

(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
22. November 2012 (22.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/155953 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B21B 1/088 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/057808

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Mai 2011 (13.05.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **MANNSTAEDT GMBH** [—/DE]; Mendener
Straße 51, 53840 Troisdorf (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ENGEL, Peter**
[DE/DE]; Marienhöhe 18, 53797 Lohmar (DE).
BECKER, Alexander [DE/DE]; Grimmstraße 18, 53123
Bonn (DE). **VOß, Thomas** [DE/DE]; Nürburgstraße 72,
53842 Troisdorf (DE).

(74) Anwalt: **BUNGARTZ & TERSTEEGEN**; Eupener Str.
161a, 50933 Köln (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu
beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING METAL PROFILES HAVING A CLOSELY TOLERANCED
CHAMBER DIMENSION

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON METALLPROFILIEN MIT ENG
TOLERIERTEM KAMMERMAß

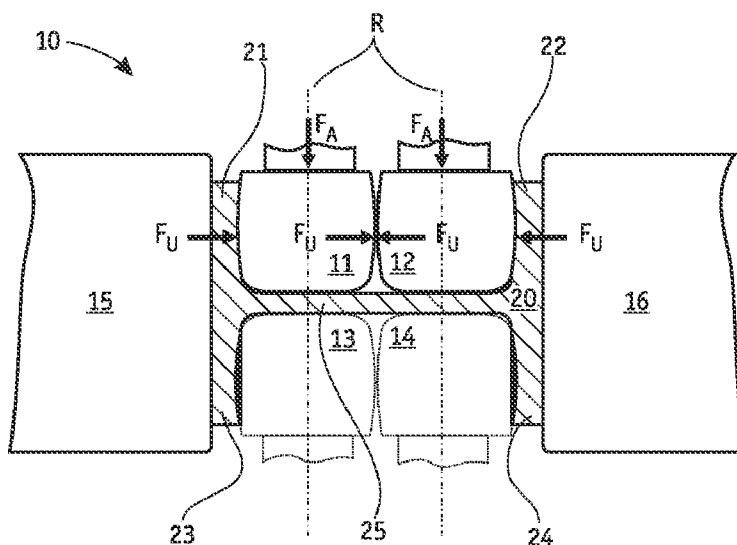


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method and to a device (10) for producing metal profiles (20) having two opposing profile flanges (21, 22, 23, 24), which have flange inner faces that are spaced apart from one another by a closely toleranced chamber dimension. In order to adjust the chamber dimension from an initial chamber dimension K_0 to a desired final chamber dimension K_1 , the metal profile (20) is guided through the device (10), which forms working gaps between an inner working roller pair (11, 12) and outer support rollers (13, 14) and outer support rollers (15, 16). The working rollers forming the inner working roller pair roll off one another in order to brace the forming forces exerted on the working roller pair by the flange inner faces.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung (10) zur Herstellung von Metallprofilen (20) mit zwei sich gegenüberliegenden Profilflanschen (21, 22, 23, 24), die Flanschinnenseiten aufweisen, die um ein eng toleriertes Kammermaß voneinander beabstandet sind. Um das Kammermaß von einem Ausgangskammermaß

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



K_0 auf ein angestrebtes Endkammermaß K_1 , anzupassen, wird das Metallprofil (20) durch die Vorrichtung (10), die zwischen einem inneren Arbeitsrollenpaar (11, 12, 13, 14) und äußeren Stützrollen (15, 16) Arbeitsspalte ausbildet, hindurchgeführt. Die das innere Arbeitsrollenpaar bildenden Arbeitsrollen rollen dabei aufeinander ab, um die auf das Arbeitsrollenpaar von den Flanschinnenseiten ausgeübten Umformkräfte aufeinander abzustützen.

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Metallprofilen mit eng toleriertem Kammermaß

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung, insbesondere ein Walzgerüst, zur Herstellung oder Nachkalibrierung von Metallprofilen, insbesondere Walzprofilen aus Stahl, mit eng toleriertem Kammermaß. Die Erfindung betrifft außerdem ein Walzprofil, das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist.

Unter dem Begriff Kammermaß ist dabei das Maß zwischen der Innenseite eines ersten Flanschs und der Innenseite eines dem ersten Flansch gegenüberliegenden zweiten Flanschs des Metallprofils gemeint. Es geht bei der Erfindung also insbesondere um die Herstellung bzw. Nachkalibrierung von U oder Doppel-T Profilen, aber auch die Anpassung des Kammermaßes anderer Profilgeometrien, bei denen sich zwei im wesentlichen parallele Flansche gegenüberliegen, kann durch die Erfindung sinnvoll gestaltet werden.

Metallprofile mit zwei im Wesentlichen parallel zueinander verlaufenden und sich gegenüberliegenden Flanschen sind allgemein bekannt. Bei bestimmten Anwendungen werden erhöhte Anforderungen an die Kammermaßtoleranzen gestellt, und zwar insbesondere dann, wenn die sich gegenüberliegenden Innenseiten der Flansche Funktionsflächen ausbilden, die mit angrenzenden Bauteilen, beispielsweise mit Wälzkörpern, funktional zusammenwirken. Solche Anwendungen sind unter anderem aus der Fördertechnik bekannt. Auch an Hängbahnschienen werden solche erhöhten Anforderungen gestellt.

Ein weiteres, konkretes Beispiel einer solchen Anwendung sind Hubmastprofile für den Aufbau von Hubmastgerüsten für Flurförderfahrzeuge, insbesondere für Gabelstapler. Bei dieser Anwendung sind mehrere Metallprofile ineinander verschachtelt angeordnet und für das Hochfahren oder Herunterlassen des Stapelguts in Profillängsrichtung teleskopartig gegeneinander verfahrbar. Zwischen den einzelnen Metallprofilen befinden sich Rollen als Wälzkörper. Jedes Spiel zwischen den Metallprofilen und den Rollen erlaubt jedoch ein Verschwenken der Metallprofile gegeneinander quer zur Profillängsrichtung bzw. zur vertikalen Hubrichtung. Schon ein geringes Spiel zwischen den Rollen und dem Bereich der Oberfläche des Metallprofils, auf denen die Rollen abrollen, kann sich insbesondere bei großen Hubhöhen stark auswirken. Ein in großer Hubhöhe befindliches Stapelgut, das nicht selten hohes Gewicht hat, darf selbstverständlich nicht oder nur außerordentlich geringfügig quer zur vertikalen Hubrichtung wanken, um die Standsicherheit des Fahrzeugs bzw. des Gesamtaufbaus nicht zu gefährden und um die exakte Positionierung des Transportguts in ein Regallager nicht unnötig zu erschweren. Die Anforderungen gehen zum Teil so weit, dass Hersteller die Profile zum Aufbau eines Hubmastgerüsts individuell vermessen und dann Rollensätze fahrzeugindividuell zusammenstellen. Ein Rollensatz kann eine Vielzahl verschieden dimensionierter Rollen aufweisen, wobei jede Rolle individuell für die spezifische Profilpaarung ausgewählt wird.

Derzeit werden verschiedene Herstellungsverfahren zur Herstellung von Hubmastprofilen, insbesondere solchen aus Stahl, mit engen Kammermaßtoleranzen angewendet.

