $Deff = \frac{2}{1/Dtop + 1/Dbot}$ bemessen, wobei $Deff$ der effektive Durchmesser der Arbeitswalzen, $Dtop$ der Durchmesser der oberen Arbeitswalze und $Dbot$ der Durchmesser der unteren Arbeitswalze ist. Der effektive Durchmesser der Arbeitswalzen wird als gemeinsamer Durchmesser der Arbeitswalzen bezeichnet. Die Summe der Arbeitswalzenkrümmung ist der Kehrwert der Arbeitswalzenradien.

25

Durch diese Berechnung lässt sich einfach ein theoretischer symmetrischer Walzendurchmesser ermitteln, der als Grundlage für Walzkraft und Abnahmeberechnungen in Stichplanberechnungen eingesetzt werden kann. Die aus der

30

Stichplanberechnung ermittelten Betriebsparameter können zur Einstellung der Betriebsparameter eingesetzt werden.

- 5 Vom Standpunkt des Walzspaltverhaltens aus betrachtet, kombiniert eine 5-high-Konfiguration eine angetriebene große untere Arbeitswalze mit einer viel kleineren, nicht angetriebenen oberen Arbeitswalze. Der unterschiedliche Arbeitswalzendurchmesser (ca. 300 mm) und der Einzelantrieb führen zu asymmetrischen Walzbedingungen. Diese asymmetrischen Walzbedingungen
10 führen zu internen Schubspannungen, die die Umformung unterstützen.

- Ein erster daraus resultierender technischer Effekt ist eine große Reduzierung der Walzenkraft im 5-high-Modus im Vergleich zum 4-high-Modus. Mit der gleichen Walzenkraft kann die Banddicke wesentlich stärker reduziert werden. In einem
15 erfolgreichen Versuch der Anmelderin wurde eine Reduzierung um 50 % erreicht. Mehrere Coils wurden mit einer Reduzierung von 40-42 % gewalzt, die maximale Bandgeschwindigkeit am Ausgang betrug 2000 m/min. Die Planheitsregelung war im Normalbetrieb und die Qualität der Bandplanheit lag im bekannten Bereich. Die Parameter der Dickenregelung wurden aufgrund des geringeren Verhältnisses von
20 Walzkraftdifferenz zu Reduktionsdifferenz angepasst.

- Zum besseren Verständnis des Walzspaltverhaltens in einer 5-high Konfiguration mit asymmetrischen Arbeitswalzen ist es hilfreich, sich eine hypothetisch symmetrische Konfiguration vorzustellen, die die gleiche Summe der
25 Arbeitswalzenkrümmungen (Kehrwert der Arbeitswalzenradien) aufweist wie im asymmetrischen Fall. Dann wird der gemeinsame Arbeitswalzendurchmesser, der sogenannte effektive Arbeitswalzendurchmesser, wie folgt berechnet:

$$Def f = \frac{2}{\frac{1}{D_{top}} + \frac{1}{D_{bot}}}$$

Im Vergleich zu einer 4-high Arbeitswalzenkonfiguration mit zwei Arbeitswalzen, die jeweils einen Durchmesser von 512 mm aufweisen, beträgt der effektive Arbeitswalzendurchmesser einer asymmetrischen Arbeitswalzenkonfiguration, bei der die obere Arbeitswalze einen Durchmesser von 240 mm aufweist und die untere Arbeitswalze einen Durchmesser von 512 mm aufweist, 327 mm.

Auf diese Art und Weise lassen sich sehr effektiv besonders dünne Bänder walzen, welche durch den 4-hi Modus nicht erreichbar wären. Weiterhin wird eine bemerkenswerte Reduzierung der Walzkraft bei gleichzeitig hoher Dickenreduzierung und größerer Streckspannung erzielt, sodass auch der Energieverbrauch bei einer solchen Arbeitswalzenkonfiguration geringer ist.

Die Vorteile der Erfindung lassen sich auch mit einem Kaltwalzgerüst mit einer asymmetrischen Arbeitswalzenkonfiguration erzielen, bei welcher die untere Arbeitswalze einen kleineren Durchmesser als die obere Arbeitswalze aufweist. Dementsprechend gelten die vorstehenden Ausführungen auch für eine solche Konfiguration.

Unter einer kleinen Arbeitswalze wird eine Arbeitswalze mit einem Durchmesser verstanden, der deutlich kleiner ist als der Durchmesser der großen Arbeitswalze, selbst in maximal abgeschliffenem Zustand der großen Arbeitswalze weist die kleine Arbeitswalze einen geringeren Durchmesser auf.

Vorzugsweise beträgt der Durchmesser der kleineren Arbeitswalze zwischen 120 mm und 380 mm, bevorzugt zwischen 180 und 320 mm, weiterhin bevorzugt zwischen 200 und 250 mm .

Bevorzugt beträgt der Durchmesser der oberen Arbeitswalze zwischen 180 und 320 mm. Weiterhin bevorzugt besitzt das Kaltwalzgerüst gemäß der Erfindung eine 5-high Konfiguration.

Zweckmäßigerweise ist vorgesehen, dass eine vorzugsweise als Zwischenwalze ausgebildete Stützrolle die kleinere Arbeitswalze, vorzugsweise die obere Arbeitswalze abstützt und die Stützrolle vorzugsweise einen Durchmesser zwischen einem Durchmesser zwischen 180 mm und 520 mm, bevorzugt zwischen 250 mm und 450 mm, weiterhin bevorzugt zwischen 280 und 300 mm aufweist.

Vorzugsweise entspricht die Summe der Durchmesser der kleineren Arbeitswalze und der Durchmesser der Stützrolle etwa dem Durchmesser der größeren Arbeitswalze.

Vorzugsweise sind die kleine Arbeitswalze und die Zwischenwalze in Wälzlagern gelagert und mit einer Öl-Luftschmierung geschmiert. Die Öl-Luftschmierung ist besonders vorteilhaft bei hohen Bandgeschwindigkeiten.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Kaltwalzgerüsts gemäß der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Arbeitswalzen eine Hartbeschichtung als Verschleiß- und Korrosionsschutzbeschichtung, vorzugsweise eine Chrombeschichtung aufweisen. Verchromte Walzen sind insbesondere verschleißfest und ermöglichen das Walzen mit geringer Oberflächenrauigkeit.

Bevorzugt ist wenigstens eine Zwischenwalze zylindrisch ausgebildet und wenigstens eine Arbeitswalze weist eine vorzugsweise positive und/oder, vorzugsweise mittig angeordnete, Bombierung auf. Durch die vorzugsweise positive Bombierung der Arbeitswalze lassen sich gezielt Biegelinien einstellen, welche als Stellglieder einer Planheitsregelung zu einer Verbesserung der Bandplanheit beitragen.

Bei der 5-high Konfiguration des Kaltwalzgerüsts gemäß der Erfindung ist bevorzugt vorgesehen, dass die kleinere, vorzugsweise die obere Arbeitswalze und die zugehörige, vorzugsweise die obere Zwischenwalze nicht angetrieben sind. Die Begriffe „oben“ und „unten“ beziehen sich grundsätzlich auf die Einbaulage.

Bei einer bevorzugten Variante des Kaltwalzgerüsts gemäß der Erfindung kann je eine Bandzugeinstelleinrichtung auf der Einlaufseite und der Auslaufseite der Walzen angeordnet sein.

- 5 Bei den Bandzugeinstelleinrichtungen kann es sich um die Auf- und/oder Abwickelhaspel handeln und/oder spezielle Umlenk-oder Breideleinrichtungen. Mit den Bandzugeinstelleinrichtungen lassen sich gezielt Bandvorzug und Bandrückzug, sowie Bandgeschwindigkeiten einstellen, die von der Walzenumfangsgeschwindigkeit abweichen. Diese ist für die Einstellung der
- 10 Walzspaltgeometrie von Bedeutung und können vorteilhafte Effekte im Rahmen der Erfindung einstellen.

- Ein weiterer Gesichtspunkt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Kaltbandes mit einem Kaltwalzgerüst der vorstehend beschriebenen Art mit einem oder mehreren der vorstehend beschriebenen Merkmale. Das Verfahren
- 15 umfasst eine Dickenreduktion des Kaltbandes zwischen zwei Arbeitswalzen mit einer asymmetrischen Arbeitswalzenkonfiguration bzw. mit unterschiedlichen Durchmessern.

- Bei einer vorteilhaften Variante des Verfahrens gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass die Dicke des Kaltbandes, vorzugsweise in einem Walzstich
- 20 oder einem einzigen Banddurchlauf, um mehr als 30%, vorzugsweise um mehr als 35 %, vorzugsweise mehr als 40 %, besonders bevorzugt um mehr als 45 % reduziert wird.

