

(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
17. Juni 2021 (17.06.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/116460 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B21B 13/00 (2006.01) **B21B 31/30** (2006.01)
B21B 31/20 (2006.01)

Planck-Straße 8A, 40237 Düsseldorf (DE). **FISCHER, Stephan**; Werbelsbrunnen 2 c, 57271 Hilchenbach (DE). **HAFFER, Joachim**; Kurze Straße 16, 57080 Siegen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/085853

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

(22) Internationales Anmeldedatum:

11. Dezember 2020 (11.12.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2019 219 318.8

11. Dezember 2019 (11.12.2019) DE

10 2020 201 789.1

13. Februar 2020 (13.02.2020) DE

10 2020 206 174.2

15. Mai 2020 (15.05.2020) DE

(71) **Anmelder: SMS GROUP GMBH** [DE/DE]; Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf (DE).

(72) **Erfinder: KREIKEMEIER, Jens**; Timmerbruch 38, 57368 Lennestadt (DE). **GOKHAN, Erarslan**; Max-

(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, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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,

(54) **Title:** HOT-ROLLING STAND FOR A HOT-ROLLING MILL AND FOR PRODUCING A FLAT METAL PRODUCT, HOT-ROLLING MILL AND METHOD FOR OPERATING A HOT-ROLLING MILL

(54) **Bezeichnung:** WARMWALZGERÜST FÜR EIN WARMWALZWERK UND ZUM HERSTELLEN EINES METALLENEN FLACHPRODUKTS, WARMWALZWERK SOWIE VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES WARMWALZWERKS

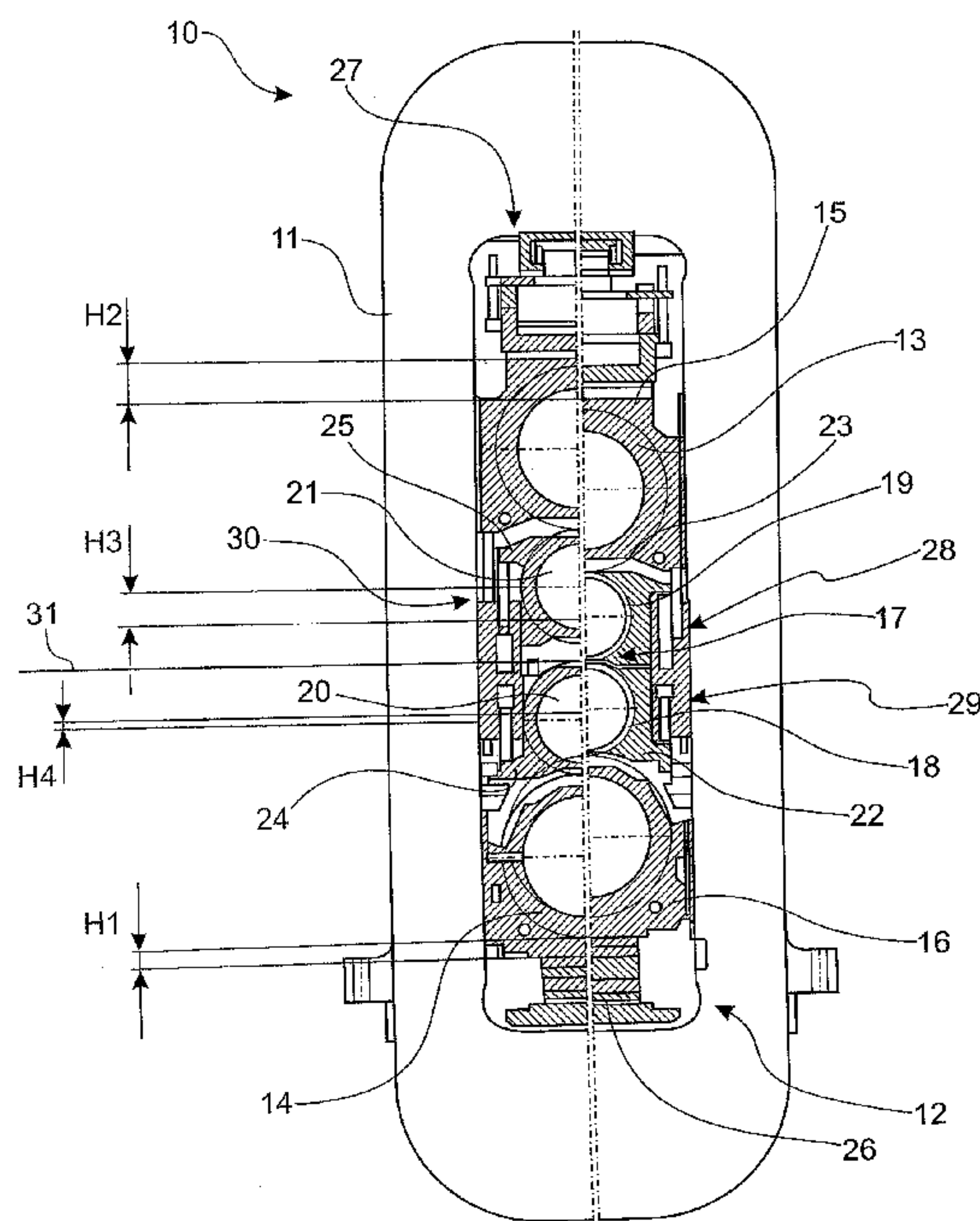


Fig. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a hot-rolling stand (10) for a hot-rolling mill, comprising an adjusting device (12), which is intended for receiving a pair (17) of work rolls and for positioning work rolls (18, 19; 20, 21) of the pair (17) of work rolls in relation to one another to define a rolling gap. In order to create a hot-rolling stand (10) that can be adapted as flexibly as possible, the adjusting device (12) is designed to interchangeably accommodate, in the pair (17) of work rolls, different roll-diameter ranges by means of mutually complementary work rolls (18, 19; 20, 21)."

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Warmwalzgerüst (10) für ein Warmwalzwerk, umfassend eine Anstellvorrichtung (12), welche dafür vorgesehen ist, ein Arbeitswalzenpaar (17) aufzunehmen und Arbeitswalzen (18, 19; 20, 21) des Arbeitswalzenpaares (17) unter Definition eines Walzspalts zueinander zu positionieren. Um ein möglichst flexibel anpassbares Warmwalzgerüst (10) zu verwirklichen, ist die Anstellvorrichtung (12) dazu eingerichtet, bei dem Arbeitswalzenpaar (17) unterschiedliche Walzendurchmesserbereiche mit einander entsprechenden Arbeitswalzen (18, 19; 20, 21) auswechselbar aufzunehmen.

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, 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)

Warmwalzgerüst für ein Warmwalzwerk und zum Herstellen eines metallenen Flachprodukts, Warmwalzwerk sowie Verfahren zum Betreiben eines Warmwalzwerks

5

Die Erfindung betrifft ein Warmwalzgerüst für ein Warmwalzwerk und zum Herstellen eines metallenen Flachprodukts, umfassend eine Anstellvorrichtung, welche dafür vorgesehen ist, ein Arbeitswalzenpaar aufzunehmen und Arbeitswalzen des Arbeitswalzenpaares unter Definition eines Walzspalts
10 zueinander zu positionieren. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Warmwalzwerk sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Warmwalzwerks.

Mit Hilfe von Walzwerken werden metallische Ausgangsprodukte umgeformt. Insbesondere in Warmwalzwerken werden Ausgangsprodukte aus einer
15 Urformung auf eine Zwischen- oder Endabmessung im heißen Zustand umgeformt. Die Warmwalzstraßen können sich dazu beispielsweise direkt an eine Stranggießanlage anschließen. Typischerweise weist eine Warmwalzstraße für ein Flachprodukt einen Ausgleichs- bzw. Aufwärmofen zum Aufheizen und / oder Homogenisieren des Vorproduktes auf die gewünschte Umformtemperatur und
20 weitere Aggregate auf. In Abhängigkeit von den zu erzeugenden Endprodukten z.B. dem Werkstoff, der Zielabmessung oder dem gewünschten Umformgrad werden diese Aggregate dann aufeinander abfolgend in einer Linie zu einer Walzstraße kombiniert fest aufgebaut. Typischerweise sind dies Warmwalzgerüste, Transportstrecken, Kühleinrichtungen, Trenneinrichtungen,
25 Heizeinrichtungen und / oder Oberflächenbehandlungseinrichtungen. In einem Warmwalzgerüst wird eine Umformung des zu behandelnden Walzguts dabei über Arbeitswalzen eines Arbeitswalzenpaares vorgenommen, welches zumeist in Kombination mit Stützwalzen in einem Walzenständer aufgenommen ist. Eine
– Festlegung eines Walzendurchmesserbereichs der Arbeitswalzen erfolgt dabei
30 üblicherweise im Hinblick auf verschiedenste Betriebsparameter des Warmwalzwerks und auch zu erreichender Parameter des herzustellenden

Endprodukts.

Aus der JP S6313601 A geht ein Walzgerüst hervor, welches einen Konfigurationswechsel von einem Walzgerüst in Quarto-Bauweise zu einem
5 Walzgerüst in Sexto-Bauweise offenbart, um eine umfassenderes Dickenspektrum walzen zu können. Zum Wechsel der Konfiguration wird sowohl ein Zwischenwalzensatz als auch ein Arbeitswalzensatz in den Einbauraum des Arbeitswalzensatzes eingebracht, wobei die Arbeitswalzen einen verhältnismäßig kleinen Walzendurchmesser aufweisen.

10

Der Erfindung liegt ausgehend vom vorstehend beschriebenen Stand der Technik die A u f g a b e zugrunde, ein Warmwalzgerüst für ein Warmwalzwerk zu realisieren, wobei das Warmwalzgerüst möglichst flexibel an unterschiedliche Fertigprodukte, Prozessführungen, Abmessungen, Werkstoffe und / oder
15 Qualitätsanforderungen anpassbar sein soll, ohne einen zusätzlichen/weiteren Walzensatz in das Gerüst aufzunehmen.