Den Verfahren gemein ist zunächst das Warmwalzen des Stahls. Durch das Warmwalzen von Hubmastprofilen lassen sich jedoch weder parallele Flansche noch enge Toleranzen realisieren. Es findet auch keine Kaltverfestigung der im späteren Betrieb stark beanspruchten Materialzonen statt, was unter anderem ein schlechtes Einlaufverhalten zur Folge hat. Daher sind für den Aufbau eines Hubmastgerüsts aus lediglich warmgewalzten Profilen zumeist mehrere Rollengrößen erforderlich. Lediglich warmgewalzte Profile verschleissen außerdem relativ schnell, haben jedoch eine gute

Schweißeignung und eine hohe Sprödbrechtsicherheit. Das schlechte Einlaufverhalten kann zwar durch den Einsatz eines Stahls mit höherem Kohlenstoffgehalt oder einem Zusatz von Legierungselementen verbessert werden, jedoch ist das mit einer Verschlechterung der Schweißeignung und der Sprödbrechtsicherheit verbunden. Ein maßgeblicher Vorteil dieses Herstellungsverfahrens sind jedoch die niedrigen Herstellungskosten, so dass ganz überwiegend lediglich warmgewalzte Hubmastprofile zum Einsatz kommen.

Um den vorstehend skizzierten Nachteile von lediglich warmgewalzten Profilen zu begegnen, können die Profile nachträglich gezogen werden. Das Ziehen von Hubmastprofilen gewährleistet eine gute Parallelität der Flansche, enge Maßtoleranzen, glatte Oberflächen und eine vorteilhafte Kaltverfestigung des Materials. Bei gezogenen Profilen kommt man daher nicht selten mit nur einer Rollengröße aus. Die Profile weisen außerdem eine geringe Verschleißneigung auf, zeigen einen nur geringen Einlaufeffekt und lassen sich gut Schweißen. Nachteilig sind allerdings der hohe Herstellungsaufwand und die damit einhergehenden hohen Herstellungskosten, weswegen gezogene Profile nicht wirklich wettbewerbsfähig sind. Außerdem ist die Sprödbrechtsicherheit von gezogenen Profilen deutlich schlechter als von Profilen, die auf andere Art hergestellt werden. Das Ziehen kann zudem zu einem erhöhten Profilverzug (Biegung, Verdrallung) führen, der anschließend in einer Richtmaschine wieder aufwändig zu korrigieren ist.

Favorisiert wird derzeit auch die spanende Nachbearbeitung der Funktionsflächen von zuvor warmgewalzten Hubmastprofilen. So hergestellte Profile weisen zwar gegenüber gezogenen Profilen eine schlechtere Schweißeignung auf, sie sind aber kostengünstiger als diese herzustellen. Durch die spanende Nachbearbeitung lässt sich eine hohe Flanschparallelität mit engen Kammermaßtoleranzen erzielen. Insbesondere letzteres erlaubt, wie auch bei gezogenen Profilen, in aller Regel die Verwendung nur einer Rollengröße. Hinzu kommt, dass die Profile, bedingt durch die spanende Nachbearbeitung, keine Randabkohlungserscheinungen zeigen, welche bei lediglich gewalzten

Profilen möglich sind. Trotzdem ist dieses Verfahren aufgrund der erforderlichen spannenden Nachbearbeitung und des damit einhergehenden Material- und Werkzeugaufwands noch verbesserungswürdig. Gegenüber den nur warmgewalzten Hubmastprofilen ist es außerdem deutlich teurer.

Jedes der zuvor genannten Verfahren ist jedoch verbesserungswürdig. Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Herstellung oder Nachkalibrierung von Metallprofilen und eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens zur Verfügung zu stellen, das die Vorteile der vorstehend beschriebenen bekannten Verfahren so weit wie möglich auf sich vereint. Es sollen ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitgestellt werden, mit denen insbesondere Hubmastprofile mit parallelen Flanschen, engen Toleranzen und hoher Materialfestigkeit hinsichtlich des Verschleißes hergestellt werden können. Ziel ist ein Hubmastprofil, dass mehrere Rollengrößen beim Aufbau eines Hubmastgerüsts entbehrlich macht, dass sich durch gute Verschleiß Eigenschaften, Schweißeignung und Sprödbrechtsicherheit auszeichnet, ein gutes Einlaufverhalten aufweist und trotzdem zu einem geringeren Preis als gefräste Hubmastprofile herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung durch ein Walzgerüst nach dem Wortlaut des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren nach dem Wortlaut des Anspruchs 10 gelöst.

Entgegen der zuvor beschriebenen Verfahren der Nachkalibrierung lediglich warmgewalzter Profile im Wege des Ziehens oder der spannenden Nachbearbeitung ermöglicht die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere das Nachkalibrieren vorgewalzter Profilrohlinge im Wege des Walzens im Temperaturbereich der Kaltumformung. Durch dieses Nachkalibrieren werden eine hohe Flanschparallelität, enge Kammermaßtoleranzen und eine gezielte und definiert einsetzbare Kaltverfestigung des Materials im Bereich der bei Hubmastprofilen besonders beanspruchten, oberflächennahen Flanschinnenseiten erreicht. Beim Aufbau von Hubmastgerüsten kommt man bei Verwendung von auf diese Art hergestellten Profilen

mit einer Rollengröße aus. Das Material lässt sich gut schweißen, die kaltverfestigten Flanschinnenseiten zeigen gute Verschleißeigenschaften und geringes Einlaufspiel. Die Sprödbuchtsicherheit ist gut. Auch die Oberflächengüte der Flanschinnenseiten ist bedingt dadurch, dass etwaige Unebenheiten oder Riefen vom Warmwalzprozess durch den auf der Flanschinnenseite stattfindenden Walzvorgang ausgeglichen bzw. geglättet werden, gut. Die Herstellungskosten liegen deutlich unterhalb derjenigen Herstellungskosten, die bei spanend nachbearbeiteten Profilen anfallen. Es lassen sich mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens also Spezialprofile mit einem anspruchsvollen Kammermaßtoleranzniveau zu einem günstigen Preis herstellen, ohne dass diese kalt gezogen oder spanend nachbearbeitet werden müssten.

Die Anordnung der beiden inneren Arbeitsrollen derart, dass sie einerseits auf der Innenseite der Flansche abrollen und sich gleichzeitig mittig zwischen den beiden Flanschen berühren, sorgt dafür, dass die zur Kaltumformung notwendigen hohen Flächenpressungen an der Flanschinnenseite gut und auf einfache, effiziente Weise abgestützt werden können. Es versteht sich von selbst, dass die inneren Arbeitsrollen zu diesem Zweck aus einem hochfesten Material, insbesondere einem hochvergüteten Stahl (z.B. 100 Cr 6) oder einem belastbaren Keramikwerkstoff und mit jeweils hoher Oberflächengüte hergestellt sind.

Regelmäßig ist jeder inneren Arbeitsrolle jeweils ein Stützkörper zugeordnet. Dieser stützt die von der jeweiligen inneren Arbeitsrolle auf die Profilflanschinnenseite ausgeübten Umformkräfte an der jeweiligen Flanschaußenseite ab. Die Stützkörper sind bevorzugt von einer ersten Stützrolle und einer zweiten Stützrolle gebildet und ebenso wie die inneren Arbeitsrollen drehbar im Walzgerüst gelagert.

Neben der Verwendung Stützrollen können auch andersartige Stützkörper zum Einsatz kommen. Die Wahl der Stützkörper hängt unter anderem davon ab, auf welche Art und Weise das Metallprofil und das Walzgerüst relativ zueinander verfahren werden. Alter-

nativ zu den Stützrollen, die bevorzugt dann zum Einsatz kommen, wenn das Metallprofil relativ zu einem stehenden Walzgerüst verfahren wird oder aber wenn die inneren Arbeitsrollen mit den Stützrollen zusammen relativ zu einem fest eingespannten Metallprofil verfahren werden, kann auch die Verwendung von plattenförmigen Stützkörpern vorgesehen sein, die sich außenseitig an die Flansche anlegen und die von den Arbeitsrollen auf die Flanschinnenseiten wirkenden Umformkräfte abstützen. Das Metallprofil kann dann zwischen den außenseitig anliegenden Stützkörpern fest gespannt und von diesen gehalten sein. Hierzu sind die Stützkörper bevorzugt von länglichen, plattenartigen Körpern oder von Stützschiene gebildet, die mit einer ebenen Anlagefläche gegen die Flanschaußenseiten angestellt werden und die Umformkräfte abstützen. Die Stützkörper oder Stützschiene können sich in diesem Fall über die gesamte zu bearbeitende Länge des Metallprofils erstrecken.