- Die Dickenreduktion bzw. Dickenabnahme kann mit einer Banddurchlaufgeschwindigkeit $\geq 1200\text{m/min}$, vorzugsweise $\geq 2000\text{ m/min}$
- 25 durchgeführt werden.

Bevorzugt wird beim Walzen der Bandvorzug höher als der Bandrückzug durch die Bandzugeinstelleinrichtungen eingestellt.

Bei einer zweckmäßigen Variante des Verfahrens gemäß der Erfindung wird die Walzkraft auf einen Wert eingestellt, der um mindestens 30%, vorzugsweise um mindestens 40% ganz besonders bevorzugt um mindestens 50% geringer ist als die erforderliche Walzkraft beim Einsatz eines symmetrischen Walzensatzes mit ausschließlich großen Walzen (4-high Konfiguration)

Besonders bevorzugt wird das Kaltband in dem Kaltwalzgerüst in einem einzigen Durchlauf von einer Ausgangsdicke von 0,13 mm bis 0,2 mm auf eine Enddicke von $\geq 0,1$ mm reduziert, was insbesondere auch dem Umstand geschuldet ist, dass mit der vorstehend beschriebenen asymmetrischen

Arbeitswalzenkonfiguration eine Dickenabnahme von bis zu 50 % bei gleicher Walzkraft verglichen mit einer symmetrischen Arbeitswalzenkonfiguration erzielbar ist, bei welcher jede der Arbeitswalzen einen Durchmesser aufweist, welcher dem Durchmesser der größten Arbeitswalze bei der asymmetrischen Arbeitswalzenkonfiguration gemäß der Erfindung entspricht.

Bevorzugt wird die Dickenreduktion bei dem Verfahren gemäß der Erfindung mit einer Banddurchlaufgeschwindigkeit im Auslauf ≥ 1200 m/min, vorzugsweise ≥ 2000 m/min durchgeführt.

Ein weiterer, für sich genommen schutzfähiger Gesichtspunkt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Wechsel einer Walzenkonfiguration in einem Kaltwalzgerüst,

vorzugsweise in Kassettenbauweise, von einer 4-high Konfiguration mit symmetrischen Arbeitswalzendurchmessern in eine 5-high Konfiguration mit asymmetrischen Arbeitswalzendurchmessern, die zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung ausgebildet ist, wobei bei einem

Konfigurationswechsel mindestens eine der Arbeitswalzen des Kaltwalzgerüsts

durch eine Walzenanordnung als Austauschatz ausgetauscht wird, wobei der Austauschatz wenigstens zwei Austauschwalzen umfasst, die in einer gemeinsamen Kassette gelagert sind, wobei die obere und untere Arbeitswalze nach dem Konfigurationswechsel einen unterschiedlichen Durchmesser

aufweisen. Auf diese Art und Weise lässt sich in besonders vorteilhafter und

einfacher Art und Weise eine vorhandene 4-high Konfiguration so umrüsten, dass

mit etwa gleicher Walzkraft eine deutlich höhere Dickenabnahme des Kaltbandes erzielt werden kann.

Vorzugsweise entspricht die Summe der Arbeitswalzenkrümmungen der asymmetrischen Arbeitswalzenkonfiguration der Summe der

5 Arbeitswalzenkrümmungen der symmetrischen Walzenkonfiguration.

Bei einer vorteilhaften Variante des Verfahrens ist vorgesehen, dass der Durchmesser der oberen und der unteren Arbeitswalze gemäß der Formel

$$Def f = \frac{2}{1/D_{top} + 1/D_{bot}}$$

bemessen ist, wobei $Def f$ der effektive Durchmesser der Arbeitswalzen, D_{top} der
10 Durchmesser der oberen Arbeitswalze und D_{bot} der Durchmesser der unteren Arbeitswalze ist.

Bevorzugt umfasst das Verfahren zum Wechsel einer Walzenkonfiguration, dass der Austauschatz über eine Walzen-Schnell-Wechselvorrichtung in weniger als 15 Minuten Stillstand, vorzugsweise weniger als 12 Minuten Stillstand ganz

15 besonders bevorzugt in weniger als 7 Minuten Stillstand und besonders-
besonders bevorzugt in weniger als 5 Minuten Stillstand erfolgt.

Vorzugsweise erfolgt der Walzenwechsel in einem 4-Hi Modus mit der identischen Schnellwechselvorrichtung wie im 5-Hi Modus. Schließlich betrifft ein weiterer Gesichtspunkt eine Walzenanordnung als Austauschatz zur Durchführung des
20 vorstehend beschriebenen Verfahrens zum Wechsel der Walzenkonfiguration umfassend eine Arbeitswalze und wenigstens eine Zwischenwalze, die in einer gemeinsamen Kassette gelagert sind, wobei die Kassette Arbeitswalzen-
Einbaustücke aufweist, deren Einbaumaße denjenigen der Arbeitswalzen-
Einbaustücke des Kaltwalzgerüsts in der 4-high Konfiguration im Wesentlichen
25 entsprechen.

Um bei einer solchen umgerüsteten 5-high Konfiguration zu gewährleisten, dass die obere Arbeitswalze und die obere Stützwalze nicht angetrieben sind, kann

vorgesehen sein, dass bei einem antriebsseitig vorgesehenen Arbeitswalzen-Einbaustück eine Antriebszapfenattrappe vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass die Arbeitswalze des Austauschsatzes in der Einbaulage nicht angetrieben ist.

- 5 Die Erfindung wird nachstehend anhand und unter Bezugnahme auf ein in den Zeichnungen veranschaulichtes Ausführungsbeispiel erläutert.

Es zeigen:

- 10 Figur 1 eine schematische Darstellung eines Kaltwalzwerks mit einem Kaltwalzgerüst gemäß der Erfindung,
- Figur 2 eine schematische Darstellung des Aufbaus einer Walzenanordnung gemäß der Erfindung in Form einer Wechselkassette als Explosionsansicht der einzelnen Bestandteile
- 15 der Wechselkassette,
- Figur 3 eine schematische Gegenüberstellung einer 4-high Konfiguration gemäß Stand der Technik und einer 5-high Konfiguration gemäß der Erfindung,
- Figur 4 eine grafische Darstellung der Streckenlast des Walzguts beim
- 20 Kaltwalzen mit einer 5-high Konfiguration im Vergleich mit Coils, die mit einer konventionellen 4-high Konfiguration gewalzt wurden,
- Figur 5 eine grafische Darstellung einer stationären FEM-Lösung für asymmetrische und äquivalente symmetrische
- 25 Arbeitswalzenkonfigurationen basierend auf Messdaten für die Stahlsorte DR 8 Bandgeometrie 960 mm x 0,244 -> 0,142 mm,

Figur 6 ein Rechenbeispiel für die berechnete Reduzierung der Walzkraft und des Energieverbrauchs eines Hauptantriebs des Kaltwalzgerüsts im erfindungsgemäßen 5-high-Modus im Vergleich zu einem konventionellen 4-high-Modus basierend auf der gemessenen Walzkraft für die Stahlsorte DR 8, Bandgeometrie 960 mm x 0,244 -> 0,142 mm,

Figur 7 einer grafischen Darstellung einer 3-D Profil-Höhenmessung der Arbeitswalzenoberfläche vor und nach dem Walzen von vier Coils mit der 5-high Konfiguration gemäß der Erfindung durch konfokale Mikroskopie,

Fig 7a) eine der Figur 7 entsprechende Darstellung

Das in Figur 1 dargestellte Kaltwalzwerk 1 besteht aus einem ersten und einem zweiten Kaltwalzgerüst 2,3 beide in 4-high - Konfiguration mit Arbeitswalzendurchmessern 563 / 505 mm. Der geringere Durchmesser einer der beiden Arbeitswalzen 4 ist dem Umstand geschuldet, dass die betreffende Arbeitswalze 4 verschleißbedingt das Ende der Lebensdauer erreicht hat.

Das erste Kaltwalzgerüst 2 reduziert die Dicke eines Kaltbandes 7 (typischerweise 8 bis 32 %) in einer Dickenregelung (Dickenabnahme), während das zweite Kaltwalzgerüst 3 als Dressiergerüst ausgebildet ist, welches die Bandoberfläche in der Kraftregelung verbessert (nahezu keine Dehnung). Das erste Kaltwalzgerüst 2 wird durch einen Kammwalzen-Arbeitswalzenantrieb angetrieben, bei dem zweiten Kaltwalzgerüst 3 wird nur die untere Arbeitswalze 4 angetrieben. Die maximale Bandauslaufgeschwindigkeit beträgt über 2000 m/min.

Das Kaltwalzwerk weist Bandzugspannungseinrichtungen auf, mit denen sich gezielt Bandvorzug und Bandrückzug einstellen lassen.