Die L ö s u n g dieser Aufgabe erfolgt ausgehend vom Oberbegriff des Anspruchs 1 in Verbindung mit dessen kennzeichnenden Merkmalen. Die hierauf
20 folgenden, abhängigen Ansprüche geben jeweils vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung wieder. Ein Warmwalzwerk, in welchem mindestens ein erfindungsgemäßes Warmwalzgerüst zur Anwendung kommt, ist ferner jeweils Gegenstand der Ansprüche 8 und 9. Zudem betreffen die Ansprüche 10 bis 16 ein Verfahren zum Betreiben eines Warmwalzwerks.

25

Gemäß der Erfindung umfasst ein Warmwalzgerüst eine Anstellvorrichtung, welche dafür vorgesehen ist, ein Arbeitswalzenpaar aufzunehmen und Arbeitswalzen des Arbeitswalzenpaares unter Definition eines Walzspalts
– zueinander zu positionieren. Bevorzugt umfasst die Anstellvorrichtung des
30 Warmwalzgerüsts dabei einen Walzenständer, in welchem das Arbeitswalzenpaar gelagert ist und in dem die Arbeitswalzen des Arbeitswalzenpaares über weitere

Komponenten der Anstellvorrichtung zueinander positioniert werden. Das Arbeitswalzenpaar setzt sich insbesondere aus zwei Arbeitswalzen in Form einer unteren Arbeitswalze und einer oberen Arbeitswalze zusammen, wobei die einzelnen Arbeitswalzen im montierten Zustand im Walzgerüst bevorzugt in je
5 einem zugehörigen Führungselement geführt ist. Im Sinne der Erfindung handelt es sich bei dem jeweiligen Führungselement dabei insbesondere um ein jeweiliges Einbaustück, in welchem die jeweilige Arbeitswalze rotierbar gelagert ist.

Insbesondere steht zudem jede der Arbeitswalzen des Arbeitswalzenpaares im
10 montierten Zustand mit mindestens einer Stützwalze in Kontakt, an welcher sich die einzelne Arbeitswalze im Zuge eines Walzvorganges und dem Einbringen einer entsprechenden Umformkraft in das umzuformende Walzgut abstützen kann. Auch diese Stützwalzen sind dabei jeweils bevorzugt in je einem zugehörigen Führungselement geführt, bei welchem es sich bevorzugt ebenfalls um jeweils ein
15 Einbaustück handelt.

Bei der „Anstellvorrichtung“ des erfindungsgemäßen Warmwalzgerüsts handelt es sich im Sinne der Erfindung um eine Vorrichtung, über welche die Arbeitswalzen des Arbeitswalzenpaares ggf. mittelbar über zwischenliegende Stützwalzen unter
20 Ausbildung eines gewünschten Walzspaltes zueinander positioniert werden können. Besonders bevorzugt umfasst die Anstellvorrichtung dabei neben zwei Walzenständern weitere Komponenten, die eine Keilverstellung einer unteren Arbeitswalze des Arbeitswalzenpaares und/oder eine hydraulische Anstellung einer oberen Arbeitswalze des Arbeitswalzenpaares und/oder je eine
25 Arbeitswalzenbiegung der unteren und/oder der oberen Arbeitswalze umfassen können. Die Keilverstellung, die hydraulische Anstellung und die jeweilige Arbeitswalzenbiegung können dabei jeweils ggf. noch weitere Einzelkomponenten aufweisen.

—
30 Das erfindungsgemäße Walzgerüst ist als Warmwalzgerüst für den Einsatz beim Warmwalzen konzipiert, d.h. für einen Walzprozess eines Walzguts bei einer

Temperatur oberhalb der Rekristallisationstemperatur eines zu verarbeitenden Metalls. Unter einem „Walzspalt“ zwischen den Arbeitswalzen des Arbeitswalzenpaares ist im Sinne der Erfindung ein Abstand der Arbeitswalzen zueinander zu verstehen.

5

Die Erfindung umfasst nun die technische Lehre, dass die Anstellvorrichtung dazu eingerichtet ist, bei dem Arbeitswalzenpaar unterschiedliche Walzendurchmesserbereiche mit einander entsprechenden Arbeitswalzen auswechselbar aufzunehmen. Mit anderen Worten ist also die Anstellvorrichtung bei dem
10 erfindungsgemäßen Warmwalzgerüst dazu ausgebildet, Arbeitswalzen eines Arbeitswalzenpaares aufzunehmen, wobei die Arbeitswalzen dabei unter Veränderung des Walzendurchmesserbereichs paarweise ausgewechselt werden können. Die im Warmwalzgerüst montierten Arbeitswalzen entsprechen einander dabei stets hinsichtlich des gewählten Walzendurchmesserbereichs. Die
15 wählbaren (Arbeits-)Walzendurchmesserbereiche unterscheiden sich insofern voneinander, als die Durchmesserabweichung (deutlich) über den üblichen Walzenabschliff hinaus geht.

Eine derartige Ausführung eines Warmwalzgerüsts hat dabei den Vorteil, dass
20 aufgrund der paarweisen Austauschbarkeit der Arbeitswalzen des Arbeitswalzenpaares eine Anpassung des Warmwalzgerüsts an gewünschte Betriebsparameter vorgenommen werden kann. So kann diese Anpassung durch geeignete Wahl des Walzendurchmesserbereichs im Hinblick auf ein jeweiliges zu fertigendes Produkt, eine jeweilige Prozessführung, jeweilige Abmessungen,
25 jeweilige Werkstoffe und / oder jeweilige Qualitätsanforderungen vorgenommen werden, so dass sich das Spektrum der herstellbaren Produkte vergrößert. Diese Anpassung kann dabei schneller und unkomplizierter erfolgen ohne dass zusätzliche Walzen in das Gerüst hineingebracht werden müssen. Das Einbringen
– eines zusätzlichen Walzensatzes würde mit Blick auf die Walzgutabmessungen in
30 einem Warmwalzwerk zu umfangreichen weiteren Anpassungen, z.B. der Einlaufführungen, des Antriebsstranges, aber auch der Anstellvorrichtung führen,

die z. B. in einem Wartungsstillstand durchgeführt werden müssen. Insgesamt kann mit der Erfindung ein flexibel einstellbares Warmwalzgerüst verwirklicht werden, bei dessen Anwendung auch ein flexibel händelbares Warmwalzwerk realisierbar ist, indem ein Walzendurchmesserbereich der auswechselbaren
5 Arbeitswalzen im Hinblick auf die geplanten Betriebsparameter gewählt wird.

Dadurch besteht die Möglichkeit, unterschiedlichen Bedingungen und Anforderungen beim Warmwalzen Rechnung zu tragen. So sinken mit abnehmendem Walzendurchmesser bei ansonsten gleichen Walzbedingungen
10 (Einlauf- und Auslaufdicke, Breite, Material, Einlauftemperatur, Bandgeschwindigkeit) die Anlagenbelastung (Walzkraft, Walzmoment), ein Wärmefluss vom Walzgut in die jeweilige Arbeitswalze sowie auch der Energieverbrauch bedingt durch die verringerte Umformarbeit. Hingegen reduziert sich mit zunehmendem Walzendurchmesser bei einer gleichbleibenden
15 Einlaufdicke und einer gleichbleibenden absoluten Abnahme ein Eingriffswinkel. Dabei ist eine Gefahr von Rutschen eines Bandes des Walzguts oder von Anstichproblemen umso geringer, je kleiner der Eingriffswinkel ist. Außerdem steigt mit einem Walzendurchmesser und einem damit korrelierenden Antriebszapfendurchmesser auch das übertragbare Moment. Durch einen
20 gezielten Wechsel der Arbeitswalzen und damit Veränderung des Walzendurchmesserbereichs kann bei dem erfindungsgemäßen Warmwalzgerüst somit eine Anpassung an darzustellende Produktionsparameter, wie dem zu fertigenden Produkt, einer jeweiligen Prozessführung, jeweiligen Abmessungen, jeweiligen Werkstoffen und / oder jeweiligen Qualitätsanforderungen erfolgen,
25 ohne dass hierfür ein Kompromiss bei der Wahl eines Walzendurchmessers der Arbeitswalzen eingegangen werden muss.

Wesentlich für die Erfindung ist, dass das Warmwalzgerüst so ausgeführt ist, dass
– die Arbeitswalzen des Arbeitswalzenpaares austauschbar und einander
30 entsprechend mit unterschiedlichen Walzendurchmesserbereichen montiert werden können. Dabei können bei der einzelnen Arbeitswalze des

Arbeitswalzenpaares bevorzugt mindestens zwei unterschiedliche Walzendurchmesserbereiche realisiert werden. Eine Montage der Arbeitswalzen des Arbeitswalzenpaares erfolgt dabei im Sinne der Erfindung stets mit einander entsprechenden Walzendurchmesserbereichen, d.h. die aktuell montierten
5 Arbeitswalzen weisen stets denselben Walzendurchmesserbereich auf.

Ein Auswechseln der Arbeitswalzen erfolgt bei dem Warmwalzgerüst vorzugsweise seitlich und im Wesentlichen senkrecht, besonders bevorzugt senkrecht, zur Längserstreckung einer Durchlaufstrecke.

10

Unter einem „Walzendurchmesserbereich“ ist im Sinne der Erfindung ein Durchmesserbereich der einzelnen Arbeitswalze zu verstehen, welcher durch einen nominalen Walzendurchmesser und einen Abschleißbereich charakterisiert ist. Der Abschleißbereich definiert eine zulässige Durchmesserabnahme der
15 jeweiligen Walze über deren Einsatzzeit. Die wählbaren Walzendurchmesserbereiche unterscheiden sich insofern voneinander, als die Durchmesserabweichung (deutlich) über den üblichen Walzenabschleiß hinaus geht.

20 Entsprechend einer Ausführungsform der Erfindung ist das Warmwalzgerüst als Vorwalzgerüst ausgeführt. In diesem Fall ist das Warmwalzgerüst also so konzipiert, dass es innerhalb eines Warmwalzwerks als Vorwalzgerüst zum eingangsseitigen Walzen des Walzguts im Warmwalzwerk zur Anwendung kommt. Gemäß einer hierzu alternativen Ausgestaltungsmöglichkeit ist das
25 Warmwalzgerüst als Fertigwalzgerüst ausgebildet, welches innerhalb eines Warmwalzwerks insbesondere zum stufenweisen Umformen des Walzguts auf ein vorgegebenes Maß Anwendung findet.