Eine weitere alternative Möglichkeit ist die Verwendung eines Stützkörpers aus einer Vielzahl von gelenkig miteinander verbundenen Einzelplatten, die nach Art einer Panzerkette miteinander zusammenwirken. Diese so miteinander verbundenen Einzelplatten können außerdem entweder die erforderlichen Vorschubkräfte auf das zu bewegendes Metallprofil ausüben, um dieses relativ zu einem fest stehenden Arbeitsrollenpaar zu verfahren, oder sich als Teil des Walzgerüsts mit diesem mitbewegen und bevorzugt dazu genutzt werden, die erforderlichen Vorschubkräfte auf das sich relativ zum feststehenden Metallprofil bewegendes Arbeitsrollenpaar zu übertragen.

Über die im Einzelfall geeignetste Art und Weise, wie das Arbeitsrollenpaar aufweisende Walzgerüst und das Metallprofil relativ zueinander verfahren werden, also insbesondere die Frage, ob das Metallprofil fest eingespannt wird und das Arbeitsrollenpaar zwischen den Flanschen hindurchgedrückt oder hindurchgezogen wird oder ob das Metallprofil relativ zu einem feststehenden Arbeitsrollenpaar bewegt wird, wird der Fachmann unter Berücksichtigung der Gegebenheiten des jeweiligen Anwendungsfalles entscheiden. Gleiches gilt für die Frage, wie die hierzu erforderlichen Vorschubkräfte auf das Metallprofil oder auf das Walzgerüst übertragen werden.

Bei bestimmungsgemäßer Bestückung des Walzgerüsts mit dem Metallprofil und bei einem Verfahren des Walzgerüsts und des Metallprofils relativ zueinander wird der erste Flansch zwischen erster innerer Arbeitsrolle und erstem äußeren Stützkörper, also im ersten Arbeitsspalt, und der zweite Flansch zwischen zweiter innerer Arbeitsrolle und zweitem äußeren Stützkörper, also im zweiten Arbeitsspalt, gewalzt.

Der Begriff „Arbeitsspalt“ ist dahingehend zu verstehen, dass die Umformarbeit maßgeblich durch die von den inneren Arbeitsrollen auf die Flanschinnenseiten ausgeübten Kräfte geleistet wird und die Stützkörper die von den inneren Arbeitsrollen auf die Flanschinnenseiten ausgeübten Kräfte lediglich nach außen abstützen, um eine seitliche Verformung bzw. Ausbiegung der Flansche und/oder eine Streckung des zwischen den Flanschen befindlichen Profilsteges, also eine Änderung der Steghöhe, zu verhindern. Der Abstand der Stützkörper ist dabei auf den Abstand der Flanschaußenseiten abgestimmt. Die Verformung und die damit einhergehende Erzielung des angestrebten Kammermaßes kann durch diese Maßnahmen infolge einer tatsächlichen, örtlich begrenzten Verringerung der Flanschmaterialdicke durch plastische Umformung des oberflächennah zur Flanschinnenseite befindlichen Flanschmaterials erreicht werden.

Da es nicht Ziel der Erfindung ist, die Steghöhe des Profils nachzukalibrieren oder die Flanschaußenseite durch Kaltverformung zu verändern, sondern den Abstand der Flanschinnenseiten voneinander und deren Oberflächenkontur quer zur Profillängsrichtung innerhalb enger Toleranzen fertigen zu können, ist bei einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass die Stützkörper derart bemessen sind, dass sie bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Vorrichtung eine so niedrige Flächenpressung zwischen Flanschaußenseite und Stützkörper verursachen, dass keine nennenswerte plastische Verformung des oberflächennah zur Flanschaußenseite befindlichen Flanschmaterials stattfindet.

Typischerweise verwenden verschiedene Hersteller von Flurförderfahrzeugen für Hubmastprofile eigene Wälzkörper- bzw. Rollenformgeometrien. Die Erfindung ermöglicht

es durch Verwendung herstellerspezifischer innerer Arbeitsrollenformen, bereits bei Fertigung der Hubmastprofile die Oberfläche der Flanschinnenseite an die herstellerspezifisch verwendete Wälzkörper- bzw. Rollengeometrie anzupassen. Hierzu weisen die inneren Arbeitsrollen im Bereich der sich bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Vorrichtung ausbildenden Kontaktfläche zwischen innerer Arbeitsrolle und Flanschinnenseite eine nichtzylindrische Außenkontur auf. Die Außenkontur dieser Kontaktfläche kann sich beim Vorgang der Kaltverformung an der Flanschinnenseite abbilden.

Das Umformen der Metallprofile auf das angestrebte Kammermaß kann sowohl vor dem Einführen des Metallprofils in eine Rollenrichteinrichtung oder aber zwischen einzelnen Rollenrichtvorgängen erfolgen. Das Umformen des Metallprofils auf das angestrebte Kammermaß vor einem abschließenden Durchgang durch eine Rollenrichtmaschine und/oder einer abschließende Nachbearbeitung in einer Richtpresse ist insbesondere deshalb sinnvoll, weil nicht immer ausgeschlossen werden kann, dass ungleichmäßige Umformungsgrade auftreten, die zum Beispiel eine Verdrallung oder Verbiegung des Metallprofils zur Folge haben könnten, die durch eine Rollenrichtmaschine und/oder eine Richtpresse wieder auszugleichen wäre. Das Walzgerüst kann auch in eine Rollenrichtmaschine integriert sein. In diesem Fall sollte das Walzgerüst innerhalb der Rollenrichtmaschine beweglich sein, um etwaige Bewegungen des Metallprofils quer zur Profillängsrichtung ausgleichen zu können.

Beim Walzvorgang sind die inneren Arbeitsrollen, die um eine Rotationsachse rotieren, bevorzugt mit einer in Richtung der Rotationsachse wirkenden und die inneren Arbeitsrollen in Richtung des Profilstegs drängenden Anpresskraft beaufschlagt, die gewährleistet, dass die inneren Arbeitsrollen im Übergang von Flansch zum Steg des Metallprofils immer gut anliegen oder zumindest in einem definierten Abstand zum Steg gehalten werden. Die von den inneren Arbeitsrollen auf die Flanschinnenseite ausgeübte, gegebenenfalls herstellerspezifische Verformung bleibt in Profillängsrichtung konstant. Ein Auswandern der Arbeitsrollen weg von der durch die Profilstegoberfläche

definierten Ebene zum Profiläußeren kann so ausgeschlossen werden. Diese Andrückkraft kann selbstverständlich auch oder zusätzlich von einer Andrückrolle geleistet werden, die auf der dem Arbeitsrollenpaar abgewandten Seite des Metallprofils angeordnet ist und das Metallprofil gegen das Arbeitsrollenpaar anstellt, um zu verhindern, dass das Metallprofil sich beim Verfahren relativ zum Arbeitsrollenpaar von diesem entfernt.

Um zu verhindern, dass die inneren Arbeitsrollen mit ihrer dem Steg zugewandten Stirnseite Mahlspuren auf dem Steg hinterlassen, kann auch ein Abstandselement vorgesehen sein, dass die inneren Arbeitsrollen trotz der in Richtung des Profilstegs drängenden Anpresskraft in einem definierten Abstand zur Stegoberfläche hält. Ein solches Abstandselement kann von einer Abstandsrolle oder einem sonstigen Wälzkörper gebildet sein, die beim Verfahren des Profils relativ zum Walzgerüst schonend auf der Stegoberfläche abrollen oder abgleiten.