Wenn die Bedingungen für die Walzspaltschmierung und die Bandzugspannungen

bereits auf einem angemessenen oder maximal ausgelasteten Niveau sind, ist die Verringerung des Arbeitswalzendurchmessers für ein solches Walzwerk der effizienteste Weg, um das Ziel einer hohen Reduzierung (bis zu 50 %) in Kombination mit dünnen Dicken (Mindestenddicke des Bandes 0,1 mm) zu erreichen. Für ein bestehendes Walzwerk bedeutet dies in der Regel eine umfangreiche Umrüstung.

Ein Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung betrifft die Umrüstung eines Kaltwalzgerüsts 2 derart, dass eine asymmetrische Arbeitswalzenkonfiguration realisierbar ist. Dazu ist erfindungsgemäß vorgesehen, eine Wechselkassette 5 bereitzustellen, wie sie beispielsweise in Figur 2 schematisch dargestellt ist.

Die Wechselkassette 5 gemäß der Erfindung ist dazu ausgebildet, die obere Arbeitswalze 4 des ersten Kaltwalzgerüsts 2 wenigstens vorübergehend zu ersetzen, um eine 5-high statt der 4-high Konfiguration zu schaffen. Sie besteht aus einer kleinen Arbeitswalze (AR) 6 mit einem Durchmesser von 240 / 220 mm und einer Zwischenwalze (IMR) 8 mit einem Durchmesser von 320 / 300 mm. Die Summe der beiden Durchmesser (560 / 520 mm) ist im Bereich der normalerweise verwendeten großen Arbeitswalze 4 gewählt, so dass keine zusätzlichen Maßnahmen zur Höhenanpassung notwendig sind. Die äußere Einbaustückgeometrie der Wechselkassette 5 entspricht exakt den Abmessungen der großen Arbeitswalze 4, so dass die Umrüstung von einem 4-high - auf einen 5-high -Modus und zurück so schnell und einfach ist wie ein normaler Arbeitswalzenwechsel.

Die Zwischenwalzeneinbaustücke 9 weisen Wirkflächen auf, so dass Biegekräfte auf die Zwischenwalze 8 übertragen werden. Positive und negative Biegekräfte konnten genutzt werden, wurden aber bei den von der Anmelderin durchgeführten Versuchen auf den halben Wert begrenzt, um eine Überlastung des Lagers der Zwischenwalze 8 zu vermeiden. Aufgrund des kleineren Durchmessers der Zwischenwalze 8 im Vergleich zu der größeren (unteren) Arbeitswalze 4 ist die Biegung immer noch wirksam.

Die Einbaustücke der kleinen oberen Arbeitswalze 6 sind in Einbaustücke 9 der Zwischenwalze 8 integriert (Einbaustück in Einbaustück-Konstruktion) und können frei in Höhenrichtung gleiten. Somit werden nur horizontale Kräfte und keine Biegekräfte auf die Arbeitswalze 6 übertragen.

- 5 Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ist die Zwischenwalze 8 der Wechselkassette 5 zylindrisch, während die Arbeitswalze 6 eine positiven Bombierung aufweist, die so berechnet wurde, dass sie den Planheitszielen innerhalb des Biegekraftbereichs entspricht. Eine Planheitsregelung für das erste Kaltwalzgerüst 2 mittels gerüstübergreifenden Planheitsmessrollen funktioniert
10 ohne Änderungen.

- Auf der Antriebsseite des zweiten Kaltwalzgerüsts 2 ist an dem Einbaustück 9 der Wechselkassette 5 eine Antriebszapfenattrappe 10 zur Aufnahme einer oberen Antriebsspindel montiert. Die Antriebszapfenattrappe 10 umfasst ein frei laufendes 2fach-Kugellager, das in keiner weiteren Verbindung zu den Walzen steht. Das
15 heißt, die obere Zwischenwalze 8 und die obere Arbeitswalze 6 sind nicht angetrieben, während das gesamte Hauptantriebsmoment auf die ursprüngliche untere Arbeitswalze 4 übertragen wird. Diese Konfiguration hat den Vorteil, dass keine Änderungen des Getriebefaktors oder der Drehrichtung notwendig sind.

- Die 5-hi-Konfiguration gemäß der Erfindung kombiniert eine angetriebene große
20 untere Arbeitswalze 4 mit einer viel kleineren, nicht angetriebenen Arbeitswalze 6. Der unterschiedliche Arbeitswalzendurchmesser (ca. 300 mm) und der Einzelantrieb führen zu asymmetrischen Walzbedingungen.

- Die Reduzierung der Walzenkraft im 5-hi-Modus im Vergleich zum 4-hi-Modus ist in Figur 4 veranschaulicht. Mit der gleichen Walzenkraft kann die Banddicke
25 wesentlich stärker reduziert werden als mit einer 4-high Walzenkonfiguration.

Figur 5 veranschaulicht das Walzspaltverhalten im 5-high-Betrieb (linke Konfiguration) im Vergleich mit einer hypothetisch symmetrischen Konfiguration (rechte Konfiguration), die die gleiche Summe der Arbeitswalzenkrümmungen

(Kehrwert der Arbeitswalzenradien) aufweist wie im asymmetrischen Fall. Dann wird der gemeinsame Arbeitswalzendurchmesser, der sogenannte effektive Arbeitswalzendurchmesser, wie folgt berechnet:

$$Def f = \frac{2}{1/D_{top} + 1/D_{bot}}$$

- 5 Wenn zum Beispiel, wie in einigen von der Anmelderin durchgeführten Versuchen, eine neue kleine obere Arbeitswalze 6 (Durchmesser $D_{top} = 240$ mm) mit einer gebrauchten großen unteren Arbeitswalze 4 (Durchmesser $D_{bot} = 512$ mm) gekoppelt wird, ergibt die Formel etwa 327 mm als effektiven Durchmesser.

- 10 Die Druckverteilung im Walzenspalt, die mit einem proprietären stationären (viskoplastischen) Finite-Elemente-Algorithmus berechnet wurde, ist für den symmetrischen und den realen asymmetrischen Fall nahezu identisch (Figur 5, Mitte). Der Reibungskoeffizient des Walzspalts wurde genau eingestellt, um die gemessene Walzkraft für einen der Versuche zu erreichen. Die Walzspaltlänge ist gleich, nur im Bereich des maximalen Drucks ist die Spitze des so genannten
- 15 Druckgebirges bei der asymmetrischen Lösung im Vergleich zum symmetrischen Fall abgeflacht, was zu einer etwas geringeren Walzkraft führt. Da der Unterschied gering ist und der effektive Arbeitswalzendurchmesser eingesetzt wird, ergeben die Berechnungen mit einem Standardprogramm für den Stichplan gute Ergebnisse hinsichtlich der Walzkraft.

- 20 Hinsichtlich des Vorwärtsschlupfs unterscheiden sich die Lösungen. Da nur die untere Arbeitswalze 4 angetrieben wird, ist die Umfangsgeschwindigkeit höher als bei der nicht angetriebenen oberen Arbeitswalze 6 (Figur 5, rechts). Die Bandausgangsgeschwindigkeit im Vergleich zur Umfangsgeschwindigkeit der unteren Arbeitswalze 4, die direkt mit einem von einem Automatisierungssystem
- 25 registrierten und angezeigten Vorwärtsschlupfwert zusammenhängt, ist bei der asymmetrischen Lösung kleiner als bei der symmetrischen.

Die gemessene Voreilung (5,7%) kommt einer asymmetrisch berechneten Voreilung (5,2%) recht nahe. Generell ist darauf zu achten, dass kein

Durchrutschen der angetriebenen Walze auf dem Band auftritt. Wie Messungen und Berechnungen zeigen, ist der Bandvorzug bei dünnem Band hoch genug, um einen sicheren Durchzug zu gewährleisten. Die Situation verbessert sich sogar noch, wenn der spezifische Bandvorzug höher ist als der Bandrückzug, was
5 normalerweise im erste Kaltwalgerüst eines DCR-Walzwerks der Fall ist.

Die erfindungsgemäß erzielte Reduzierung der Walzkraft im 5-hi-Modus im Vergleich zum 4-hi-Modus ist ein Vorteil beim Walzen von dünnen Bändern mit hoher Dickenreduzierung und daher erhöhter Zugspannung. Bei der Betrachtung
10 der Energieeinsparung muss man jedoch beachten, dass die Walzkraft selbst keine Energie verbraucht. Es gibt jedoch zwei damit verbundene Auswirkungen: Die eine ist der geringere Lagerreibungsverlust der oberen Stützwalze, die andere das geringere Antriebsmoment, das durch die verringerte Walzspaltlänge und damit geringere Reibungsverluste durch die Relativbewegung zwischen Band und
15 Arbeitswalze 6 entsteht.