– In Weiterbildung der Erfindung beträgt eine Abweichung zwischen den
30 unterschiedlichen Walzendurchmesserbereichen $\geq 6\%$, bevorzugt $\geq 10\%$. Eine Abweichung zwischen den durch Auswechslung darstellbaren

Walzendurchmesserbereichen beträgt zwischen einem kleinen Walzendurchmesserbereich und einem großen Walzendurchmesserbereich also mindestens 6%, bevorzugt aber mindestens 10%. Dies hat den Vorteil, dass bei einer Abweichung in dieser Größenordnung den unterschiedlichen Anforderungen und auch unterschiedlichen Zusammenhänge zwischen Walzparametern und Walzdurchmesser durch einen Wechsel Rechnung getragen werden kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst die Anstellvorrichtung als Komponenten eine Keilverstellung einer unteren Arbeitswalze des Arbeitswalzenpaares und/oder eine hydraulische Anstellung einer oberen Arbeitswalze des Arbeitswalzenpaares und/oder je eine Arbeitswalzenbiegung der unteren und/oder der oberen Arbeitswalze, wobei die Komponenten der Anstellvorrichtung jeweils je einen Verstellbereich zur auswechselbaren Aufnahme der einander entsprechenden Arbeitswalzen mit unterschiedlichen Walzendurchmesserbereichen aufweisen. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, Arbeitswalzen mit unterschiedlichen Walzendurchmesserbereichen in dem Warmwalzgerüst aufnehmen zu können, da die Komponenten einzeln oder in Summe die hierfür erforderlichen Hübe darstellen können.

Es ist eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit der Erfindung, dass das Warmwalzgerüst für einen Reversierbetrieb oder einen Einwegbetrieb ausgelegt ist. Dabei bedeutet eine Auslegung für einen Reversierbetrieb, dass das Walzgut mehrmals und reversierend, d.h. mit zueinander entgegengesetzten Förderrichtungen, durch das Warmwalzgerüst geführt wird, während bei einem Einwegbetrieb eine Hindurchführung des Walzguts durch das Warmwalzgerüst nur in einer Richtung und nur einmalig stattfindet.

– In Weiterbildung der Erfindung beträgt eine Passlineschwankung bei Einsatz der unterschiedlichen Walzendurchmesserbereiche weniger als ± 20 mm, bevorzugt ± 15 mm besonders bevorzugt ± 10 mm. Dabei ist unter der „Passline“ ein

Höhenunterschied zwischen der unteren Arbeitswalze des Arbeitswalzenpaares und einer benachbarten Rolle eines Rollgangs zu verstehen, wobei die Schwankung der Passline möglichst niedrig sein sollte, da es ansonsten zu Schwierigkeiten beim Einfädeln des Walzguts zwischen die Arbeitswalzen oder
5 auch zu einer Kollision des Walzguts mit der unteren Arbeitswalze kommen könnte.

Gegenstand der Erfindung ist zudem ein Warmwalzwerk, welches mindestens ein Warmwalzgerüst umfasst, das nach einer oder mehreren der vorgenannten
10 Varianten ausgebildet ist. Bevorzugt setzt sich das Warmwalzwerk aus mehreren Einheiten zusammen, die eine Vorwärmeinheit, eine Vorwalzstraße, eine Zwischenerwärmungseinheit, eine Fertigwalzstraße, eine Transporteinheit, eine Aufwickel-
einheit und/oder diverse Trenneinheiten umfassen kann. Zusätzlich kann das Warmwalzwerk weitere Einheiten, wie z.B. Zunderwäscher, eventuelle
15 Induktionsheizeinrichtungen, u.ä. aufweisen.

Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist bei einem Warmwalzwerk eine Vorwalzstraße mit mindestens einem Vorwalzgerüst und eine Fertigwalzstraße mit mindestens einem Fertigwalzgerüst vorgesehen, wobei
20 mindestens ein Vorwalzgerüst der Vorwalzstraße und/oder mindestens ein Fertigwalzgerüst der Fertigwalzstraße als je ein Warmwalzgerüst nach einer oder mehreren der vorgenannten Varianten ausgeführt ist. Besonders bevorzugt können sowohl bei zumindest einem Vorwalzgerüst der Vorwalzstraße, als auch bei zumindest einem Fertigwalzgerüst der Fertigwalzstraße Arbeitswalzen des
25 jeweiligen Arbeitswalzenpaares paarweise unter Änderung des Walzendurchmesserbereichs gewechselt werden.

Die Erfindung betrifft zudem ein Verfahren zum Betreiben eines Warmwalzwerks.
– Dabei werden zumindest die folgenden Verfahrensschritte durchlaufen:

30 a) Prüfen einer darzustellenden Produktionssequenz auf Betriebsparameter;

b) Prüfen eines aktuell gewählten Walzendurchmesserbereichs von Arbeitswalzen eines Arbeitswalzenpaares mindestens eines nach einem oder mehreren der vorgenannten Varianten ausgeführten Warmwalzgerüsts;

5 c) Prüfen, ob der aktuell gewählte Walzendurchmesserbereich zu den Betriebsparametern der darzustellenden Produktionssequenz passt, wobei im zu verneinenden Fall ein paarweiser Wechsel von Arbeitswalzen des Arbeitswalzenpaares mit Veränderung des Walzendurchmessers der Arbeitswalzen bei dem mindestens einen
10 Warmwalzgerüst durchgeführt und/oder eine Veränderung der darzustellenden Produktionssequenz vorgenommen wird, und wobei anschließend die Prüfung ab Schritt a) erneut eingeleitet wird , während im zu bejahenden Fall der Walzvorgang ohne Änderung vorgenommen wird.

15 Mit anderen Worten werden also im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens zunächst Betriebsparameter einer durch das Warmwalzwerk darzustellenden Produktionssequenz erfasst. Die Betriebsparameter definieren die zur Herstellung eines Zielprodukts aus einem Ausgangsprodukt notwendigen Prozessschritte und
20 Prozessparameter des Warmwalzwerkes und des Walzgutes während der Prozessschritte. Diese Betriebsparameter umfassen dabei bevorzugt die Parameter Stichabnahme und Betriebsmodus. Zudem werden bei mindestens einem Warmwalzgerüst, welches nach einem oder mehreren der vorgenannten Varianten ausgebildet ist, ein aktueller Walzendurchmesserbereich von
25 Arbeitswalzen eines Arbeitswalzenpaares dieses Warmwalzgerüsts festgestellt. Daraufgehend wird dann überprüft, ob mit dem aktuellen Walzendurchmesserbereich des mindestens einen Warmwalzgerüsts die gewünschten Betriebsparameter realisiert werden können. Ist dies der Fall, so
– wird ein Walzvorgang ohne Vornahme einer Änderung vorgenommen. Wird
30 hingegen festgestellt, dass der aktuelle Walzendurchmesserbereich der Arbeitswalzen des Arbeitswalzenpaares und die Betriebsparameter der

darzustellenden Produktionssequenz nicht zueinander passen, so wird ein paarweiser Wechsel der Arbeitswalzen des Arbeitswalzenpaares unter Änderung des Walzendurchmesserbereichs durchgeführt und/oder die Betriebsparameter der Produktionssequenz geändert, um die Betriebsparameter und den
5 Walzendurchmesserbereich der Arbeitswalzen des mindestens einen Warmwalzgerüsts aufeinander abzustimmen. Anschließend wird dann der der Prüfvorgang solange wiederholt, bis die Produktionssequenz mit den Betriebsparametern in Verbindung mit dem festgestellten Arbeitswalzendurchmesserbereich zueinander passen und anschließend der
10 Walzvorgang eingeleitet.

Dies hat den Vorteil, dass das Warmwalzwerk für einen breiten Produktionsbereich zum Einsatz kommen kann, ohne dabei Kompromisse hinsichtlich der Betriebsparameter eingehen zu müssen. Wird nämlich festgestellt,
15 dass mit den aktuell montierten Arbeitswalzen die gewünschten Betriebsparameter nicht oder nicht optimal erreicht werden können, so kann alternativ oder ergänzend zu einer Veränderung der Betriebsparameter auch eine Abwandlung des Walzen-durchmesserbereichs des Arbeitswalzenpaares bei dem mindestens einen Warmwalzgerüst vorgenommen werden, um die Parameter
20 doch noch oder besser zu erreichen. Insgesamt wird hierdurch ein flexibler Einsatz des Warmwalzwerks bei gleichzeitig zuverlässigem Erreichen der gewünschten Betriebsparameter verwirklicht.

Entsprechend einer Ausführungsform der Erfindung wird bei einem paarweisen
25 Wechsel der Arbeitswalzen dann zu einem kleineren Walzendurchmesserbereich gewechselt, wenn bei dem Warmwalzwerk eine Stichabnahme von $\geq 40\%$, besonders bevorzugt $\geq 50\%$, $\geq 60\%$ oder ganz besonders bevorzugt $\geq 70\%$ festgestellt wird. Stichabnahmen in dieser Größenordnung mit Arbeitswalzen mit
– einem kleineren Walzendurchmesserbereich haben den Vorteil, dass sich die
30 Anlagenbelastung, ein Wärmefluss vom Walzgut in die jeweilige Walze und auch ein Energieverbrauch aufgrund der verringerten Umformarbeit reduziert. Unter der

„Stichabnahme“ ist das Dickenverhältnis des in den Walzspalt einlaufenden Walzguts zu dem aus dem Walzspalt auslaufendem Walzgut zu verstehen.

In Weiterbildung der vorgenannten Ausführungsform kann als weiterer Grund für
5 den Wechsel auf einen kleineren Walzendurchmesserbereich vorgegeben sein, dass eine Anzahl von Anstichen der einzelnen Arbeitswalze kleiner als eine Anzahl von fertig gewickelten Coils ist. Dies deutet auf einen Endlosbetrieb bzw. einen Semi-Endlosbetrieb des Warmwalzwerks hin, bei denen jeweils ein Einsatz von Arbeitswalzen mit einem kleinen Walzendurchmesserbereich vorteilhaft ist.
10 Das gleiche wird bevorzugt auch dann vollzogen, wenn ein zu walzendes Walzgut endlos gewalzt wird und dementsprechend de facto ein Endlosbetrieb des Warmwalzwerks stattfindet.