Weiter vorteilhaft weist die Vorrichtung eine erste Reinigungseinrichtung auf, die Bereiche des Metallprofils von Verunreinigungen reinigt, bevor diese in das Walzgerüst eintreten. Solche Verunreinigungen können durch Zunder entstehen, der bei vorgelagerten Verfahrensschritten von der Profiloberfläche abplatzt. Die Reinigungseinrichtung kann die Verunreinigung insbesondere mit Pressluft abblasen, mit Wasser abspülen oder durch Bürsten oder eine Kombination dieser Vorgänge entfernen. Der Reinigungsvorgang findet bevorzugt kontinuierlich während des Verfahrens des Metallprofils relativ zum Walzgerüst statt. Mit der ersten Reinigungseinrichtung oder aber mit einer zusätzlichen zweiten Reinigungseinrichtung können auf gleiche Weise auch der Stützkörper und/oder innere Arbeitsrollen gereinigt werden.

Der Walzprozess kann insbesondere dann, wenn der für das angestrebte Kammermaß erforderliche Verformungsgrad so hoch ist, dass er nur schwer durch einen einzigen Durchgang erreicht werden kann, mehrstufig erfolgen. So kann das Metallprofil entweder mehrfach durch ein und dasselbe Walzgerüst geführt werden oder aber es kön-

nen mehrere Walzgerüste hintereinander durchlaufen werden, wobei der auf das Metallprofil ausgeübte Druck oder die innere Arbeitsrollen- und/oder Arbeitsspaltgeometrie schrittweise angepasst werden kann.

Um möglicherweise auftretende Walzwulste in einem Arbeitsgang mit dem Walzprozess entfernen zu können, kann am Walzgerüst oder an der Vorrichtung, in der das Walzgerüst eingebettet ist, eine Vorrichtung zur Entfernung der Walzwulst, insbesondere ein Hobel, angeordnet sein.

Es kann vorgesehen sein, die inneren Arbeitsrollen motorisch anzutreiben, um das Verfahren des Walzgerüsts und des Metallprofils relativ zu einander zu gewährleisten. Alternativ oder zusätzlich hierzu kann vorgesehen sein, dass die äußeren Stützkörper von motorisch angetriebenen Stützrollen gebildet sind. Auch die zuvor erwähnte Andruckrolle kann alternativ oder zusätzlich zu Arbeits- und/oder Stützrollen angetrieben werden.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnungen.

In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 eine Frontalansicht auf ein Walzgerüst, bei dem Flansche eines Metallprofils zwischen inneren Arbeitsrollen und äußeren Stützrollen hindurchgeführt werden, und

Fig. 2 die Anordnung aus Figur 1 in einer Draufsicht,

Fig. 3a bis Fig. 3c die schrittweise Veränderung des Metallprofils ausgehend von einem Metallprofilrohling (Fig. 3a) bis zum nachkalibrierten Metallprofil (Fig. 3c), und

Fig. 4 eine stufenweise Erweiterung des Kammermaßes eines Metallprofils durch stufenweises Verstellen der inneren Arbeitsrollen relativ zur Vorschubrichtung V.

Figur 1 zeigt eine Frontalansicht auf ein die erfindungsgemäße Vorrichtung bildendes Walzgerüst 10, bei dem Flansche 21, 22, 23, 24 eines hier beispielhaft gewählten Doppel T-Metallprofils 20 zwischen inneren Arbeitsrollen 11, 12, 13, 14 und äußeren Stützrollen 15, 16 hindurchgeführt werden. Flansche 21 und 23 sind dabei jeweils ein erster Flansch im Sinne der Erfindung und Flansch 22 und 24 sind dabei jeweils ein zweiter Flansch im Sinne der Erfindung.

Die innere Arbeitsrolle 11 bildet eine erste innere Arbeitsrolle und die innere Arbeitsrolle 12 bildet eine zweite innere Arbeitsrolle im Sinne der Erfindung. Zusammen bilden sie ein inneres Arbeitsrollenpaar, das zwischen Flanschen 21 und 22 angeordnet ist. Entsprechend bildet auch die innere Arbeitsrolle 13 eine erste innere Arbeitsrolle und die innere Arbeitsrolle 14 eine zweite innere Arbeitsrolle im Sinne der Erfindung aus, die zusammen ein weiteres inneres Arbeitsrollenpaar bilden, dass zwischen den Flanschen 23 und 24 angeordnet ist. Eine erste Stützrolle 15 wirkt von außen auf die Flansche 21 und 23 und eine zweite Stützrolle 16 wirkt von außen auf die Flansche 22 und 24. Die in Figur 1 dargestellte Konfiguration zeigt also zwei im Sinne der Erfindung erste innere Arbeitsrollen 11, 13 und zwei im Sinne der Erfindung zweite innere Arbeitsrollen 12, 14.

Erste innere Arbeitsrolle 11 und erste äußere Stützrolle 15 bilden zwischen sich einen ersten Arbeitsspalt aus, eine zweite innere Arbeitsrolle 12 und zweite äußere Stützrolle 16 bilden zwischen sich einen zweiten Arbeitsspalt aus. Ebenso bilden erste innere Arbeitsrolle 13 und erste äußere Stützrolle 15 zwischen sich einen ersten Arbeitsspalt im Sinne der Erfindung aus; und zweite innere Arbeitsrolle 14 und zweite äußere Stützrolle 16 bilden zwischen sich einen zweiten Arbeitsspalt im Sinne der Erfindung aus. In der in Figur 1 gezeigten Konfiguration sind also insgesamt vier Arbeitsspalte gezeigt, und zwar jeweils zwei erste Arbeitsspalte im Sinne der Erfindung und jeweils zwei zweite Arbeitsspalte im Sinne der Erfindung.

Die vorstehend beschriebene doppelte Anordnung von insgesamt jeweils zwei inneren Arbeitsrollenpaaren, zwei ersten Flanschen, zwei zweiten Flanschen, zwei ersten Arbeitsspalten und zwei zweiten Arbeitsspalten entfällt selbstverständlich dann zu Gunsten einer einfachen Anordnung, wenn kein Doppelkammerprofil (z.B. Doppel T-Profil) sondern ein Einkammerprofil (z.B. U-Profil) herzustellen oder nachzukalibrieren ist.

Figur 2 zeigt die Konfiguration aus Figur 1 in einer Draufsicht. Die äußeren Stützrollen 15 und 16 und die inneren Arbeitsrollen 11 und 12 drehen sich in Richtung der in Figur 2 durch die Rotationspfeile angedeutete Richtungen. Das Metallprofil wird in einer Vorschubrichtung V relativ zum Walzgerüst verfahren. Alternativ kann auch das Walzgerüst relativ zum fest eingespannten Metallprofil verfahren werden. Vor Eintritt der Flansche 21 bzw. 22 in den zwischen erster innerer Arbeitsrolle 11 und erster äußerer Stützrolle 15 bzw. zwischen zweiter innerer Arbeitsrolle 12 und zweiter äußerer Stützrolle 16 ausgebildeten ersten bzw. zweiten Arbeitsspalt sind die Flanschinnenseiten in dem Bereich, der in Kontakt mit den inneren Arbeitsrollen kommen wird und auf dem bei späterer Nutzung als Hubmastprofil Wälzkörper abrollen werden, um ein Kammermaß K_0 voneinander beabstandet. Das Metallprofil 20 weist außerdem eine Steghöhe S_0 auf.