Figur 6 zeigt das Potenzial der Energieeinsparungen bei einem Hauptantrieb des Kaltwalzgerüsts 2 für den bereits oben diskutierten Beispielfall. Es wurden folgende Annahmen getroffen: Konstante (recht niedrige) Stützwalzenlagerreibung $\mu=0,001$, konstanter Walzenspalt-Reibungskoeffizient, kein Walzenkontakt an den
20 Bandkanten, konstante Bandauslaufgeschwindigkeit (gleiche Produktivität). Insgesamt ist eine Einsparung von fast 10 % bei der Hauptantriebsleistung realistisch.

Zwischen der kleinen Arbeitswalze 6 der Wechselkassette 5 im 5-hi-Modus und der normalen Arbeitswalze 4 im 4-hi -Modus liegt ein Faktor 2,1 bis 2,56 im
25 Durchmesser. Um diesen Faktor erhöht sich die Anzahl der Umdrehungen pro Bandlänge bei der kleinen Arbeitswalze 6, was zu einem höheren Verschleiß führt. Auf der anderen Seite ist die Walzenkraft deutlich geringer, was mit weniger Verschleiß verbunden ist. Um einen Eindruck von der Größenordnung zu bekommen, wird für den in den vorangegangenen Abschnitten diskutierten

Beispielfall der maximale Druck im Walzenspalt von etwa 2100 MPa im 4-high-Modus auf etwa 1100 MPa im 5-high-Modus reduziert, Figur 5, Mitte.

Ein weiterer Aspekt ist der Unterschied zwischen oberer und unterer Arbeitswalze und die Entwicklung der Bandoberflächenrauigkeit im 5-high-Modus selbst. In

- 5 Bezug auf den Verschleiß wird erwartet, dass die große untere Arbeitswalze 4 doppelt profitiert: Erstens durch ihren größeren Durchmesser und damit mehr Fläche und zweitens durch eine geringere Hertz'sche Pressung im Kontakt mit der Stützwalze im Vergleich zur kleinen oberen Arbeitswalze 6, die in Kontakt mit der Zwischenwalze 8 steht.
- 10 Für die letzte Testkampagne mit vier Coils im 5-high-Modus wurden beide Arbeitswalzen 4,6 frisch geschliffen und verchromt. Die 3D-Oberflächenrauigkeitsmessungen vor und nach dem Walzen zeigen für beide Walzen nur geringe Unterschiede (Figur 7). Der Ra-Wert (arithmetischer Mittelrauwert) bleibt in den statistischen Grenzen ähnlich. Offensichtlich ist der
- 15 Walzspaltdruck und die daraus resultierende Walzkraft so gering, dass kein großer Verschleißeffekt an den verchromten Walzen sichtbar ist. Der Rp-Wert (Höhe der größten Profilspitze des Rauheitsprofils) nimmt bei beiden Walzen gleichzeitig ab, was die bekannte Abflachung der Oberflächenunebenheiten widerspiegelt, die durch den ersten Kontakt mit dem Band und den anderen Walzen entsteht. Es
- 20 wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Bandrauigkeit zwischen Ober- und Unterseite festgestellt.

Bezugszeichenliste

	1	Kaltwalzwerk
	2	erstes Kaltwalzgerüst
5	3	zweites Kaltwalzgerüst
	4	Arbeitswalze
	5	Wechselkassette
	6	kleinere obere Arbeitswalze der 5-high Konfiguration
	7	Kaltband
10	8	obere Zwischenwalze der 5-high Konfiguration
	9	Einbaustücke der Wechselkassette
	10	Antriebszapfenattrappe

Patentansprüche

- 5 1. Kaltwalzgerüst (2) zum Kaltwalzen eines Kaltbandes, wobei
das Kaltwalzgerüst (2) eine obere und eine untere Arbeitswalze (4,6)
aufweist und die obere und untere Arbeitswalze (4,6) einen
unterschiedlichen Durchmesser aufweisen.
- 10 2. Kaltwalzgerüst (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
der Durchmesser der oberen und der unteren Arbeitswalze gemäß der
Formel $Deff = \frac{2}{1/Dtop+1/Dbot}$ bemessen ist, wobei $Deff$ der effektive
Durchmesser der Arbeitswalzen, $Dtop$ der Durchmesser der oberen
Arbeitswalze und $Dbot$ der Durchmesser der unteren Arbeitswalze ist.
- 15 3. Kaltwalzgerüst (2) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass der Durchmesser der kleineren Arbeitswalze (6)
zwischen 120 mm und 380 mm, bevorzugt zwischen 180 und 320 mm.
weiterhin bevorzugt zwischen 200 und 250 mm beträgt.
- 20 4. Kaltwalzgerüst (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet dass, das Kaltwalzgerüst (2) mit einer 5-high Konfiguration
ausgebildet ist.
- 25 5. Kaltwalzgerüst (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
gekennzeichnet, dass wenigstens eine vorzugsweise als Zwischenwalze (8)
ausgebildete Stützrolle die kleinere Arbeitswalze (6) abstützt; und die
Stützrolle einen Durchmesser zwischen 180 mm und 520 mm, bevorzugt
zwischen 250 mm und 450 mm, weiterhin bevorzugt zwischen 280 und 300
30 mm aufweist.

6. Kaltwalzgerüst (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Summe der Durchmesser der kleineren Arbeitswalze (6) und der Durchmesser der Zwischenwalze (8) etwa dem Durchmesser der großen Arbeitswalze (4) entspricht.

5

7. Kaltwalzgerüst (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitswalzen (4,6) eine Verschleiß- und/oder Korrosionsschutzschicht, vorzugsweise eine Chrombeschichtung aufweisen.

10

8. Kaltwalzgerüst (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Zwischenwalze (8) zylindrisch ist; und
wenigstens eine Arbeitswalze (6) eine Bombierung aufweist, welche
vorzugsweise positiv und / oder mittig angeordnet ist..

15

9. Kaltwalzgerüst (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die kleinere Arbeitswalze (6) und die mit dieser zusammenwirkende Stützrolle nicht angetrieben sind.

20

10. Kaltwalzgerüst (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch wenigstens eine vorzugsweise zwei jeweils einlaufseitig und auslaufseitig vorgesehene Bandzugeinrichtungen.

25

11. Verfahren zum Herstellen eines Kaltbandes (7) mit einem Kaltwalzgerüst (2) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei
das Kaltband zwischen zwei Arbeitswalzen (4,6) eine Dickenreduktion erfährt und Arbeitswalzen mit unterschiedlichen Durchmessern verwendet werden.

30

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass

die Dicke des Kaltbandes (7), vorzugsweise in einem Walzstich, um mehr als 30%, vorzugsweise um mehr als 35 %, vorzugsweise mehr als 40 %, besonders bevorzugt um mehr als 45 % reduziert wird.

- 5 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Dickenreduktion mit einer Bandauslaufgeschwindigkeit $\geq 1200\text{m/min}$, vorzugsweise $\geq 2000\text{ m/min}$ durchgeführt wird.
- 10 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Kaltband (7) in dem Kaltwalzgerüst (2) in einem Durchlauf von einer Ausgangsdicke von 0,13 mm bis 0,2 mm auf eine Enddicke von $\geq 0,1\text{ mm}$ reduziert wird.
- 15 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der beim Walzen ein Bandvorzug höher als ein Bandrückzug eingestellt wird.
- 20 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Walzkraft auf einen Wert eingestellt wird der um mindestens 30%, vorzugsweise um mindestens 40% ganz besonders bevorzugt um mindestens 50% geringer ist als die erforderliche Walzkraft beim Einsatz eines symmetrischen Walzensatzes mit ausschließlich großen Walzen (4-hi Konfiguration).
- 25 17. Verfahren zum Wechsel einer Walzenkonfiguration in einem Kaltwalzgerüst (2), vorzugsweise in Kassettenbauweise, von einer 4-high Konfiguration mit symmetrischen Arbeitswalzendurchmessern in eine 5-high Konfiguration mit asymmetrischen Arbeitswalzendurchmessern, die zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 10 bis 13 ausgebildet ist, wobei bei
- 30 einem Konfigurationswechsel mindestens eine der Arbeitswalzen (4) des Kaltwalzgerüsts durch eine Walzenanordnung als Austauschatz

ausgetauscht wird, wobei der Austauschsatz wenigstens zwei Austauschwalzen umfasst, die in einer gemeinsamen Kassette gelagert sind, wobei die obere und untere Arbeitswalze (4,6) nach dem Konfigurationswechsel einen unterschiedlichen Durchmesser aufweisen.

