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

(11) **EP 2 813 299 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.12.2014 Patentblatt 2014/51

(51) Int Cl.:
B21D 1/05 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **14168620.4**

(22) Anmeldetag: **16.05.2014**

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

(30) Priorität: **14.06.2013 DE 102013106243**

(71) Anmelder: **BWG BERGWERK- UND WALZWERK-MASCHINENBAU GMBH**
47051 Duisburg (DE)

(72) Erfinder: **Dr. Andreas Noé**
47647 Kerken (DE)

(74) Vertreter: **von dem Borne, Andreas**
Andrejewski - Honke
Patent- und Rechtsanwälte
An der Reichsbank 8
45127 Essen (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Streckbiegerichten von Metallbändern**

(57) Es handelt sich um ein Verfahren zum Streckbiegerichten von Metallbändern, insbesondere hochfesten Stahlbändern, wobei das Band (B) einen Einlaufspannrollensatz (E) zum Zugaufbau und einen Auslaufspannrollensatz (A) zum Zugabbau durchläuft, wobei das Band (B) zwischen Einlaufspannrollensatz (E) und Auslaufspannrollensatz (A) zunächst wechselseitig um einzeln abgestützte Streckrollen (1-5) gebogen und dabei der Streckgrad erhöht wird und wobei das Band (B) anschließend einen der letzten Streckrollen (5) nachgeordneten Vielrollen-Richtsatz (V) mit einer Vielzahl von Richtrollen (6-11) durchläuft, um welche das Band (B) zur Reduzierung von Bandkrümmung und/oder Restspannung wechselseitig gebogen wird. Der plastische Streckgrad wird sowohl mit den Streckrollen (1-5) als auch anteilig mit dem Vielrollen-Richtsatz (V) erzeugt.

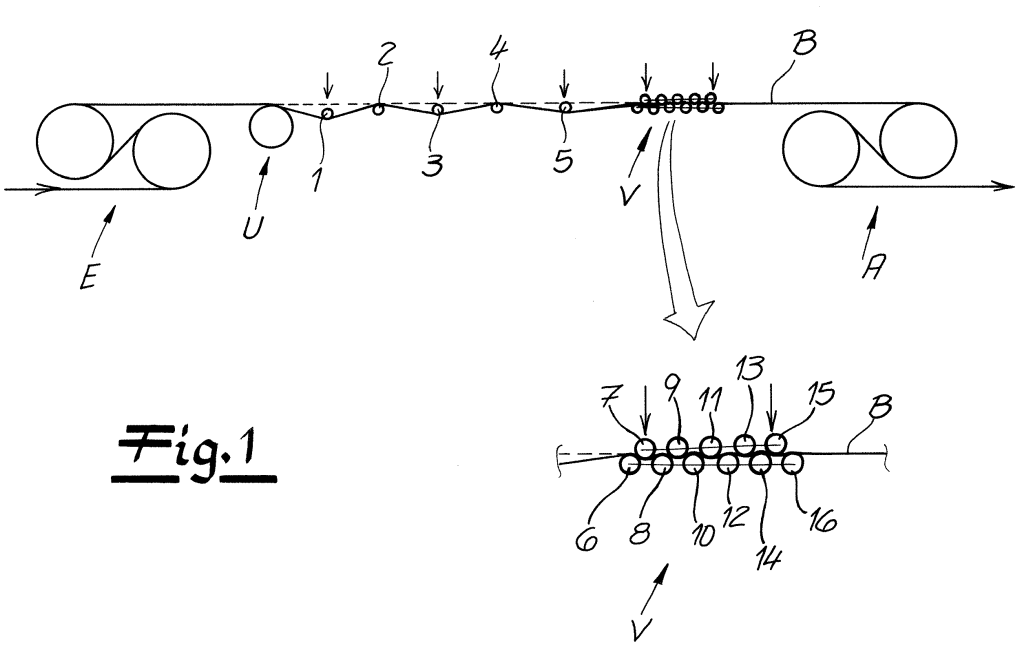


Fig.1

EP 2 813 299 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Streckbiegerichten von Metallbändern, wobei das Band einen Einlaufspannrollensatz zum Zugaufbau und Auslaufspannrollensatz zum Zugabbau durchläuft,
wobei das Band zwischen Einlaufspannrollensatz und Auslaufspannrollensatz zunächst wechselseitig um einzeln abgestützte (das heißt, nicht reibschlüssig miteinander verbundene) Streckrollen gebogen und dabei der Streckgrad erhöht wird und
wobei das Band anschließend einen der letzten Streckrolle nachgeordneten Vielrollen-Richtsatz mit einer Vielzahl von Richtrollen durchläuft, um welche das Band zur Reduzierung von Bandkrümmungen und/oder Restspannungen wechselseitig gebogen wird. - Das Maß, um welches das Band (insgesamt) plastisch gestreckt und folglich gelängt wird, wird als Streckgrad bezeichnet.