Während des Durchtritts des jeweiligen Flanschs durch den jeweiligen Arbeitsspalt üben die inneren Arbeitsrollen Umformkräfte auf die Flanschinnenseiten aus und führen zu einer Kaltumformung an den Flanschinnenseiten und damit zu einer oberflächennahen Kaltverfestigung und zu einer Oberflächenglättung. Dieser Vorgang ist in Figur 1 weiter veranschaulicht. In Figur 1 sind bei der oberen Kammer des Doppel T-Profiles 20 Kraftpfeile F_U eingezeichnet, die andeuten, wie die quer zur Profillängsrichtung wirkenden Umformkräfte sich zwischen den Flanschen 21 und 22 gegenseitig aufheben. Lediglich die von den Stützrollen 15 und 16 auf die Flanschaußenseite wirkenden Kräfte müssen von der Lagerung der äußeren Stützrollen (nicht gezeigt) aufgenommen werden. Dies wird dadurch erreicht, dass die inneren Arbeitsrollen 11 und 12 aufeinander abrollen und daher die auftretenden Kräfte unmittelbar aufeinander

abstützen. Dies ermöglicht eine Lagerung der sich an die inneren Arbeitsrollen anschließenden Wellen derart, dass diese die quer zur Profillängsrichtung auftretenden Kräfte nicht bzw. in nur ganz geringem Umfang aufzunehmen braucht. Bei der unteren Kammer des in Figur 1 gezeigten Doppel T-Profils 20 sind die inneren Arbeitsrollen 13, 14 nur schemenhaft dargestellt, um den Materialbereich, auf den die Arbeitsrollen umformend und kaltverfestigend einwirken (schwarz hinterlegt), besser hervorheben zu können.

Die in Figur 1 ebenfalls eingezeichneten Kraftpfeile F_A verdeutlichen eine in Richtung der Rotationsachse R auf das Arbeitsrollenpaar wirkende Anpresskraft, die gewährleistet, dass das Arbeitsrollenpaar nicht in einer vom Profilsteg 25 weggerichteten Bewegung nach oben auswandern kann.

Was die inneren Arbeitsrollen angeht, so wird bei einem angestrebten Endkammermaß K_1 jede innere Arbeitsrolle einen Nenndurchmesser von $\frac{1}{2} K_1$ aufweisen, also die Hälfte des angestrebten Endkammermaßes K_1 . Bei typischer Weise eingesetzten Kammermaßen zwischen 60 mm und 200 mm kämen also innere Arbeitsrollen mit Nenndurchmessern zwischen 30 mm und 100 mm zum Einsatz. Der Nenndurchmesser ist gegebenenfalls um einen Zuschlag erhöht, der berücksichtigt, dass das Flanschmaterial und das Material der inneren Arbeitsrollen selbst eine gewisse Materialelastizität aufweisen und bei Beaufschlagung mit den Umformkräften selbst in geringem Maße elastisch, also ohne zurückbleibende plastische Umformung, nachgeben und anschließend wieder zurückfedern. Der tatsächliche Durchmesser kann also geringfügig größer sein als der Nenndurchmesser $\frac{1}{2} K_1$.

Eine weitere Besonderheit des Verfahrens bzw. des Walzgerüsts ist, dass die inneren Arbeitsrollen zumindest in dem Bereich, in dem sie beim Umformprozess mit den Flanschinnenseiten in Kontakt stehen, eine nichtzylindrische Außenkontur aufweisen können. In den Figuren sind die inneren Arbeitsrollen veranschaulichend bombiert gezeichnet. Sie weisen also einen Querschnitt wie eine außenseitig positiv gekrümm-

te, konvexe Sammellinse auf. Aber auch andere Querschnittsformen, insbesondere auch ein Querschnitt wie eine außenseitig negativ gekrümmte, konkave Zerstreuungslinse, oder unstete Außenkonturverläufe sind grundsätzlich denkbar. Dies ermöglicht es, bereits im Fertigungsprozess bestimmte, gegebenenfalls herstelllerspezifische Rollenformen zu berücksichtigen und deren Außenkontur in den Flanschinnenseiten abzubilden. Dies verringert das sich über die Betriebszeit eines Hubmastgerüsts vergrößernde, sich einem Grenzwert annähernde Einlaufspiel, da die Rollen von Anfang auf einer ihrer Außenkontur angepassten Oberfläche abrollen und sich daher im Laufe der Betriebszeit in deutlich verringertem Maße in diese Oberfläche einarbeiten. Im Idealfall wird die diese Einarbeitung vollständig verhindert.

Mit dem Verfahren lassen sich, bei entsprechend ausgestalteter Außenkontur der inneren Arbeitsrollen, auch nicht parallele Flanschinnenseiten erzeugen. Dabei kann die Nichtparallelität sowohl dergestalt sein, dass sich ausgehend vom Steg ein sich schließendes Kammermaß ergibt (der wirksame Außendurchmesser der inneren Arbeitsrollen verringert sich in einer von der Stegoberfläche wegweisenden Richtung), als auch dergestalt sein, dass sich ausgehend vom Steg ein sich öffnendes Kammermaß ergibt (der wirksame Außendurchmesser der inneren Arbeitsrollen vergrößert sich in einer von der Stegoberfläche wegweisenden Richtung). Außerdem ermöglicht das Verfahren bzw. das Walzgerüst, bei warmgewalzten Stahlprofilen die typischerweise vom Steg ausgehenden, nicht parallelen sondern sich öffnenden Flanschinnenseiten derart umzuformen, dass diese anschließend parallel verlaufen.

Figuren 3a, 3b und 3c veranschaulichen nochmals den Umformungsvorgang. Figur 3a zeigt den Metallprofilquerschnitt vor Eintritt der Flansche in die Arbeitsspalte. Die beim Verfahren bzw. im Walzgerüst bearbeiteten oberflächennahen Materialbereiche an den Flanschinnenseiten sind Figur 3b durch die schwarz hinterlegten Flächen veranschaulicht. Figur 3c zeigt schließlich den Querschnitt des Hubmastprofil mit dem sich vom Ausgangskammermaß K_0 auf das angestrebte Endkammermaß K_1 geänderten Kammermaß.

Wie aus Figur 1 und Figur 2 erkennbar, ist der Durchmesser der äußeren Stützrollen erheblich größer als der der inneren Arbeitsrollen, damit die Flächenpressung an der Flanschaußenseite gering gehalten wird. Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn der Umformprozess keinen Einfluss auf die Steghöhe S_0 oder auf die Flanschaußenseiten haben soll. In Figur 2 ist dies dadurch veranschaulicht, dass Steghöhe S_0 vor und nach dem Durchfahren des Walzgerüsts unverändert ist, während sich das Ausgangskammermaß K_0 auf das angestrebte Endkammermaß K_1 verändert hat. Geringfügige Änderungen der Steghöhe S_0 bzw. des Abstands der Flanschaußenseiten voneinander können aber hingenommen werden, sofern eine solche Änderung sich bei dem späteren Einsatz des Profils nicht nachteilig auswirkt.

Für die Stützkörper hat sich gezeigt, dass der Kontaktbereich mit der Außenfläche der Profilflansche insbesondere dann eine ausreichend geringe Flächenpressung zur Vermeidung plastischer Verformung an der Flanschaußenseite gewährleistet, wenn der wirksame Durchmesser des Stützkörpers an dieser Stelle etwa 700 mm bis 750 mm oder mehr beträgt. Dies ist allerdings nicht als starrer Wert zu verstehen. Je nach Material des Metallprofils können auch hiervon abweichende Werte sinnvolle Ergebnisse erzielen.