- 5 18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Summe der Arbeitswalzenkrümmungen der asymmetrischen Arbeitswalzenkonfiguration der Summe der Arbeitswalzenkrümmungen der symmetrischen Walzenkonfiguration entspricht.
- 10 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet dass der Durchmesser der oberen und der unteren Arbeitswalze gemäß der Formel $Deff = \frac{2}{1/Dtop+1/Dbot}$ bemessen ist, wobei $Deff$ der effektive Durchmesser der Arbeitswalzen, $Dtop$ der Durchmesser der oberen Arbeitswalze und $Dbot$ der Durchmesser der unteren Arbeitswalze ist.
- 15 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass zum Wechsel der Walzenkonfiguration in eine 5-high Konfiguration eine Antriebszapfenattrappe des Austauschsatzes mit einem Antrieb des Kaltwalzgerüsts gekoppelt wird.
- 20 21. Walzenanordnung als Austauschsatz zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 17 bis 20, umfassend eine Arbeitswalze (6) und eine Zwischenwalze (8), die in einer gemeinsamen Kassette gelagert sind, wobei die Kassette Zwischenwalzen-Einbaustücke (9) aufweist, deren Einbaumaße denjenigen der Arbeitswalzen-Einbaustücke des Kaltwalzgerüsts in der 4-high Konfiguration im Wesentlichen entsprechen.
- 25 22. Walzenanordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass an einem antriebsseitig vorgesehenen Arbeitswalzen-Einbaustück (9) eine Antriebszapfenattrappe (10) vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass die

Arbeitswalze (6) des Austauschsatzes in der Einbaulage nicht angetrieben ist.

23. Walzenanordnung nach einem der Ansprüche 21 oder 22 , gekennzeichnet
5 durch die Merkmale eines der Ansprüche 3 bis 8.