Weiter alternativ wird bei einem paarweisen Wechsel der Arbeitswalzen zu einem
15 kleineren Walzendurchmesserbereich gewechselt, wenn keine Betriebspausen in Walzschriften für eine Herstellung einzelner fertig gewickelter Coils vorgenommen wird.

Es ist eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit der Erfindung, dass bei einem
20 paarweisen Wechsel der Arbeitswalzen zu einem größeren Walzdurchmesserbereich gewechselt wird, wenn je fertig gewickeltes Coil ein Anstich eines Walzgerüsts vorgenommen wird. Ein Anstich eines Walzgerüsts je fertig gewickelten Coil bedeutet einen Einzelbetrieb bzw. Batch-Betrieb des Warmwalzwerks, bei welchem ein Einsatz von Arbeitswalzen mit größerem
25 Walzendurchmesserbereich aufgrund der größeren Dicken des Walzguts vorteilhaft ist. Durch den Einsatz des größeren Walzendurchmesserbereichs kann der Eingriffswinkel klein gehalten und damit ein Rutschen des Walzguts vermieden werden.

—
30 Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verfahrensschritte durch einen Anlagenkonfigurator angeleitet. Somit ist eine übergeordnete Steuereinheit

vorgesehen, welche die Verfahrensschritte durchführt und dementsprechend bei Vorliegen der entsprechenden Voraussetzungen die Veränderung eines Walzendurchmesserbereichs der Arbeitswalzen bei dem mindestens einen Warmwalzgerüst und/oder eine Veränderung der darzustellenden
5 Produktionssequenz einleiten und koordinieren kann.

In Weiterbildung der vorgenannten Ausführungsform wird eine Berechnung durch den Anlagenkonfigurator unter Berücksichtigung von geometrischen Limits aufgrund aktuell im einzelnen Walzgerüst befindlicher Stützwalzen durchgeführt.
10 Hintergrund ist hier, dass bei einem Walzgerüst die jeweils aktuell im Walzgerüst befindlichen Stützwalzen in Verbindung mit den aktuell im Walzgerüst befindlichen Arbeitswalzen die geometrischen Verhältnisse definieren und somit gegebenenfalls Hubbegrenzungen der Anstellvorrichtung berücksichtigt werden. So kann beispielsweise im Bereich der im Gerüst befindlichen abgeschliffenen
15 Stützwalze einen Wechsel der Arbeitswalzen auf einen anderen Walzendurchmesserbereich ohne gleichzeitigen Wechsel der Stützwalzen aufgrund der Änderung des Hubbereichs unmöglich machen kann. Da ein Wechsel der Stützwalzen aber im Vergleich zu einem Wechsel der Arbeitswalzen deutlich aufwendiger ist, kann ein erforderlicher Wechsel der Stützwalzen eines
20 Warmwalzgerüsts und der damit einhergehende Aufwand den Nutzen eines Wechsels des Walzendurchmesserbereichs der Arbeitswalzen bereits kompensieren.

Alternativ oder ergänzend zu der vorgenannten Weiterbildung wird eine
25 Berechnung durch den Anlagenkonfigurator unter Berücksichtigung von Prozessparametern wie Greifbedingungen, Walzgeschwindigkeit, Walzendrehzahl, Antriebsdrehzahl, Antriebsmoment durchgeführt.

– Die Erfindung ist nicht auf die angegebene Kombination der Merkmale des
30 Hauptanspruchs oder der hiervon abhängigen Ansprüche beschränkt. Es ergeben sich darüber hinaus Möglichkeiten, einzelne Merkmale, auch soweit sie aus den

Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung oder unmittelbar aus den Zeichnungen hervorgehen, miteinander zu kombinieren. Die Bezugnahme der Ansprüche auf die Zeichnungen durch Verwendung von Bezugszeichen soll den Schutzzumfang
5 der Ansprüche nicht beschränken.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung, die nachfolgend erläutert wird, ist in den Zeichnungen dargestellt. Es zeigt:

10 Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Warmwalzwerks entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Warmwalzgerüsts des Warmwalzwerks aus Fig. 1;

15

Fig. 3 eine Schnittansicht des Warmwalzgerüsts aus Fig. 2; und

Fig. 4 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben des Warmwalzwerks aus Fig. 1.

20

Aus Fig. 1 geht eine schematische Ansicht eines Warmwalzwerks 1 hervor, welches entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ausgebildet ist. Dieses Warmwalzwerk 1 kann sich in einer Fertigungsanlage insbesondere an eine vorgeschaltete – vorliegend nicht weiter dargestellte –
25 Stranggießanlage anschließen und umfasst eine Vorwalzstraße 2, eine Fertigwalzstraße 3, eine Haspelanlage 4 sowie Scheren 5 und 6.

– In einer Haupttransportrichtung 7 des Warmwalzwerks 1 folgt auf die eingangsseitige Vorwalzstraße 2, die sich aus mehreren hintereinander
30 angeordneten Vorwalzgerüsten 8 zusammensetzt, zunächst die Schere 5, welche in Haupttransportrichtung 7 zwischen der Vorwalzstraße 2 und der

Fertigwalzstraße 3 angeordnet ist. Die Fertigwalzstraße mehrere hintereinander angeordnete Fertigwalzgerüste 9, auf welche innerhalb des Warmwalzwerks 1 in Haupttransportrichtung 7 zunächst die Schere 6 und am Ende die Haspelanlage 4 folgen. Auf die Darstellung weitere bekannter Komponenten, wie beispielsweise
5 Zunderwäscher, Heizeinrichtungen, Kühleinrichtungen, etc. wird aus Gründen der Vereinfachung verzichtet.

Die Fig. 2 und 3 zeigen Ansichten eines Warmwalzgerüsts 10, bei welchem es sich konkret um eines der Vorwalzgerüste 8 der Vorwalzstraße 2 und/oder um
10 eines der Fertigwalzgerüste 9 der Fertigwalzstraße 3 handeln kann. Das Warmwalzgerüst 10 ist dabei als Quarto-Walzgerüst ausgebildet und umfasst zwei Walzenstände 11, von denen in dieser Ansicht nur einer sichtbar ist, eine Anstellvorrichtung 12, ein Stützwalzenpaar und ein Arbeitswalzenpaar 17. Das Stützwalzenpaar setzt sich dabei aus einer oberen Stützwalze 13 und einer
15 unteren Stützwalze 14 zusammen, die jeweils in je einem zugehörigen Einbaustück 15 bzw. 16 rotierbar aufgenommen sind. Dabei stützen die Stützwalzen 13 und 14 des Stützwalzenpaares das Arbeitswalzenpaar 17, mit welchem das Umformen des dem Warmwalzgerüst 10 zugeführten Walzguts vorgenommen wird.

20 Als Besonderheit können bei dem Warmwalzgerüst 10 Arbeitswalzen 18 und 19 sowie 20 und 21 mit unterschiedlichen Walzendurchmesserbereichen aufgenommen werden, wobei in Fig. 3 in der linken Hälfte eine Aufnahme der Arbeitswalzen 18 und 19 mit einem großen Walzendurchmesserbereich und in der
25 rechten Hälfte eine Aufnahme der Arbeitswalzen 20 und 21 mit einem kleinen Walzendurchmesserbereich dargestellt ist. Die jeweils aktuell montieren Arbeitswalzen 18 und 19 bzw. 20 und 21 des Arbeitswalzenpaares sind dabei von ihrem Walzendurchmesserbereich stets gleich ausgeführt, wobei bei einem
– Wechsel des Walzendurchmesserbereichs ein paarweiser Wechsel der
30 Arbeitswalzen 18 und 19 bzw. 20 und 21 stattfindet. Eine Abweichung zwischen dem kleinen Walzendurchmesserbereich und dem großen

Walzendurchmesserbereich beträgt hierbei $\geq 6\%$, bevorzugt $\geq 10\%$. Die einzelne Arbeitswalze 18 bzw. 19 bzw. 20 bzw. 21 ist dabei in je einem zugehörigen Einbaustück 22 bzw. 23 bzw. 24 bzw. 25 rotierbar geführt.

- 5 Bedingt durch die unterschiedlichen Walzendurchmesserbereiche ergeben sich auch unterschiedliche Hübe H_1 , H_2 , H_3 , H_4 , welche über die Anstellvorrichtung 12 darzustellen sind, um die Arbeitswalzen 18 und 19 bzw. 20 und 21 des Arbeitswalzenpaares unter Ausbildung eines geforderten Walzspalts, d.h. einem Abstand zwischen den jeweiligen Arbeitswalzen 18 und 19 bzw. 20 und 21, zu
10 positionieren. Um den jeweiligen Hub zur Realisierung des jeweils geforderten Walzspalts einzustellen, umfasst die Anstellvorrichtung 12 neben den Walzenständern 11 als Komponenten noch eine Keilverstellung 26 der unteren Stützwalze 14 und der unteren Arbeitswalze 18 bzw. 20, eine hydraulische Anstellung 27 der oberen Stützwalze 13 und der oberen Arbeitswalze 19 bzw. 21,
15 sowie je eine Arbeitswalzenbiegung 28 bzw. 29 der oberen Arbeitswalze 19 bzw. 21 und der unteren Arbeitswalze 18 bzw. 20. Dabei weisen die Keilverstellung 26, die hydraulische Anstellung 27 und die Arbeitswalzenbiegungen 28 und 29 jeweils je einen Verstellbereich auf, um die unterschiedlichen Hübe zur Darstellung der auswechselbaren Aufnahme der Arbeitswalzen 18 und 19 bzw. 20 und 21 mit den
20 unterschiedlichen Walzendurchmesserbereichen realisieren zu können. Zudem ist der oberen Stützwalze 13 noch eine Walzenausbalancierung 30 zugeordnet.