Es sei aber darauf hingewiesen, dass die Stützkörper nicht notwendiger Weise von einer Stützrolle gebildet sein müssen. Sie können beispielsweise auch von einer Platte oder Schiene mit Seitenanschlag oder von einer Vielzahl gelenkig miteinander verbundener Einzelplatten, die nach Art einer Panzerkette miteinander verbunden sind und insgesamt eine flächige, ebene Stützfläche ausbilden, gebildet sein. Die Wahl der Stützkörperform wird sich unter anderen danach richten, ob das Walzgerüst relativ zu einem ortsfest verspannten Metallprofil verfahren wird, oder ob das Walzgerüst ortsfest verbaut ist und das Metallprofil gegenüber dem Walzgerüst verfahren wird. Insbesondere im letzteren Fall bietet es sich an, die inneren Arbeitsrollen und/oder die Stützkörper, sofern diese als Stützrollen ausgeführt sind, motorisch anzutreiben. Wer-

den sowohl Stützrollen als auch innere Arbeitsrollen angetrieben, ist selbstverständlich für eine Synchronisation der Oberflächengeschwindigkeiten Sorge zu tragen.

Da eine Stützrolle keine Umformarbeit zu leisten hat, kann diese bei entsprechender Dimensionierung zur Überbrückung bzw. Tolerierung von Unebenheiten der Flanschaußenseite und/oder zum durchrutschsicheren Antrieb des Walzgutes mit einer geringfügig nachgiebigen und/oder reibungsintensiven Antriebsbeschichtung, zum Beispiel mit Hartgummi, ummantelt bzw. beschichtet sein. Eine solche Beschichtung unterstützt außerdem die Gewährleistung der angestrebten, niedrigen Flächenpressung an der Flanschaußenseite.

Der erste und der zweite Stützkörper können selbstverständlich auch von einem einzigen Bauteil gebildet sein, das die Umformkräfte beidseitig, also sowohl am ersten als auch am zweiten Flansch, abstützt.

Figur 4 illustriert eine besondere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Walzgerüsts bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der der Winkel α , den die gedachte Verbindungsachse A, die die Mittelpunkte der beiden inneren Arbeitsrollen gedacht miteinander verbindet, mit der Profillängsseite oder der Vorschubrichtung V einschließt, erhöht wird. Insbesondere wird der Winkel von einem Winkel unter 90° zu einem Winkel von im Wesentlichen 90° verstellt. Hierdurch wird das auf die Flanschinnenseiten wirkende, wirksame äußere Arbeitsmaß der inneren Arbeitsrollen erhöht bzw. bei konstant voneinander beabstandeten äußeren Stützrollen der Arbeitsspalt schrittweise verengt. Die äußeren Stützrollen, die aber selbstverständlich tatsächlich vorzusehen sind, um gemeinsam mit den inneren Arbeitsrollen 11, 12 den Arbeitsspalt auszubilden, sind in Figur 4 lediglich der Übersichtlichkeit halber nicht gezeichnet.

Eine solche Ausgestaltung bietet insbesondere die Möglichkeit, das Kammermaß stufenweise ausgehend von dem Ausgangskammermaß K_0 (noch unbearbeitetes Metallprofil) zu dem Endkammermaß K_3 zu verändern. Bei einem ersten Durchgang schließt die Achse A_1 mit der Profillängsseite oder der Vorschubrichtung V einen Winkel α_1 ein,

um das Kammermaß K_0 auf das Kammermaß K_1 zu erweitern. In einem zweiten Durchgang wird der Winkel α_1 auf den Winkel α_2 erweitert, um den Arbeitsspalt etwas zu verengen und um so das Kammermaß K_1 auf das Kammermaß K_2 zu erweitern. In einem dritten Durchgang wird der Winkel α_2 auf den Winkel α_3 erweitert, um den Arbeitsspalt ein weiteres Mal zu verengen und um so das Kammermaß K_2 auf das Kammermaß K_3 zu erweitern, welches dann in dem in Figur 4 illustrierten Beispiel das Endkammermaß darstellt. Selbstverständlich kann die notwendige oder sinnvolle Anzahl der Durchgänge und damit die Anzahl der Ausrichtungsänderungen des inneren Arbeitsrollenpaares bzw. die Anzahl der Arbeitsspaltverengungen für den jeweiligen Anwendungsfall ermittelt werden.

Bei dem vorstehend beschriebenen mehrstufigen Verfahren wird der Winkel α stufenweise erhöht, um den Arbeitsspalt, der für jeden einzelnen Durchgang aber ansonsten konstant gehalten wird, stufenweise zu verengen. Die in Figur 4 gezeigte Schrägstellung der Rollen gegenüber der Vorschubrichtung, also die Verstellung der gedachten Verbindungsachse A und die damit einhergehende Verengung des Arbeitsspalts, kann aber auch dazu verwendet werden, etwaige Unterschiede im Kammermaß, die über die Metallprofillänge bestehen können, auszugleichen. Insbesondere am Anfang bzw. Ende des Metallprofils können sich in einem begrenzten Bereich bedingt durch das Ein- bzw. Auslaufen des Metallprofils aus dem Arbeitsspalt geringfügige Abweichungen gegenüber dem im Mittelteil des Metallprofils feststellbaren Kammermaß einstellen. Die in Figur 4 gezeigte Schrägstellung der inneren Arbeitsrollen zur Vorschubrichtung kann also nicht nur stufenweise für mehrere Durchläufe erfolgen, wobei die Schrägstellung für jeden Durchlauf konstant gehalten wird, sondern kann auch während eines Durchlaufs gezielt verändert werden, um etwaige Unterschiede in einem gemessenen Ist-Kammermaß entlang des Metallprofils gezielt zu egalisieren.

Hierzu bietet es sich an, dem inneren Arbeitsrollenpaar bzw. einer Verstell- und Steuerungseinrichtung, mit der Winkel α eingestellt wird, eine Messeinrichtung zuzuordnen, die während eines Durchlaufs das Ist-Kammermaß detektiert. Der Messpunkt bzw.

Messwert eilt dabei vorzugsweise dem Arbeitsspalt voraus, so dass nach Erfassen einer Abweichung unmittelbar durch eine Verstellung des Winkels α reagiert werden kann. Es ist aber auch denkbar, dass der Messpunkt bzw. der Messwert dem Arbeitsspalt nach-eilt oder dass sowohl ein vorseilender als auch ein nacheilender Messwert erfasst wird. Letzteres hat insbesondere den Vorteil, dass das System durch Nachstellen des Winkels α unmittelbar die durch dieses Nachstellen erzielte Kammermaßänderung erfassen und programmgesteuert nachregeln bzw. korrigieren kann. Weiter ließe sich dadurch eine Art selbstlernendes System entwickeln, dass sich selbst kalibriert und die Abhängigkeit des Kaltverformungsgrads von der Winkelstellung oder von davon abhängigen Größen selbst ermitteln kann.

Das maximale Maß, das der Winkel α von 90° abweichen kann, also der Grad der Schrägstellung der Achse A zur Vorschubrichtung V, wird sich je nach Werkstoff des Metallprofils und je nach eingestellter Stichabnahme unterscheiden und ist so zu wählen, dass eine ausreichende Abstützung der inneren Arbeitsrollen aufeinander gewährleistet bleibt und dass das resultierende Drehmoment, mit dem die auf die inneren Arbeitsrollen wirkenden Kräfte diese in eine noch stärkere Schrägstellung drängen wollen, beherrschbar bleibt.

Soweit sich die Beschreibung und die Darstellung in den Figuren lediglich ein Doppel T-Profil ausdrücklich erwähnt, sei nochmals darauf hingewiesen, dass die Erfindung sich nicht auf die Herstellung bzw. Nachkalibrierung nur eines solchen Metallprofiltyps beschränkt, sondern sich auch auf alle anderen Profilformen anwenden lässt, die zwei sich gegenüberliegende Flansche aufweisen, zwischen denen zumindest ein Paar innerer Arbeitsrollen sinnvoll zum Einsatz kommen kann.