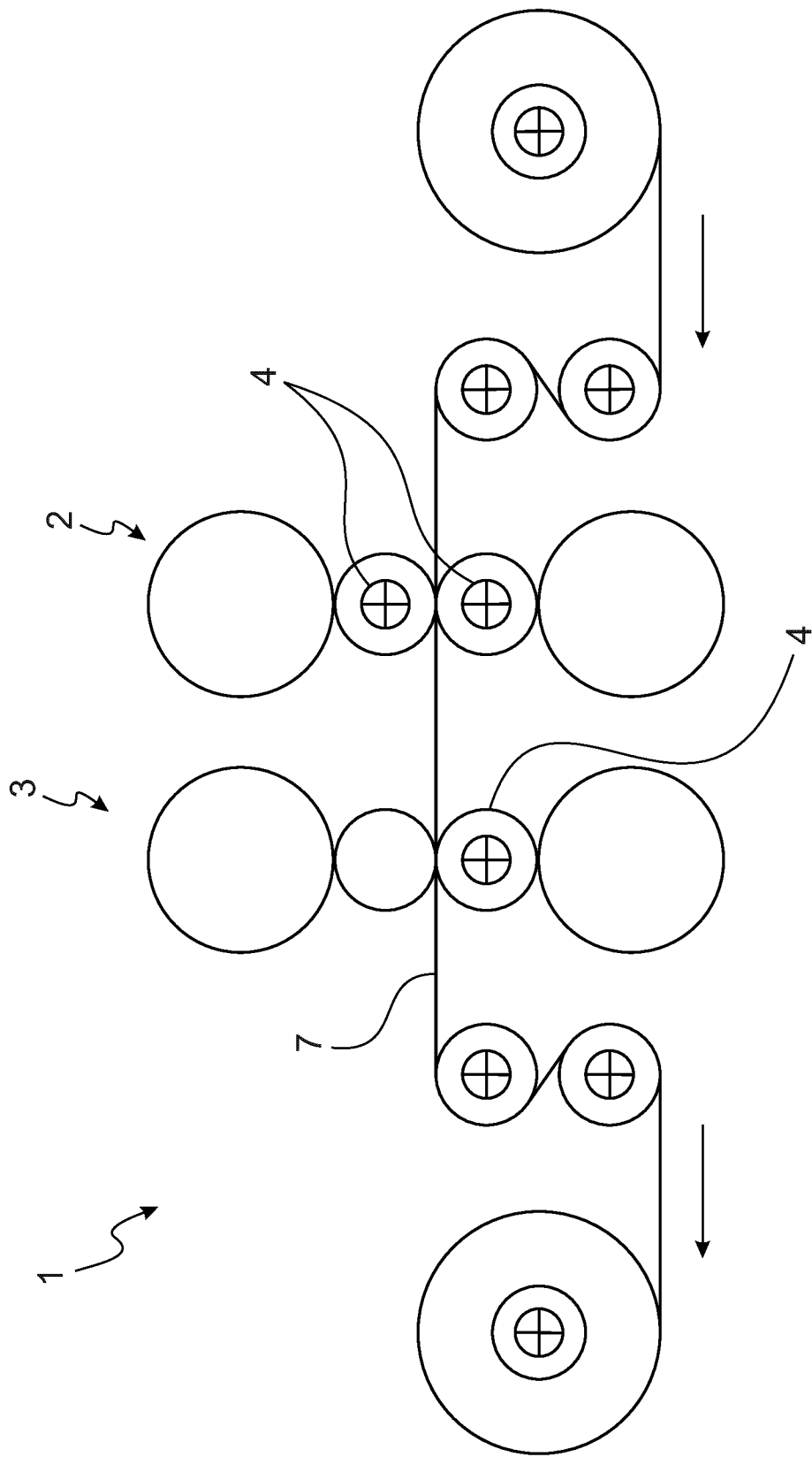


Fig. 1

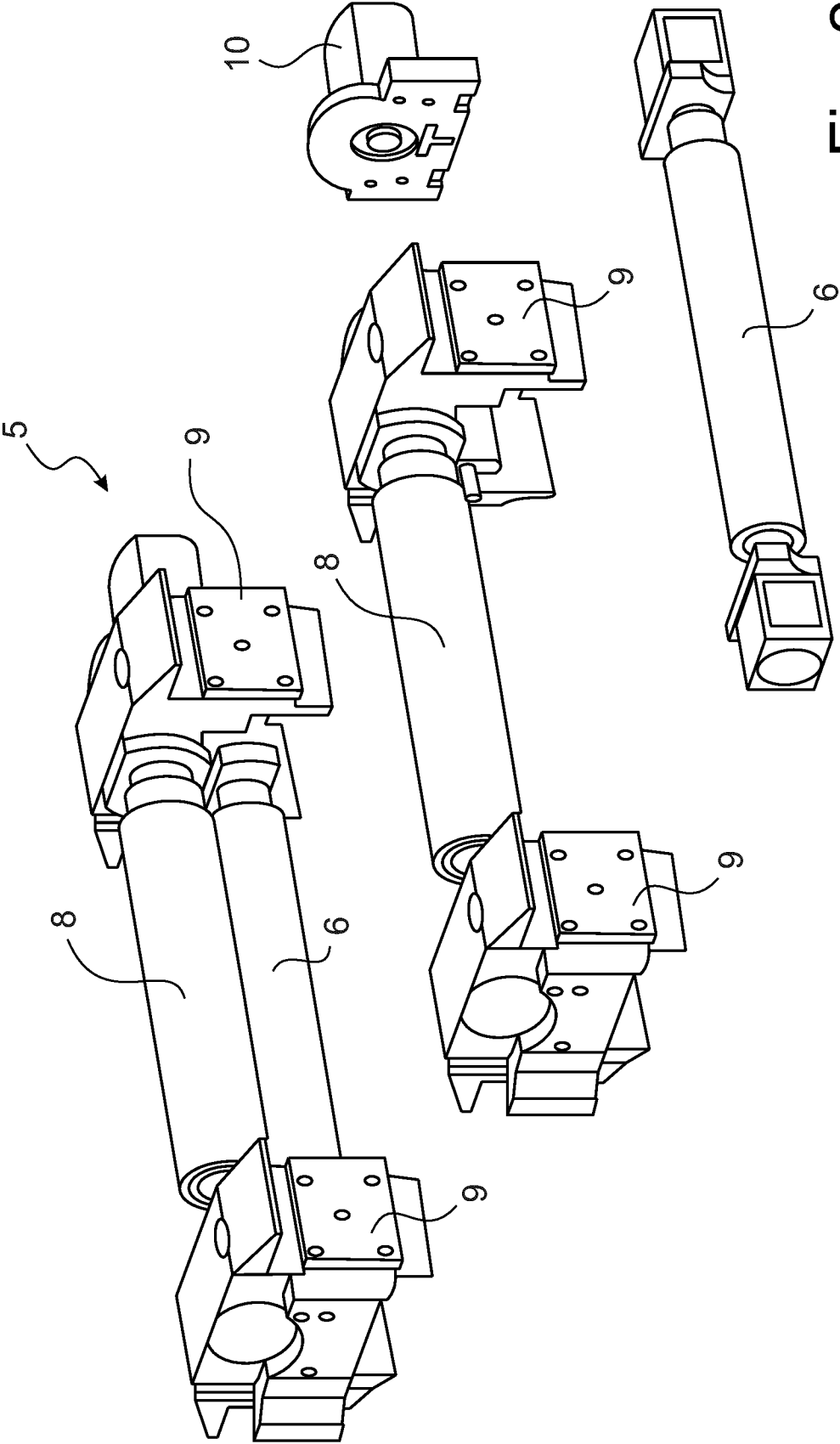


Fig. 2

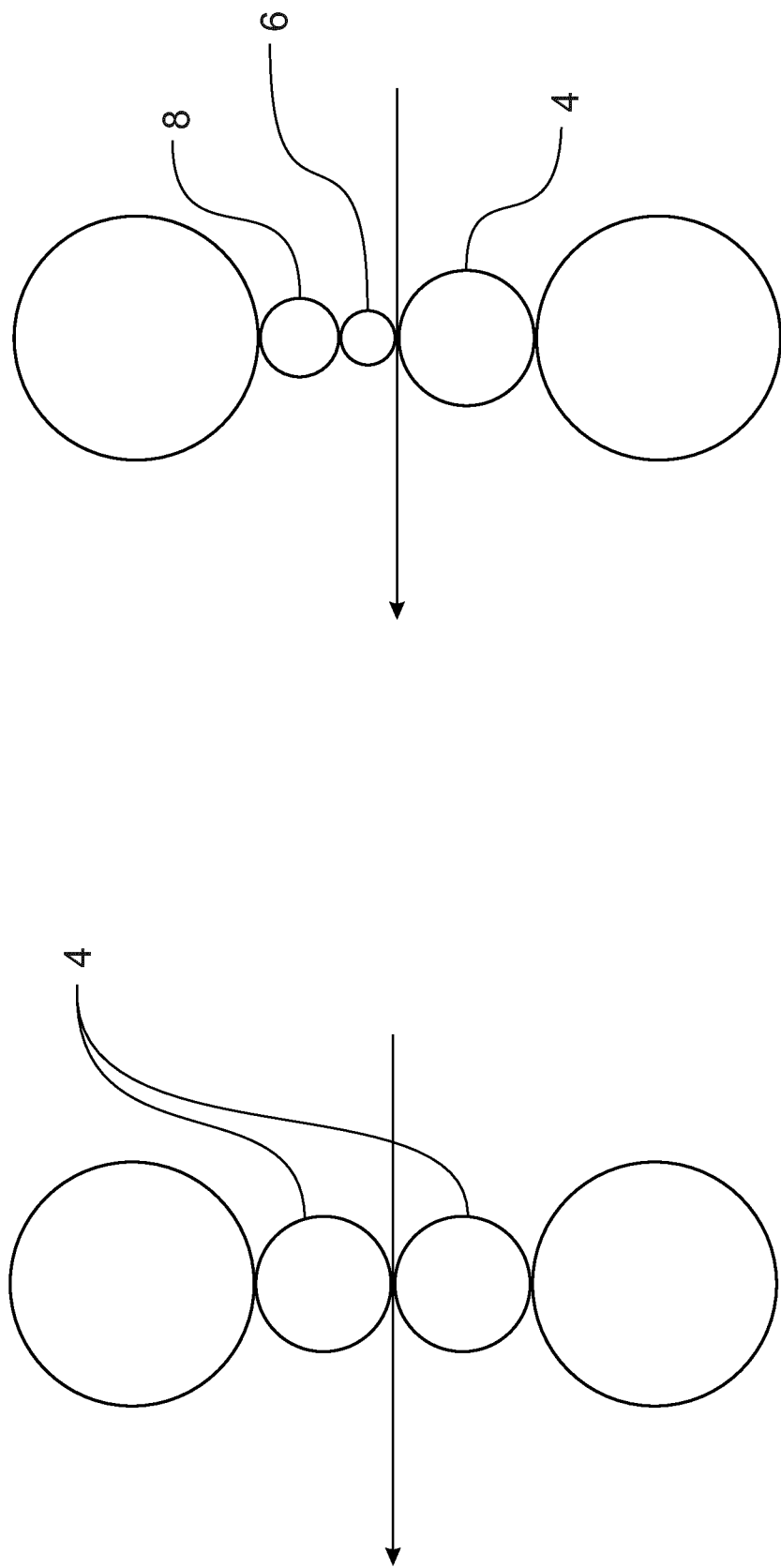


Fig. 3

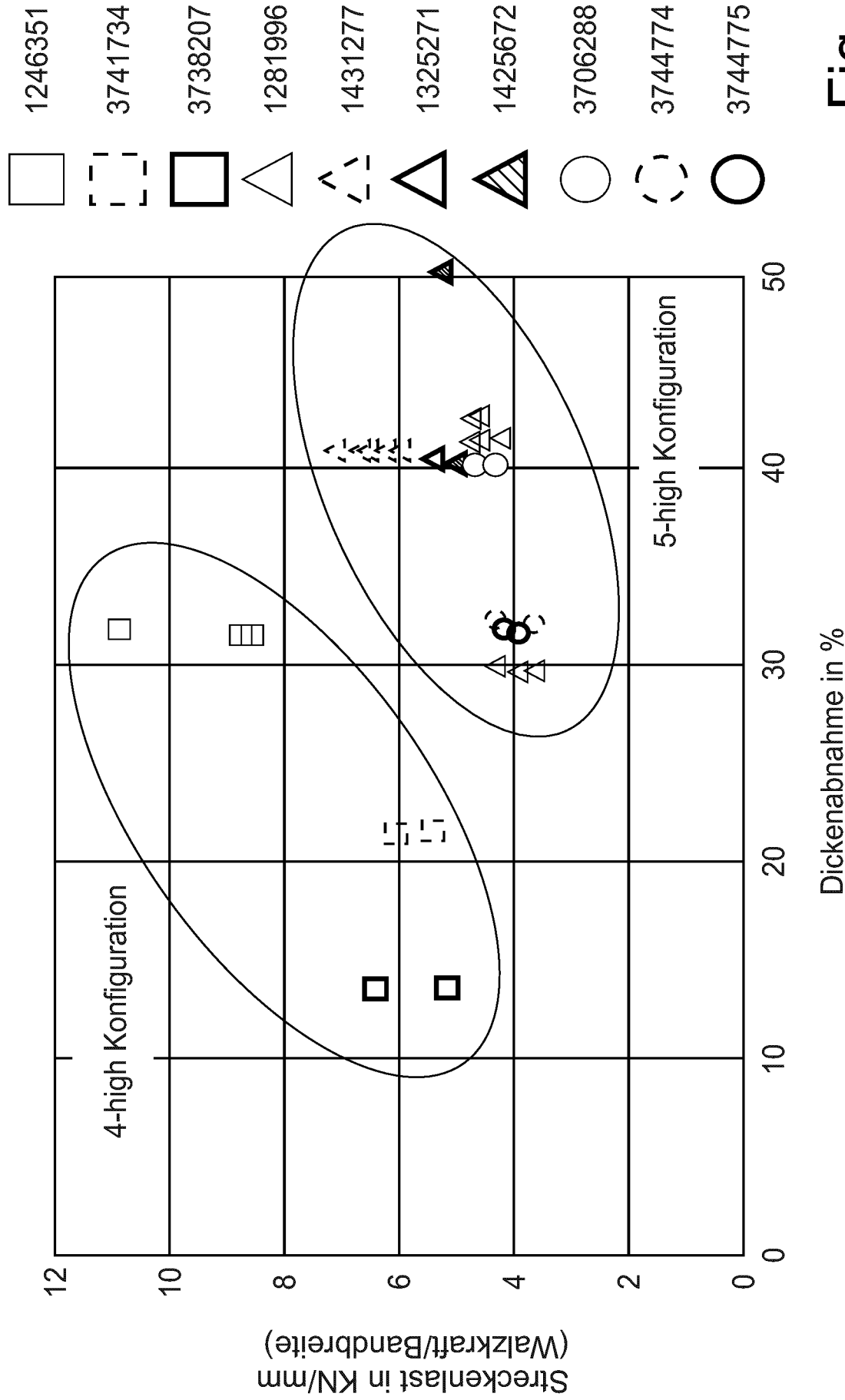


Fig. 4

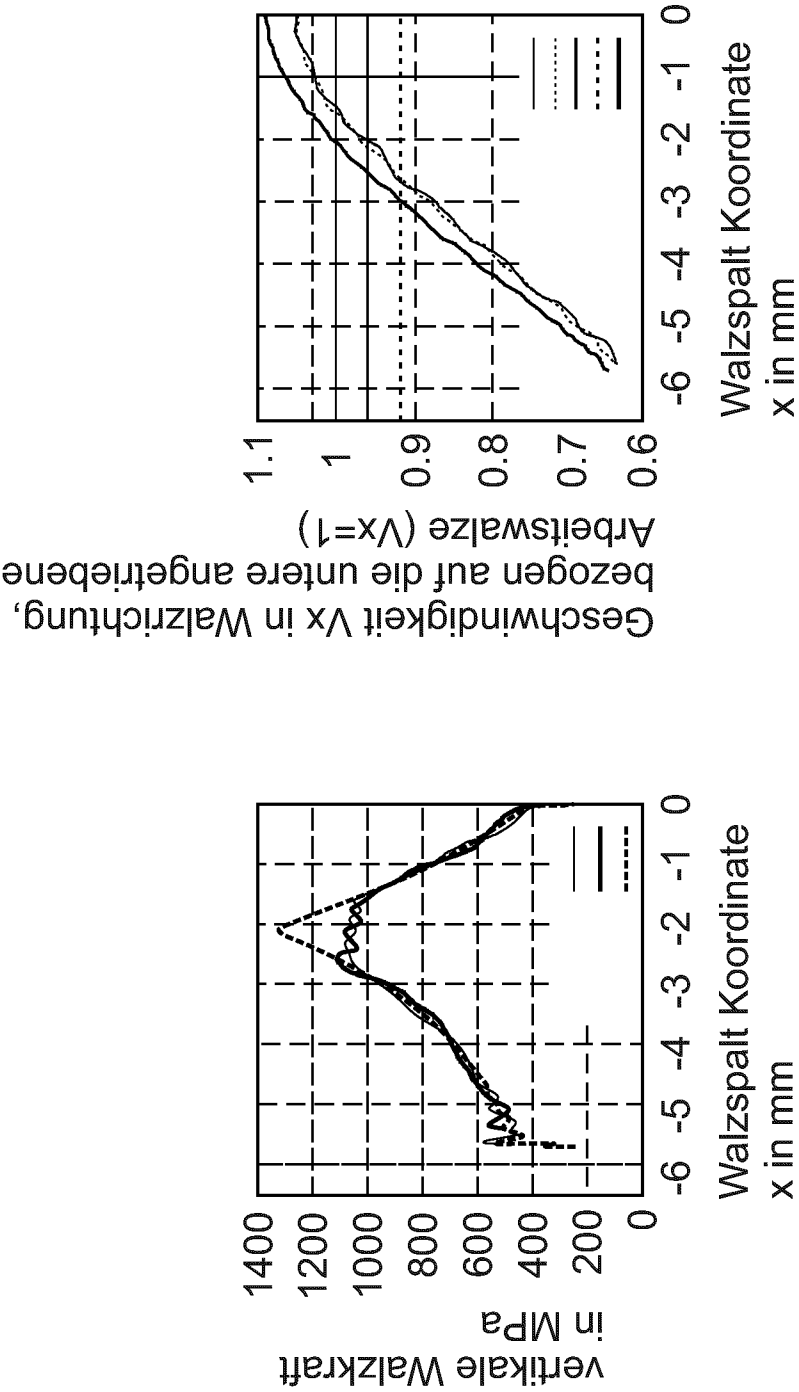
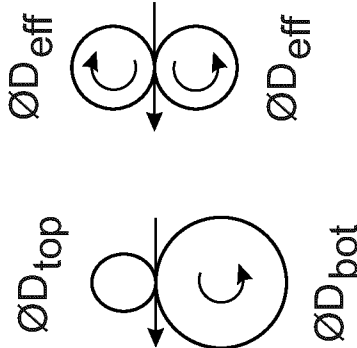