In der Darstellung der Fig. 3 ist bei eingesetzten kleinem

Arbeitswalzendurchmesserbereich mit den Arbeitswalzen 18 und 19 eine

- 25 Erweiterung der einstellbaren Hübe der Anstellvorrichtung 12 über zugeordnete Distanzstücke sichtbar, die Bestandteil der hydraulischen Anstellung 27, bzw. der Keilverstellung 26 sein können. Die notwendigen Hübe können somit direkt über die Verfahrung der Keilverstellung 26 und/oder der hydraulischen Anstellung 27
– eingestellt werden oder alternativ in Kombination mit Distanzstücken, die die
30 Bauform der Anstellvorrichtung vereinfachen.

Über die Anstellvorrichtung 12 ist die jeweilige untere Arbeitswalze 18 bzw. 20 mit ihrer Oberkante auf Höhe einer in Fig. 2 angedeuteten, angestrebten Passline 31 einzustellen, während die jeweilige obere Arbeitswalze 19 bzw. 21 unter Definition des gewünschten Walzspalts zu der unteren Arbeitswalze 18 bzw. 20 ausgerichtet wird. Ggf. wird der Walzspalt dabei für ein Einfädeln des Walzguts zunächst größer gewählt und anschließend reduziert.

In Fig. 2 ist zudem auch ein Antrieb der jeweils montierten Arbeitswalzen 18 und 19 bzw. 20 und 21 zu erkennen, wobei bei der Ansicht in Fig. 2 die Arbeitswalzen 18 und 19 mit dem kleinen Walzendurchmesserbereich gestrichelt angedeutet sind. Zum Antrieb der jeweils montierten Arbeitswalzen 18 und 19 bzw. 20 und 21 des Arbeitswalzenpaares sind zwei Antriebsmotoren 32 und 33 vorgesehen, die in Tandemanordnung geschaltet sind. Zwischen die Antriebsmotoren 32, 33 kann eine Schaltkupplung 45 vorgesehen sein. Die Antriebsmotoren 32 und 33 sind abtriebsseitig mit einem eventuell als Schaltgetriebe ausgebildeten Übersetzungsgetriebe 34 verbunden, welches eine Antriebsbewegung der Antriebsmotoren unter Übersetzung zu einem Kammwalzengetriebe 35 überträgt, über welches die übersetzte Antriebsbewegung mittels Spindeln 36 und 37 jeweils auf die je zugehörige, montierte Arbeitswalze 18 bzw. 19 oder 20 bzw. 21 übertragen wird. Für die Übertragung der Antriebsbewegungen weisen die Arbeitswalzen 18 und 19 bzw. 20 und 21 jeweils Walzentreffer 38 bzw. 39 bzw. 40 bzw. 41 auf, die von zugehörigen Treffern 42 und 43 der Spindeln 36 und 37 aufgenommen werden.

Es wird deutlich, dass die durch die unterschiedlichen Walzendurchmesser der Arbeitswalzen nicht nur Hubbewegungen H1, H2 der hydraulischen Anstellung 27 und der Keilverstellung 26 ergeben, sondern zusätzlich auch Hubbewegungen (H3, H4) der Walzentreffer 38, 39, 40, 41 und der Arbeitswalzeneinbaustücke 22, 23, 24, 25, welche durch die Arbeitswalzenbiegungen 28, 29 kompensiert werden müssen. Die für beide Walzendurchmesserbereiche eingesetzten Spindeln 36, 37 müssen für eine sich aus den Hüben ergebenden Auslenkung ausgelegt sein.

Mit dem in Fig. 1 dargestellten Warmwalzwerk 1 werden Halbzeuge in Form von Bändern erzeugt, wobei dies, je nach Anforderungen an die zu fertigenden Bänder, dabei zum einen in einem Einzel- bzw. Batch-Betrieb erfolgen kann, bei
5 welchem das Walzgut in vorgegebenen Längenabschnitten, die einem fertigen Coil entsprechen, zu dem Warmwalzwerk 1 kommen und bei dem einzelnen Walzgerüst durch auf Zieldicke des Bandes voreingestellten Walzspalt eingefädelt wird.

10 Zum anderen kann eine Fertigung auch in einem Endlosbetrieb erfolgen, bei welchem das Walzgut als endloses Band durch die einzelnen Walzgerüste geführt wird. Beim erstmaligen Einfädeln wird dazu der Walzspalt eines jeden beteiligten Walzgerüsts auf Zieldicke eingestellt, wobei die erste Zieldicke so groß gewählt wird, dass der Anstich prozesstechnisch unkompliziert erfolgen kann. Zum
15 Einstellen dünnerer Bandlängestücke des endlosen Bandes wird ein Übergangstück hergestellt, das einen keilförmigen Dickenverlauf über seine Bandlänge aufweist. Zur Konfektionierung wird das Walzgut/Band lediglich einmal durch die Schere 6 getrennt und über die Haspelanlage 4 zu individuellen Coils gewickelt.

20 Für die Gestaltung des Fertigungsprozesses weist das Warmwalzwerk 1 einen Anlagenkonfigurator 44 auf, welcher in Fig. 1 schematisch angedeutet ist. Unter anderem ist dieser Anlagenkonfigurator 44 dabei bei Betrieb des Warmwalzwerks 1 dazu in der Lage, den Betrieb des Warmwalzwerks 1 nach einem
25 erfindungsgemäßen Verfahren vorzunehmen, dessen Ablauf in dem Ablaufdiagramm in Fig. 4 angedeutet ist.

– Dabei werden in einem Schritt S1 Betriebsparameter der aktuell darzustellenden Produktionssequenz ermittelt, wobei diese Betriebsparameter dabei bevorzugt die
30 Parameter Stichabnahme und Betriebsmodus umfassen. Vorgelagert, nachgelagert oder parallel dazu wird zudem in einem Schritt S2 ermittelt, welcher

Walzendurchmesserbereich von Arbeitswalzen 18 und 19 bzw. 20 und 21 des Arbeitswalzenpaares 17 eines Warmwalzgerüsts 10 aktuell implementiert ist, wobei bei diesem Warmwalzgerüst 10, wie vorstehend beschrieben, ein paarweises Auswechseln der Arbeitswalzen 18 und 19 bzw. 20 und 21 hin zu
5 Arbeitswalzen mit einem anderen Walzendurchmesserbereich möglich ist. Bei dem Warmwalzwerk 1 können dabei ein oder mehrere der Vorwalzgerüste 8 und/oder ein oder mehrere der Fertigwalzgerüste 9 derartig mit auswechselbaren Arbeitswalzen ausgeführt sein.

10 In einem Schritt S3 wird durch den Anlagenkonfigurator 44 dann überprüft, ob die in Schritt S1 erfassten Betriebsparameter zu dem in Schritt S2 bestimmten, jeweiligen Walzendurchmesserbereich des einzelnen Warmwalzgerüsts 10 passen. Ist dies zu bejahen, so wird in einem Schritt S4 ein Walzvorgang ohne Änderung vorgenommen.

15 Ist das Ergebnis aus Schritt S3 hingegen negativ, so wird zu einem Schritt S5 und/oder einem Schritt S6 übergegangen. Dabei wird im Schritt S5 eine Veränderung der Produktionssequenz und damit der angestrebten Betriebsparameter vorgenommen, während im Schritt S6 durch den

20 Anlagenkonfigurator 44 eine Veränderung des Walzendurchmesserbereichs durch paarweisen Wechsel der Arbeitswalzen herbeigeführt wird. Ziel des Anlagenkonfigurators 44 ist es dabei, die Betriebsparameter und den jeweiligen Walzendurchmesserbereich aufeinander abzustimmen.

25 In Schritt S6 berücksichtigt der Anlagenkonfigurator 44 dabei geometrische Limits aufgrund der aktuell im einzelnen Warmwalzgerüst 10 befindlichen Stützwalzen 13 und 14, da über die Stützwalzen 13 und 14 des jeweiligen Warmwalzgerüsts 10 nur ein entsprechender Hubbereich darstellbar und ein zusätzliches Auswechseln
– der Stützwalzen 13 und 14 sehr aufwendig ist. Zudem berücksichtigt der
30 Anlagenkonfigurator 44 Prozessparameter wie Greifbedingungen, Walzgeschwindigkeit, Walzendrehzahl, Antriebsdrehzahl, u.ä..

Die Funktion der Erfindung wird am Beispiel einer dreigerüstigen Vorwalzstraße 2 mit einem Walzendurchmesserbereich 18,19 von 850 mm beziehungsweise einem Walzendurchmesserbereich 20,21 von 1050 mm beschrieben, die in dem Warmwalzwerk 1 mit den beiden Betriebsmodi batch und endlos eingesetzt werden können. Der zulässige Abschleißbereich beider Walzendurchmesserbereiche beträgt 100 mm. Das Walzgut ist jeweils ein einfacher Kohlenstoffstahl.