Bezugszeichenliste

10	Vorrichtung/Walzgerüst
11, 13	erste innere Arbeitsrollen
12, 14	zweite innere Arbeitsrollen
15	erster Stützkörper
16	zweiter Stützkörper
20	Metallprofil
21, 23	erste Flansche
22, 24	zweite Flansche
25	Profilsteg

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur Herstellung und/oder Nachkalibrierung eines Metallprofils (20) mit einem ersten Flansch (21, 23) und einem dem ersten Flansch (21, 23) gegenüberliegenden zweiten Flansch (22, 24), die um ein eng toleriertes Endkammermaß K_1 voneinander beabstandet sein sollen, aufweisend zumindest ein Arbeitsrollenpaar mit einer ersten inneren Arbeitsrolle (11, 13) und einer zweiten inneren Arbeitsrolle (12, 14), das bei bestimmungsgemäßer Bestückung der Vorrichtung (10) zwischen dem ersten Flansch (21, 23) und dem zweiten Flansch (22, 24) angeordnet ist und bei einem Verfahren von Vorrichtung (10) und Metallprofil (20) relativ zueinander in Profillängsrichtung Umformkräfte auf die sich gegenüberliegenden Flanschinnenseiten ausübt, wobei die erste innere Arbeitsrolle (11, 13) auf der zweiten inneren Arbeitsrolle (12, 14) abrollt, um die an den gegenüberliegenden Flanschinnenseiten auf das Arbeitsrollenpaar wirkenden Umformkräfte aufeinander abzustützen, und wobei der ersten inneren Arbeitsrolle (11, 13) unter Bildung eines ersten Arbeitsspalts ein erster äußerer Stützkörper (15) und der zweiten inneren Arbeitsrolle (12, 14) unter Bildung eines zweiten Arbeitsspalts ein zweiter äußerer Stützkörper 16 zugeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützkörper (15, 16) derart bemessen sind, dass sie bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Vorrichtung eine so niedrige Flächenpressung zwischen Flanschaußenseite und Stützkörper (15, 16) verursachen, dass keine plastische Verformung des oberflächennah zur Flanschaußenseite befindlichen Flanschmaterials stattfindet.

3. Vorrichtung nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die inneren Arbeitsrollen (11, 12, 13, 14) im Bereich der sich bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Vorrichtung (10) ausbildenden Kontaktfläche zwischen innerer Arbeitsrolle (11, 12, 13, 14) und Flanschinnenseite eine nichtzylindrische Außenkontur aufweisen.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) in eine Rollenrichtmaschine integriert ist.
5. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) relativ zur Rollenrichtmaschine und quer zur Profillängsrichtung beweglich ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die inneren Arbeitsrollen (11, 12, 13, 14) mit einer in Richtung der Rotationsachse R wirkenden und die inneren Arbeitsrollen (11, 12, 13, 14) in Richtung des Profilstegs (25) drängenden Anpresskraft beaufschlagt
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Reinigungsvorrichtung vorgesehen ist, die das Metallprofil (20) vor dem Eintritt in die Vorrichtung (10) von Verunreinigungen zu befreien vermag.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der Vorrichtung (10) eine Einrichtung vorgesehen ist, mittels der ein sich beim Umformprozess bildender Walzwulst entfernbar ist.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die inneren Arbeitsrollen (11, 12, 13, 14) motorisch angetrieben sind und/oder dass die äußeren Stützkörper (15, 16) von motorisch angetriebenen Stützrollen gebildet sind.

10. Verfahren zur Herstellung eines Metallprofils (20) mit einem ersten Flansch (21, 23) und einem dem ersten Flansch (21, 23) gegenüberliegenden zweiten Flansch (22, 24), die um ein eng toleriertes Endkammermaß K_1 voneinander beabstandet sein sollen, umfassend die Verfahrensschritte:
Positionieren des ersten Flansches (21, 23) in einen ersten Arbeitsspalt, der zwischen einem ersten äußeren Stützkörper (15) und einer ersten inneren Arbeitsrolle (11, 13) eines Arbeitsrollenpaares einer Vorrichtung (10) ausgebildet ist, und des zweiten Flansches (22, 24) in einen zweiten Arbeitsspalt, der zwischen einem zweiten äußeren Stützkörper (16) und einer zweiten inneren Arbeitsrolle (12, 14) des Arbeitsrollenpaares ausgebildet ist,
Verfahren des Metallprofils (20) und der Vorrichtung (10) relativ zueinander in Profillängsrichtung, wobei die inneren Arbeitsrollen (11, 12, 13, 14) auf den Flanschinnenseiten unter Umformung des Flanschmaterials abrollen, und wobei die erste innere Arbeitsrolle und die zweite innere Arbeitsrolle aufeinander abrollen und die quer zur Profillängsrichtung von den Flanschinnenseiten auf das Arbeitsrollenpaar wirkenden Umformkräfte aufeinander abstützen.
11. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass das Metallprofil (20) anschließend in einer Rollenrichtmaschine und/oder in einer Richtpresse nachgerichtet wird.
12. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die inneren Arbeitsrollen (11, 12, 13, 14) um eine Rotationsachse R rotieren und mit einer in Richtung der Rotationsachse R wirkenden und die inneren Arbeitsrollen (11, 12, 13, 14) in Richtung des Profilstegs 25 drängenden Anpresskraft beaufschlagt werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die inneren Arbeitsrollen (11, 12, 13, 14) im Bereich der sich bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Vorrichtung ausbildenden Kontaktfläche zwischen innerer

Arbeitsrolle (11, 12, 13, 14) und Flanschinnenseite eine nichtzylindrische Außenkontur aufweisen und diese Außenkontur beim an der Flanschinnenseite stattfindenden Umformvorgang auf die Flanschinnenseite übertragen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein sich beim Umformvorgang bildender Walzwulst durch eine an der Vorrichtung (10) integrierte Einrichtung unmittelbar nach dem Umformvorgang entfernt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren mehrstufig ausgeführt wird, indem entweder eine Vorrichtung (10) unter Anpassung der Arbeitsspaltgeometrie und/oder der im Arbeitsspalt auf die Flanschinnenseiten wirkenden Kräfte mehrfach durchlaufen wird, oder indem mehrere Vorrichtungen (10) mit jeweils unterschiedlichen Arbeitsspaltabmessungen nacheinander durchlaufen werden.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Metallprofil (20) in Profillängsrichtung relativ zu der ortsfesten Vorrichtung (10) verfahren wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) relativ zu einem ortsfest verspannten Metallprofil (20) verfahren wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Metallprofil (20) zwischen dem ersten Stützkörper (15) und dem zweiten Stützkörper (16) fest verspannt wird und das Arbeitsrollenpaar zwischen dem ersten Flansch (21, 23) und dem zweiten Flansch (22, 24) unter Umformung der Flanschinnenseiten in Profillängsrichtung entlang des Metallprofils (20) und der Stützkörper (15, 16) bewegt wird.