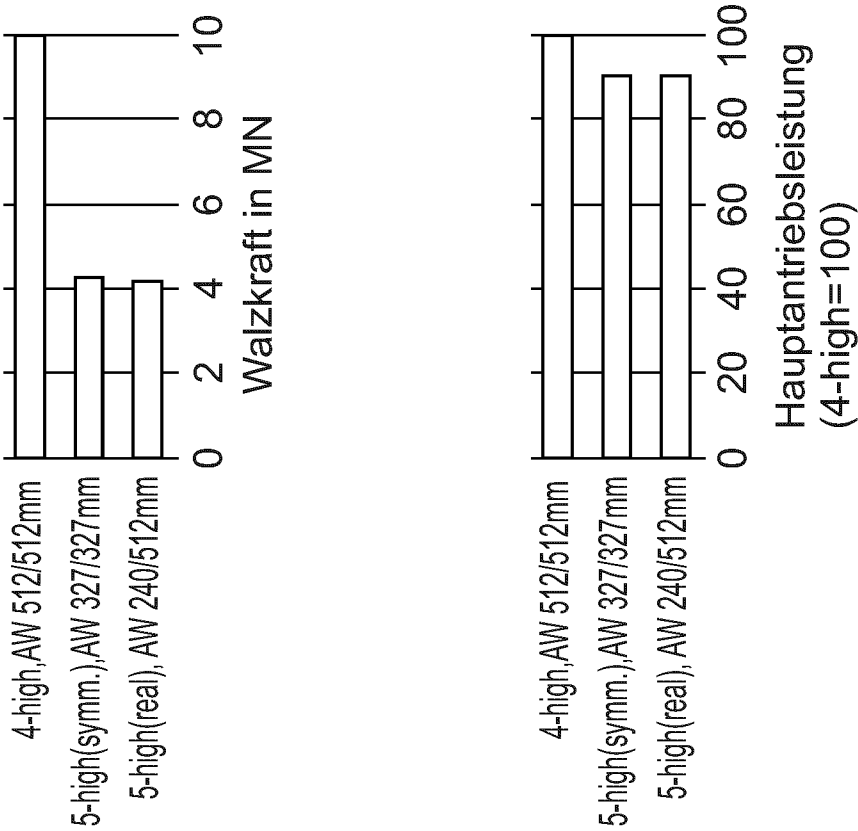


Fig. 5





Arbeitswalzendurchmesser oben/unten [mm]	512/512	327/327	240/512
Walzkraft[MN]	9,98	4,29	4,16 [*])
Walzkraft		-57%	-58,3%
Lagerverluste		-57%	-58,3%
Rollmoment	^{**})	-6,4	
Hauptantriebsleistung		-9,6	-9,7