- 10 Der Anlagenkonfigurator 44 weist den Betriebsmodi in der Regel verschiedene allgemeine Parameter zu:

Betriebsart	Banddicke Eingang Vorgerüst	Bandgeschwindigkeit	Fertigbanddicke
Endlos	Klein	Gering	klein
Batch	groß	hoch	mittel bis groß

- Walzgut Kohlenstoffstahl, Betriebsart „Batch“

Arbeitswalzen-durchmesser: 1050 mm	Eingangsdicke [mm]	Ausgangsdicke [mm]	Bandgeschwindigkeit [m/s]	Walzen-drehzahl [U/min]	Walzmoment [kNm]	Umformtemperatur [°C]
Gerüst 1	150	108	0,29	5,3	3950	1100
Gerüst 2	108	75	0,6	10,9	3230	1080
Gerüst 3	75	45	1,0	18,2	3680	1060

Die absolute Stichabnahme beträgt 70%

15 In diesem Ausführungsbeispiel wird deutlich, dass der Massenfluss (Banddicke mal Bandgeschwindigkeit) und das Walzmoment relativ hoch liegen. Die Umformtemperaturen ändern sich auf Grund der hohen Bandgeschwindigkeit nur geringfügig. Der Anlagenkonfigurator 44 prüft anhand der durch ihn selbst oder durch ein verbundenes Berechnungsmodell die Betriebsparameter

(Ausgangsdicke, Bandgeschwindigkeit, Walzendrehzahl, Walzmoment und Umformtemperatur), die sich bei der vorgesehenen Betriebsart „Batch“ bei eingesetztem Arbeitswalzendurchmesser von 1050 mm ergeben und kommt zu dem Ergebnis, dass die vorgesehenen Betriebsparameter und der eingesetzte

5 Walzendurchmesserbereich geeignet sind und der Walzvorgang unter den geplanten Bedingungen vorgenommen werden kann.

- Walzgut Kohlenstoffstahl, Betriebsart „endlos“

Arbeitswalze n- durchmesser: 850 mm	Eingangs- dicke [mm]	Ausgangs- dicke [mm]	Bandgeschwindigk eit [m/s]	Walzen - drehzah l [U/min]	Walzmome nt [kNm]	Umform- temperatu r [°C]
Gerüst 1	100	53	0,19	4,3	2400	1100
Gerüst 2	53	25	0,4	9,0	1780	1000
Gerüst 3	25	12	0,8	18,0	1115	941

Die absolute Stichabnahme beträgt 88 %

10

In diesem Ausführungsbeispiel wird deutlich, dass der Massenfluss und das Walzmoment relativ niedrig liegen, nämlich 22 % des Vergleichswertes der Betriebsart Batch. Als Folge davon ändert sich die Bandtemperatur deutlich stärker, um einen Betrag von 159 °C. Der Anlagenkonfigurator 44 prüft anhand der

15 durch ihn selbst oder durch ein verbundenes Berechnungsmodell die Betriebsparameter (Ausgangsdicke, Bandgeschwindigkeit, Walzendrehzahl, Walzmoment und Umformtemperatur), die sich bei der vorgesehenen Betriebsart „endlos“ bei eingesetztem Arbeitswalzendurchmesser von 850 mm ergeben und kommt zu dem Ergebnis, dass die vorgesehenen Betriebsparameter und der

20 eingesetzte Walzendurchmesserbereich geeignet sind und der Walzvorgang unter den geplanten Bedingungen vorgenommen werden kann. Je nach Auslegungsfall kann durch den Anlagenkonfigurator 44 vorgeschlagen werden, mit einer

— veränderten Schaltstufe des Übersetzungsgetriebes 34 oder nur mit einem

Antriebsmotor 33 zu walzen, um die geringeren Geschwindigkeiten und Momente bei optimaler Auslastung des Motors zu realisieren.

Würde im gleichen Ausführungsbeispiel im ersten Stich eine Ø 1050mm Walze eingesetzt, läge die vergleichbare Drehzahl bei 3,45 und würde die Motorauslegung belasten. Gleichzeitig würde durch den Wärmeübergang die Umformtemperatur noch weiter absinken, so dass es in ungünstigen Fall zu unerwünschten Gefügeänderungen kommen kann. Der Anlagenkonfigurator 44 käme zu dem Schluss, dass entweder das vorgesehene Walzprogramm anzupassen ist oder den Einsatz kleineren Walzendurchmesserbereichs, um die unvorteilhaften Betriebsbedingungen zu verbessern.

Die beiden gezeigten Berechnungsbeispiele sind für ein Standardprodukt ausgelegt. Durch die Varianz mit Blick auf die Legierung, Temperaturbereich, Walzgutbreite und Eingangs- und Ausgangsdicke ergeben sich deutlich größere Auffächerungen, die durch die Auslegung und die Berechnungen des Anlagenkonfigurators berücksichtigt werden müssen.

Mittels der erfindungsgemäßen Ausführung eines Warmwalzgerüsts kann ein Warmwalzwerk realisiert werden, welches flexibel auf unterschiedliche Fertigprodukte, Prozessführungen, Abmessungen, Werkstoffe und / oder Qualitätsanforderungen angepasst werden kann.

Bezugszeichenliste:

	1	Warmwalzwerk
5	2	Vorwalzstraße
	3	Fertigwalzstraße
	4	Haspelanlage
	5	Schere
	6	Schere
10	7	Haupttransportrichtung
	8	Vorwalzgerüst
	9	Fertigwalzgerüst
	10	Warmwalzgerüst
	11	Walzenständer
15	12	Anstellvorrichtung
	13	obere Stützwalze
	14	untere Stützwalze
	15	Einbaustück
	16	Einbaustück
20	17	Arbeitswalzenpaar
	18	untere Arbeitswalze
	19	obere Arbeitswalze
	20	untere Arbeitswalze
	21	obere Arbeitswalze
25	22	Einbaustück
	23	Einbaustück
	24	Einbaustück
	25	Einbaustück
—	26	Keilverstellung
30	27	hydraulische Anstellung
	28	Arbeitswalzenbiegung

	29	Arbeitswalzenbiegung
	30	Walzenausbalancierung
	31	Passline
	32	Antriebsmotor
5	33	Antriebsmotor
	34	Übersetzungsgetriebe
	35	Kammwalzengetriebe
	36	Spindel
	37	Spindel
10	38	Walzentreffer
	39	Walzentreffer
	40	Walzentreffer
	41	Walzentreffer
	42	Treffer
15	43	Treffer
	44	Anlagenkonfigurator
	45	Schaltkupplung
	H1	Hub Keilverstellung
	H2	Hub hydraulische Anstellung
20	H3	Hub obere Arbeitswalzenbiegung/ Walzentreffer
	H4	Hub untere Arbeitswalzenbiegung/Walzentreffer
	S1 bis S6	Einzelsschritte

Patentansprüche:

1. Warmwalzgerüst (10) für ein Warmwalzwerk (1) und zum Herstellen eines
5 metallenen Flachprodukts, umfassend eine Anstellvorrichtung (12), welche
dafür vorgesehen ist, ein Arbeitswalzenpaar (17) aufzunehmen und
Arbeitswalzen (18, 19; 20, 21) des Arbeitswalzenpaares (17) unter Definition
eines Walzspalts zueinander zu positionieren,
10 dadurch gekennzeichnet,

dass die Anstellvorrichtung (12) dazu eingerichtet ist, bei dem
Arbeitswalzenpaar (17) unterschiedliche Walzendurchmesserbereiche mit
einander entsprechenden Arbeitswalzen (18, 19; 20, 21) auswechselbar
15 aufzunehmen.

2. Warmwalzgerüst (10) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine
Ausführung als Vorwalzgerüst.

20 3. Warmwalzgerüst (10) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine
Ausführung als Fertigwalzgerüst.

4. Warmwalzgerüst (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, dass eine Abweichung zwischen den unterschiedlichen
25 Walzendurchmesserbereichen $\geq 6\%$, bevorzugt $\geq 10\%$ beträgt.

5. Warmwalzgerüst (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass die Anstellvorrichtung (12) als Komponenten eine
– Keilverstellung (26) einer unteren Arbeitswalze (18; 20) des
30 Arbeitswalzenpaares (17) und/oder eine hydraulische Anstellung (27) einer
oberen Arbeitswalze (19; 21) des Arbeitswalzenpaares (17) und/oder je eine

Arbeitswalzenbiegung (28, 29) der unteren (18; 20) und/oder der oberen Arbeitswalze (19; 21) umfasst, wobei die Komponenten der Anstellvorrichtung (12) jeweils je einen entsprechenden Verstellbereich zur auswechselbaren Aufnahme unterschiedlicher Walzendurchmesserbereiche des Arbeitswalzenpaares (17) mit einander entsprechenden Arbeitswalzen (18, 19; 20, 21) aufweisen.

6. Warmwalzgerüst (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Auslegung für einen Reversierbetrieb oder einen Einwegbetrieb.

7. Warmwalzgerüst (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Passlineschwankung bei Einsatz der unterschiedlichen Walzendurchmesserbereiche weniger als ± 20 mm, bevorzugt ± 15 mm besonders bevorzugt ± 10 mm beträgt.

8. Warmwalzwerk (1), umfassend mindestens ein Warmwalzgerüst (10) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7.

9. Warmwalzwerk (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vorwalzstraße (2) mit mindestens einem Vorwalzgerüst (8) und eine Fertigwalzstraße (3) mit mindestens einem Fertigwalzgerüst (9) vorgesehen ist, wobei mindestens ein Vorwalzgerüst (8) der Vorwalzstraße (2) und/oder mindestens ein Fertigwalzgerüst (9) der Fertigwalzstraße (3) als je ein Warmwalzgerüst (10) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 ausgeführt ist.

10. Verfahren zum Betreiben eines Warmwalzwerks (1), umfassend folgende Verfahrensschritte:

a) Prüfen einer darzustellenden Produktionssequenz auf Betriebsparameter;

b) Prüfen eines aktuell gewählten Walzendurchmesserbereichs von Arbeitswalzen (18, 19; 20, 21) eines Arbeitswalzenpaares (17) mindestens eines nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 ausgeführten Warmwalzgerüsts (10);

5 c) Prüfen, ob der aktuell gewählte Walzendurchmesserbereich zu den Betriebsparametern der darzustellenden Produktionssequenz passt, wobei im zu verneinenden Fall ein paarweiser Wechsel von Arbeitswalzen (18, 19; 20, 21) des Arbeitswalzenpaares (17) mit Veränderung des Walzendurchmesserbereichs der Arbeitswalzen
10 (18, 19; 20, 21) bei dem mindestens einen Warmwalzgerüst (10) durchgeführt und/oder eine Veränderung der darzustellenden Produktionssequenz vorgenommen wird, und wobei anschließend der Prüfvorgang mit Schritt a) erneut eingeleitet wird, während im zu bejahenden Fall der Walzvorgang ohne Änderung
15 vorgenommen wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem paarweisen Wechsel der Arbeitswalzen (18, 19; 20, 21) zu einem kleineren Walzendurchmesserbereich gewechselt wird, wenn bei dem Warmwalzwerk
20 (1) eine Stichabnahme von $\geq 40\%$, besonders bevorzugt $\geq 50\%$, $\geq 60\%$ oder ganz besonders bevorzugt $\geq 70\%$ festgestellt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem paarweisen Wechsel der Arbeitswalzen (18, 19; 20, 21) zu einem
25 kleineren Walzendurchmesserbereich gewechselt wird, wenn keine Betriebspausen in Walzschritten für eine Herstellung einzelner fertig gewickelter Coils vorgenommen wird.