19. Walzprofil, hergestellt nach einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 18.

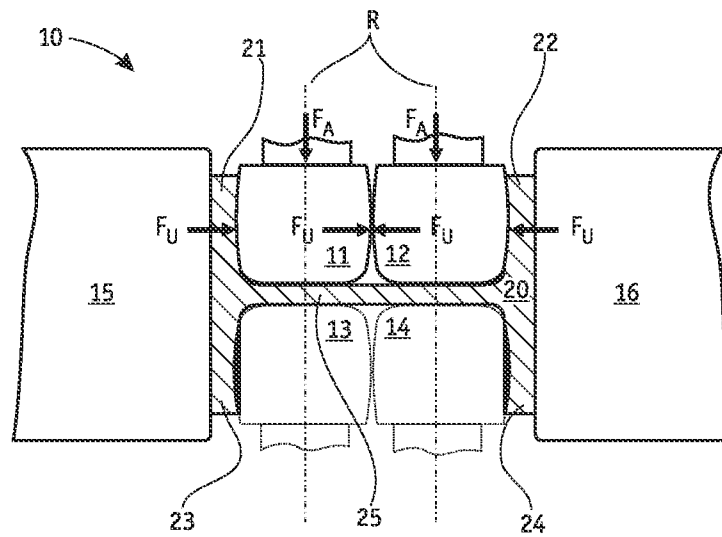


Fig. 1

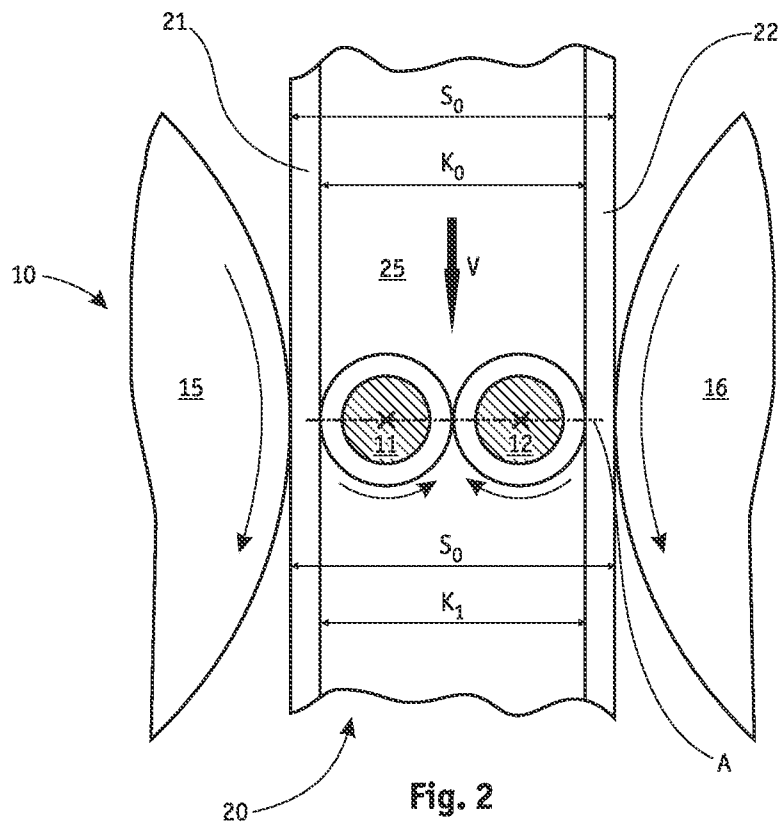


Fig. 2

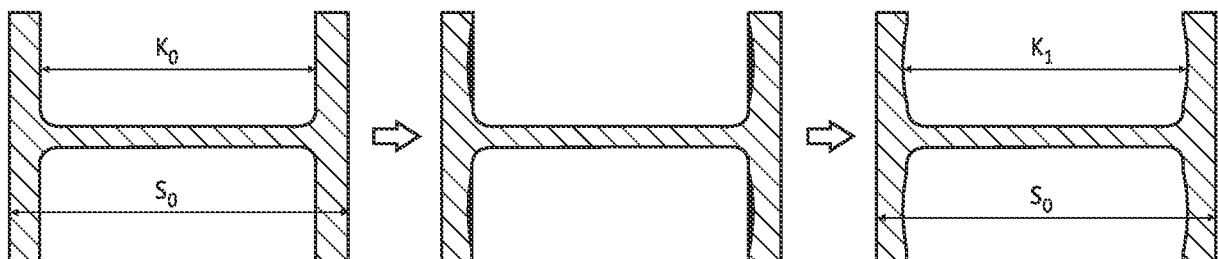


Fig. 3a

Fig. 3b

Fig. 3c

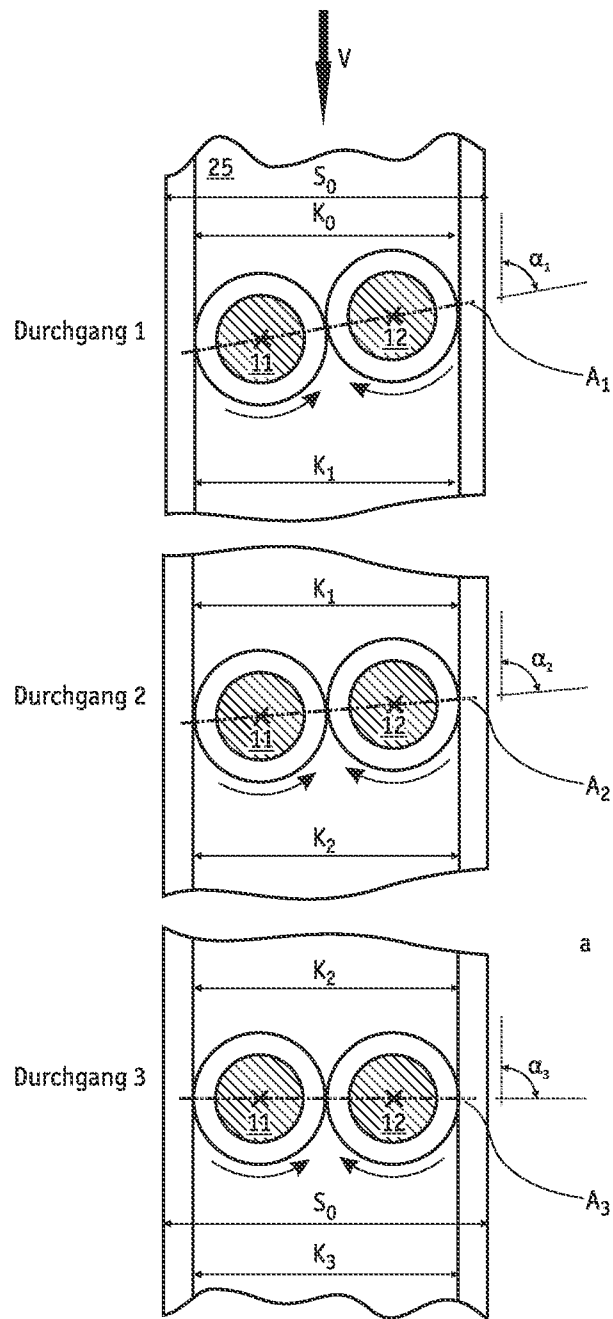


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/057808

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B21B1/088
ADD.

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 B21J B21D

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 practical, 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	JP 62 093008 A (KAWASAKI STEEL CO) 28 April 1987 (1987-04-28)	19
A	abstract; figures 1A-1D -----	1-18
X	JP 2 011201 A (KAWASAKI STEEL CO) 16 January 1990 (1990-01-16)	19
A	figures 1-2 -----	1-18
X	JP 11 244903 A (NIPPON STEEL CORP) 14 September 1999 (1999-09-14)	19
A	abstract; figures 1,5-6 -----	1-18



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 document 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

27 January 2012

Date of mailing of the international search report

08/02/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Forciniti, Marco

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/057808

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 62093008	A	28-04-1987	NONE	

JP 2011201	A	16-01-1990	NONE	

JP 11244903	A	14-09-1999	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/057808

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B21B1/088
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B21B B21J B21D

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	JP 62 093008 A (KAWASAKI STEEL CO) 28. April 1987 (1987-04-28)	19
A	Zusammenfassung; Abbildungen 1A-1D -----	1-18
X	JP 2 011201 A (KAWASAKI STEEL CO) 16. Januar 1990 (1990-01-16)	19
A	Abbildungen 1-2 -----	1-18
X	JP 11 244903 A (NIPPON STEEL CORP) 14. September 1999 (1999-09-14)	19
A	Zusammenfassung; Abbildungen 1,5-6 -----	1-18



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" älteres Dokument, 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 anderen 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

27. Januar 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/02/2012

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/EP2011/057808

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 62093008	A	28-04-1987	KEINE
JP 2011201	A	16-01-1990	KEINE
JP 11244903	A	14-09-1999	KEINE