^{*}) neu berechnete Walzkraft

^{**}) auf die Antriebsspindel übertragen

Fig. 6

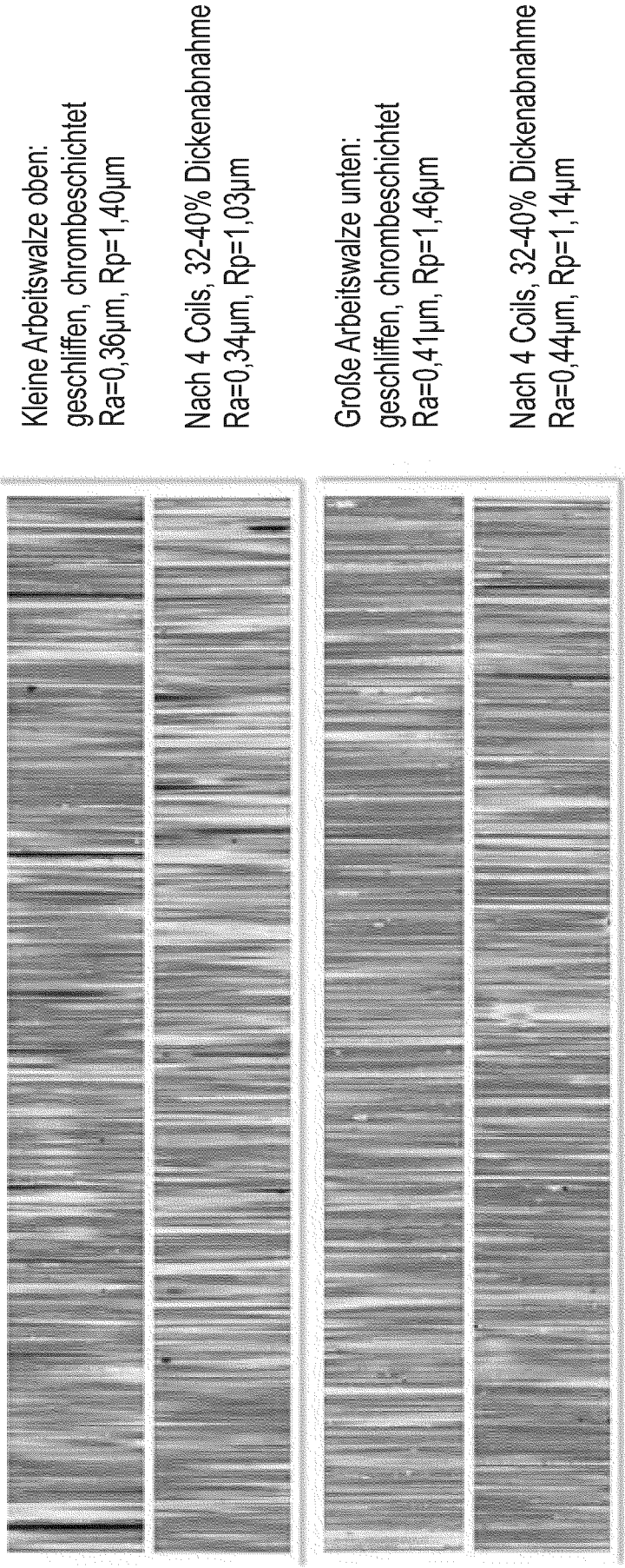


Fig. 7

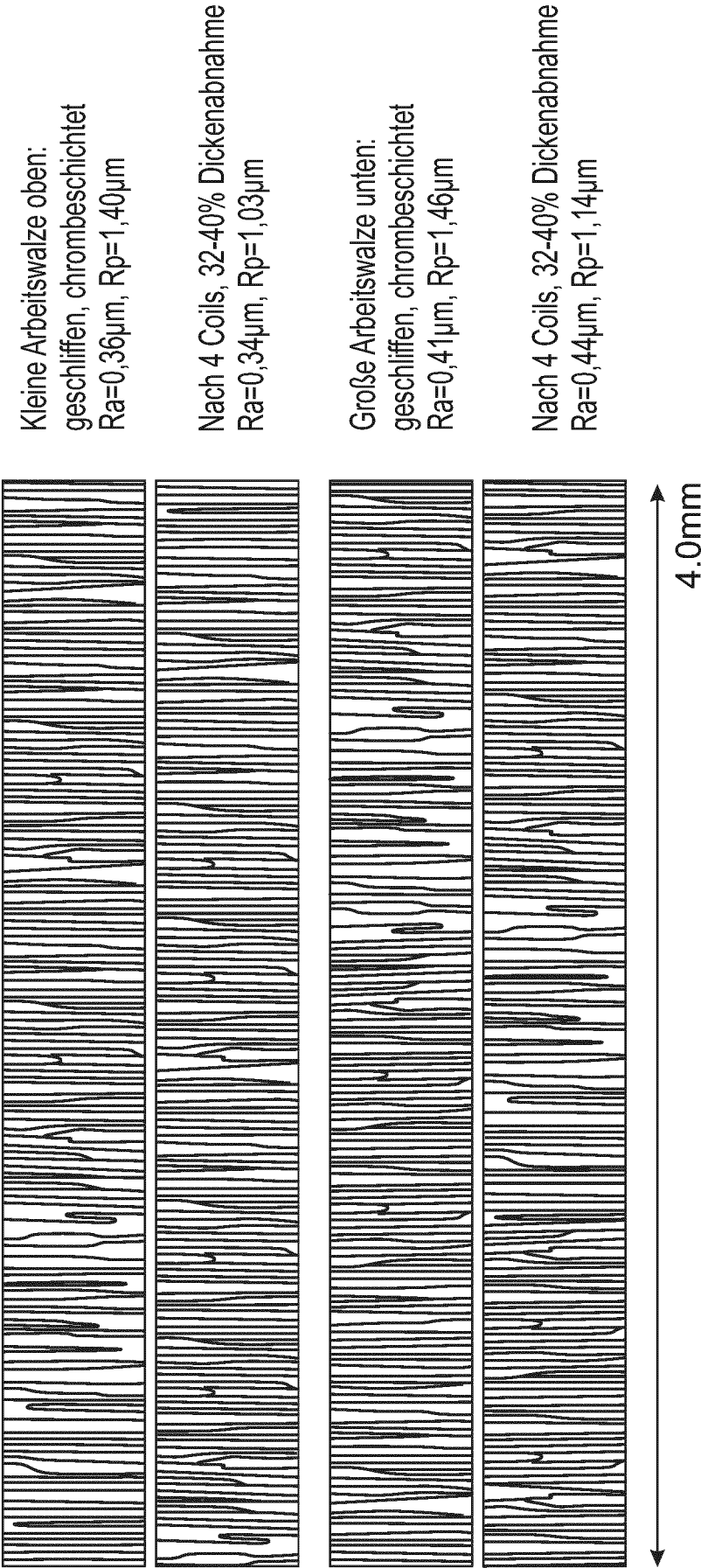


Fig. 7a

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/065824

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B21B 1/28**(2006.01)i; **B21B 3/02**(2006.01)i; **B21B 13/00**(2006.01)i; **B21B 27/02**(2006.01)i; **B21B 31/10**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102020203076 A1 (SMS GROUP GMBH [DE]) 16 September 2021 (2021-09-16) paragraph [0027] - paragraph [0033]; figure 1	1-6, 9, 11, 17, 19-23
X	JP S61232008 A (HITACHI LTD) 16 October 1986 (1986-10-16) claim 1; figures 1, 4	1-6, 9, 11, 17, 19-23
X	JP S6261706 A (KAWASAKI STEEL CO) 18 March 1987 (1987-03-18) abstract; claim 1; figure 1	1-6, 9, 11, 17, 19-23



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 August 2024

Date of mailing of the international search report

14 November 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Frisch, Ulrich

Telephone No.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 1-6, 9, 11, 17, 19-23

A cold rolling stand and a method allowing a change of configuration, wherein at least one of the work rolls of the cold rolling stand is replaced by a roll assembly as a replacement set

2. Claim: 7

A cold rolling stand, wherein the work rolls have a wear-resistant and/or corrosion-resistant coating

3. Claims: 8, 18

A cold rolling stand and a method, wherein the crowning or curvature of the work rolls are defined.

4. Claims: 10, 15

A cold rolling stand and a method, wherein the strip tension is further defined.

5. Claim: 12

A method for manufacturing a cold strip, wherein the reduction in the rolling pass is further defined.

6. Claim: 13

A method for manufacturing a cold strip, wherein the rolling speed is further defined.

7. Claim: 14

A method for manufacturing a cold strip, wherein the thicknesses of the strip are further defined.

8. Claim: 16

A method for manufacturing a cold strip, wherein the rolling force is further defined.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1-6, 9, 11, 17, 19-23**

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/065824

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
DE	102020203076	A1	16 September 2021	CN	115279506	A	01 November 2022
				DE	102020203076	A1	16 September 2021
				EP	4117834	A1	18 January 2023
				JP	7470201	B2	17 April 2024
				JP	2023517223	A	24 April 2023
				WO	2021180395	A1	16 September 2021

JP	S61232008	A	16 October 1986	JP	H0626721	B2	13 April 1994
				JP	S61232008	A	16 October 1986

JP	S6261706	A	18 March 1987	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B21B1/28 B21B3/02 B21B13/00 B21B27/02 B21B31/10 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B21B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2020 203076 A1 (SMS GROUP GMBH [DE]) 16. September 2021 (2021-09-16) Absatz [0027] - Absatz [0033]; Abbildung 1 -----	1-6,9, 11,17, 19-23
X	JP S61 232008 A (HITACHI LTD) 16. Oktober 1986 (1986-10-16) Anspruch 1; Abbildungen 1,4 -----	1-6,9, 11,17, 19-23
X	JP S62 61706 A (KAWASAKI STEEL CO) 18. März 1987 (1987-03-18) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 1 -----	1-6,9, 11,17, 19-23
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 28. August 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 14/11/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Frisch, Ulrich

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung;; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1 - 6, 9, 11, 17, 19 - 23

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-6, 9, 11, 17, 19-23

Kaltwalzgerüst und Verfahren die einen Konfigurationswechsel ermöglichen wobei mindestens eine der Arbeitswalzen des Kaltwalzgerüsts durch eine Walzenanordnung als Austauschsatz ausgetauscht wird

2. Anspruch: 7

Kaltwalzgerüst wobei die Arbeitswalzen eine Verschleiß- und/oder Korrosionsschutzschicht aufweisen

3. Ansprüche: 8, 18

Kaltwalzgerüst und Verfahren wobei die Bombierung bzw. Krümmung der Arbeitswalzen definiert werden.

4. Ansprüche: 10, 15

Kaltwalzgerüst und Verfahren wobei der Bandzug weiter definiert wird.

5. Anspruch: 12

Verfahren zum Herstellen eines Kaltbandes wobei die Reduzierung im Walzstich weiter definiert wird.

6. Anspruch: 13

Verfahren zum Herstellen eines Kaltbandes wobei die Walzgeschwindigkeit weiter definiert wird.

7. Anspruch: 14

Verfahren zum Herstellen eines Kaltbandes wobei die Dicken des Bandes weiter definiert werden.

8. Anspruch: 16

Verfahren zum Herstellen eines Kaltbandes wobei die Walzkraft weiter definiert wird.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/065824

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102020203076 A1	16-09-2021	CN 115279506 A	01-11-2022
		DE 102020203076 A1	16-09-2021
		EP 4117834 A1	18-01-2023
		JP 7470201 B2	17-04-2024
		JP 2023517223 A	24-04-2023
		WO 2021180395 A1	16-09-2021

JP S61232008 A	16-10-1986	JP H0626721 B2	13-04-1994
		JP S61232008 A	16-10-1986

JP S6261706 A	18-03-1987	KEINE	