– 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet,
30 dass bei einem paarweisen Wechsel der Arbeitswalzen (18, 19; 20, 21) zu

einem größeren Walzendurchmesserbereich gewechselt wird, wenn je fertig gewickeltes Coil ein Anstich eines Walzgerüsts vorgenommen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Verfahrensschritte durch einen Anlagenkonfigurator (44) angeleitet werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine
10 Berechnung durch den Anlagenkonfigurator (44) unter Berücksichtigung von geometrischen Limits aufgrund aktuell im einzelnen Walzgerüst befindlicher Stützwalzen (13, 14) durchgeführt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine
15 Berechnung durch den Anlagenkonfigurator (44) unter Berücksichtigung von Prozessparametern wie Greifbedingungen, Walzgeschwindigkeit, Walzendrehzahl, Antriebsdrehzahl, Antriebsmoment durchgeführt wird.

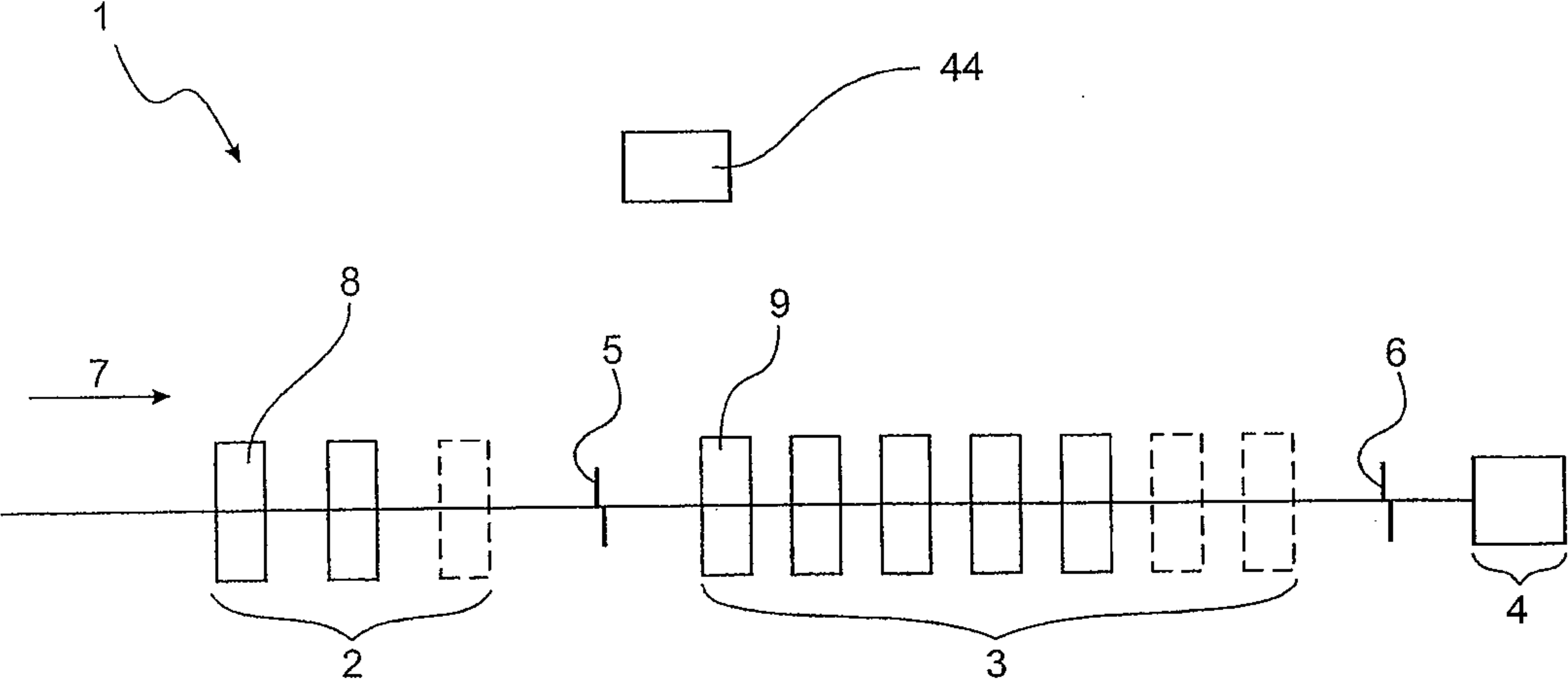


Fig. 1

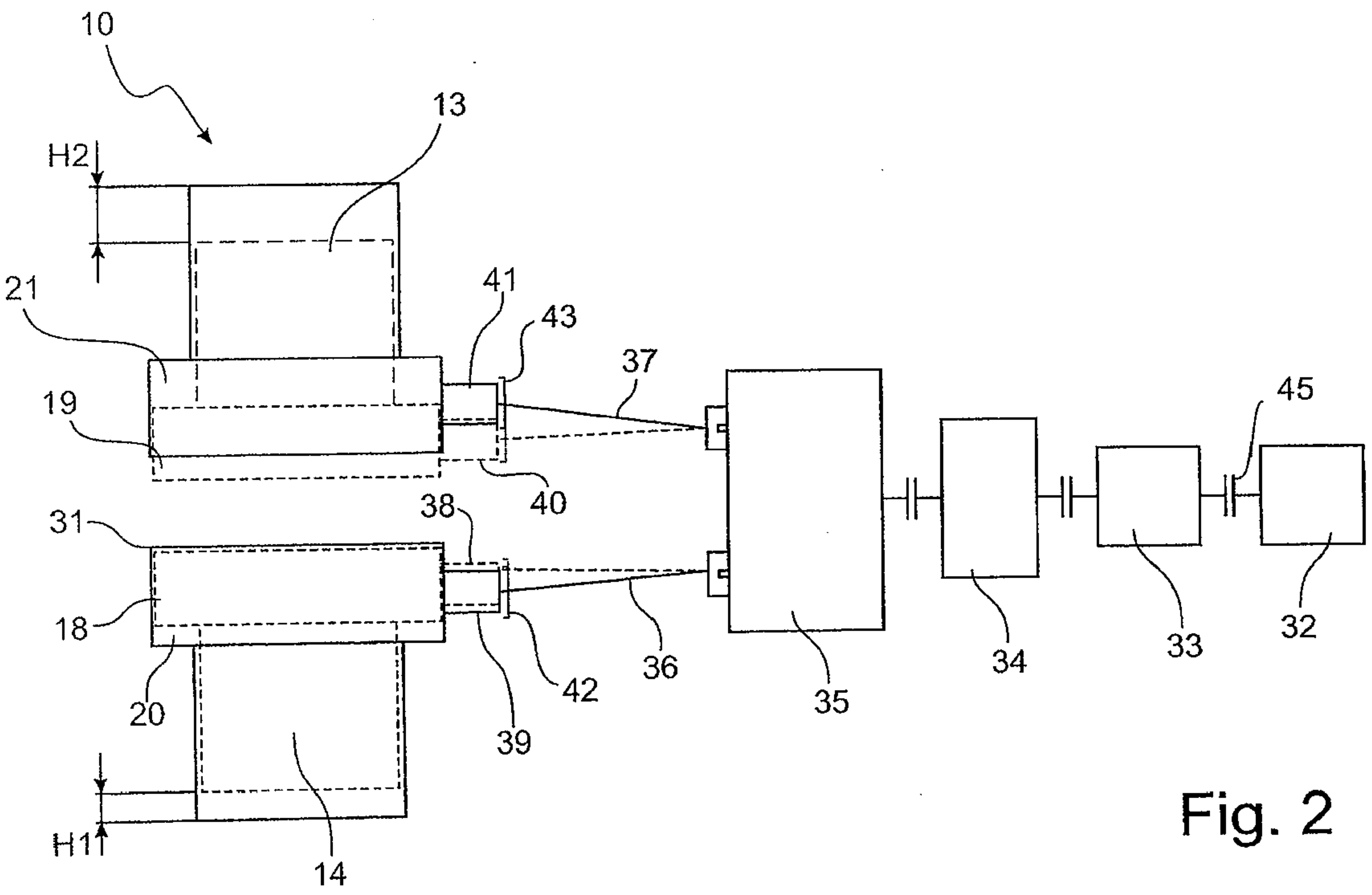


Fig. 2

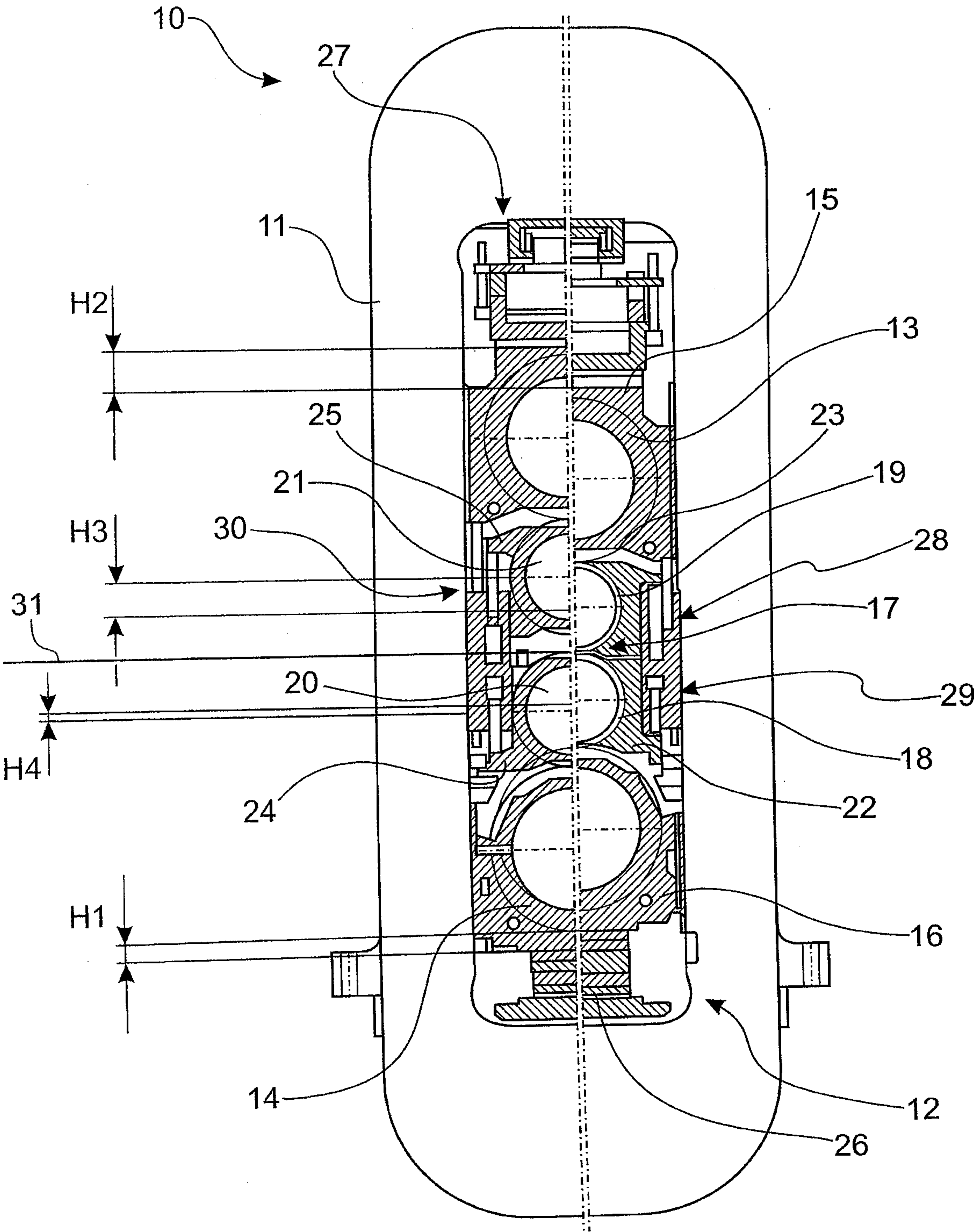


Fig. 3

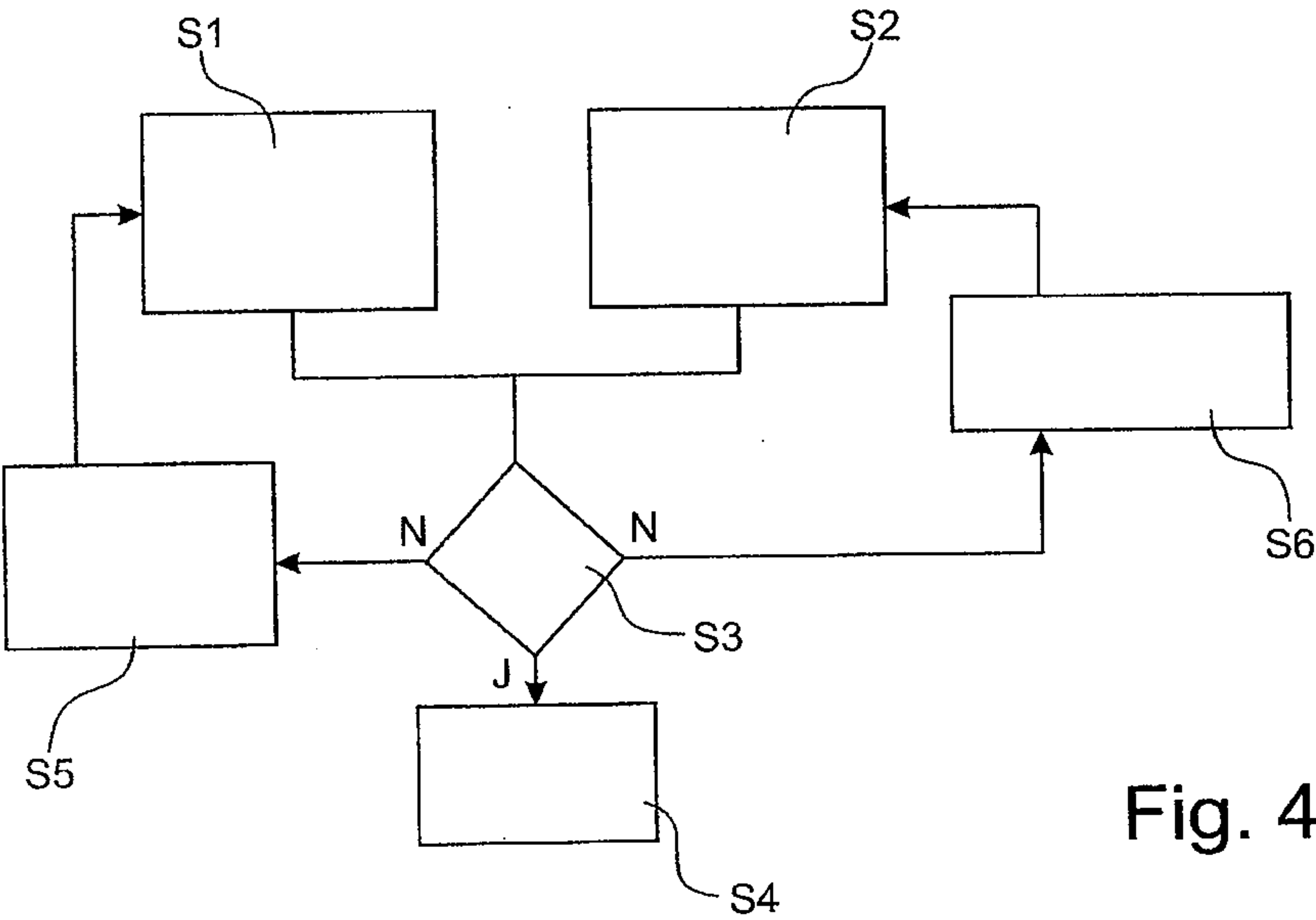


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/085853

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21B 13/00(2006.01)i; B21B 31/20(2006.01)i; B21B 31/30(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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4038857 A (EIBE WERNER W ET AL) 02 August 1977 (1977-08-02) column 1, line 1 - line 44; claims 1-9; figures 1-11	1-16
X	DE 602004007631 T2 (SIEMENS VAI METALS TECH SAS [FR]) 10 April 2008 (2008-04-10) paragraph [0023]; claims 1-32; figures 1-15	1,10,12,13
X	EP 3003590 A1 (FIVES DMS [FR]) 13 April 2016 (2016-04-13) claims 1-12; figures 1-5	1,10
X	DE 69905332 T2 (KVAERNER METALS CLECIM COURBEV [FR]) 23 October 2003 (2003-10-23) paragraph [0056] - paragraph [0071]; claims 1-3; figures 1-6	1,10

☐ 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

16 March 2021

Date of mailing of the international search report

25 March 2021

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

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

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

Authorized officer

Forciniti, Marco

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/085853

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	4038857	A	02 August 1977	NONE			
DE	602004007631	T2	10 April 2008	AT	367215	T	15 August 2007
				BR	PI0408106	A	01 March 2006
				CN	1780702	A	31 May 2006
				DE	602004007631	T2	10 April 2008
				EP	1601474	A2	07 December 2005
				ES	2290680	T3	16 February 2008
				FR	2851942	A1	10 September 2004
				RU	2333808	C2	20 September 2008
				US	2006196243	A1	07 September 2006
				WO	2004080621	A2	23 September 2004
EP	3003590	A1	13 April 2016	CN	105339102	A	17 February 2016
				EP	3003590	A1	13 April 2016
				ES	2662218	T3	05 April 2018
				FR	3006211	A1	05 December 2014
				JP	2016520004	A	11 July 2016
				TW	201509556	A	16 March 2015
				US	2016107212	A1	21 April 2016
				WO	2014191671	A1	04 December 2014
DE	69905332	T2	23 October 2003	AT	232425	T	15 February 2003
				DE	69905332	T2	23 October 2003
				EP	1005923	A1	07 June 2000
				ES	2189366	T3	01 July 2003
				FR	2786415	A1	02 June 2000
				US	6244090	B1	12 June 2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B21B13/00 B21B31/20 B21B31/30

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 038 857 A (EIBE WERNER W ET AL) 2. August 1977 (1977-08-02) Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 44; Ansprüche 1-9; Abbildungen 1-11	1-16
X	DE 60 2004 007631 T2 (SIEMENS VAI METALS TECH SAS [FR]) 10. April 2008 (2008-04-10) Absatz [0023]; Ansprüche 1-32; Abbildungen 1-15	1,10,12, 13
X	EP 3 003 590 A1 (FIVES DMS [FR]) 13. April 2016 (2016-04-13) Ansprüche 1-12; Abbildungen 1-5	1,10
X	DE 699 05 332 T2 (KVAERNER METALS CLECIM COURBEV [FR]) 23. Oktober 2003 (2003-10-23) Absatz [0056] - Absatz [0071]; Ansprüche 1-3; Abbildungen 1-6	1,10

☐ 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

16. März 2021

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/03/2021

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

Forciniti, Marco

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/085853

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4038857	A	02-08-1977	KEINE

DE 602004007631	T2	10-04-2008	AT 367215 T 15-08-2007
			BR PI0408106 A 01-03-2006
			CN 1780702 A 31-05-2006
			DE 602004007631 T2 10-04-2008
			EP 1601474 A2 07-12-2005
			ES 2290680 T3 16-02-2008
			FR 2851942 A1 10-09-2004
			RU 2333808 C2 20-09-2008
			US 2006196243 A1 07-09-2006
			WO 2004080621 A2 23-09-2004

EP 3003590	A1	13-04-2016	CN 105339102 A 17-02-2016
			EP 3003590 A1 13-04-2016
			ES 2662218 T3 05-04-2018
			FR 3006211 A1 05-12-2014
			JP 2016520004 A 11-07-2016
			TW 201509556 A 16-03-2015
			US 2016107212 A1 21-04-2016
			WO 2014191671 A1 04-12-2014

DE 69905332	T2	23-10-2003	AT 232425 T 15-02-2003
			DE 69905332 T2 23-10-2003
			EP 1005923 A1 07-06-2000
			ES 2189366 T3 01-07-2003
			FR 2786415 A1 02-06-2000
			US 6244090 B1 12-06-2001