[0002] Mit einem solchen Streckbiegerichtverfahren lassen sich unplane Metallbänder richten und folglich Unplanheiten beseitigen. Unplanheit meint z. B. Bandwelligkeit und/oder Bandsäbeligkeit, welches sich aufgrund von Längenunterschieden der Bandfasern in der Bandebene ergeben. Unplanheiten meint aber auch Bandkrümmungen in Längs- und/oder Querrichtungen, welche durch Biegemomente im Band entstehen, z. B. wenn das Band elastisch-plastisch um Umlenkrollen gebogen wurde oder durch elastisch-plastische Verformungen beim Aufwickeln des Bandes. Längskrümmungen werden auch als Coil-Set, Querkrümmungen als Cross-Bow bezeichnet. Im Zuge des Streckbiegerichtens wird das unplane Band unter einer Zugspannung, welche unterhalb der Elastizitätsgrenze R_E bzw. deren technischen Elastizitätsgrenze R_p 0,01 des Bandmaterials liegt, um Rollen hinreichend kleinen Durchmessers (wechselseitig) gebogen, so dass durch die Überlagerung der Zugspannung mit der Biegung eine elastisch/plastische Verformung im Band erzeugt wird. Das Band wird plastisch gelängt, wobei die Höhe der plastischen Längung als Streckgrad bezeichnet wird. Bei der plastischen Längung werden die ursprünglich kurzen Bandfasern relativ stärker gelängt. Im Idealfall haben nach dem Richten alle Bandfasern die gleiche Länge, so dass grundsätzliche in ideal gerichtetes Band frei von Welligkeiten oder Bandsäbel entstehen soll.

[0003] Bei den aus der Praxis bekannten Streckbiegerichtverfahren können grundsätzlich durch die wechselseitige Biegung im elastisch-plastischen Bereich nach dem Richten Restbiegemomente im Band verbleiben, die in der Bandbehandlungslinie als Querwölbung sichtbar werden können und bei einer herausgeschnittenen Tafel zu einer plastischen Restkrümmung in Längs- und/oder Querrichtung führen können. Die Restbiegemomente entstehen dann, wenn die einzelnen Biegungen in ihrer Intensität nicht optimal aufeinander abgestimmt sind. Die Biegeradien hängen ab von den Banddaten (Dicke, Elastizitätsmodul, zyklisches Festigkeitsverhalten, Querkontraktionszahl), der Bandzugspannung, den Rollendurchmessern sowie der Geometrie des Bandlaufes um die Rollen. In erster Näherung kann Letzterer durch den Umschlingungswinkel des Bandes um die Rollen beschrieben werden. Bei genügend großem Umschlingungswinkel oder ausreichender Zugspannung nimmt das Band den Radius der Rolle an. Dann erreicht die Bandkrümmung ihr Maximum und bleibt bei weiter wachsendem Umschlingungswinkel oder wachsender Zugspannung konstant. In der Regel sind aber die Umschlingungswinkel so eingestellt, dass das Band dem Rollenradius nicht folgt.

[0004] Selbst bei einer optimalen Einstellung eines vorgegebenen Streckbiegerichtgerüstes ergeben sich Restbiegemomente durch Schwankungen der Prozessparameter. Denn in der Praxis sind sowohl die Zugspannung und folglich der Streckgrad als auch die Festigkeitswerte und die Banddicke des Bandes grundsätzlich gewissen Schwankungen unterworfen.

[0005] Der einfache Streckbiegerichtprozess mit nur drei Biegungen reagiert relativ empfindlich auf Schwankungen in den genannten Parametern. Deshalb verbleiben im Band je nach Anwendung unzulässig hohe Restkrümmungen.

[0006] Eine deutliche Verbesserung bringt ein Streckbiegerichtprozess mit vier einzeln anstellbaren Streckrollen (vgl. WO 2011/032890 A1).

[0007] Höhere Anforderungen stellen sich z. B. dann, wenn die Streckgrenze und der erforderliche Streckgrad sehr hoch werden, z. B. bei hochfesten Stahlbändern. Es können dann mehr Biegungen erforderlich werden, um die Restkrümmungswerte innerhalb kleiner Werte zu halten, z. B. kleiner als 10^{-1} (1/m).

[0008] Die klassische maschinentechnische Lösung, mit der sich eine Vielzahl von Biegungen realisieren lassen, ist ein Vielrollen-Richtsatz mit z. B. einer unteren festen oder einer oberen anstellbaren Kassette mit Richtrollen und Stützrollen. Die obere Kassette ist in der Regel vertikal positionsgeregelt anstellbar und in der Neigung einstellbar. So erreicht man linear von Rolle zu Rolle abnehmende Umschlingungswinkel, wobei die erste und die letzte Richtrolle jeweils nur den halben Umschlingungswinkel und primär die Funktion von Passline Rollen haben. Nachteilig ist bei einer solchen klassischen Lösung, dass die Richtrollen innerhalb einer Kassette durch die Stützrollen reibschlüssig miteinander gekoppelt sind, das heißt, dass alle Richtrollen mit der gleichen Geschwindigkeit laufen. Durch die im Band beim Streckbiegerichten erzeugte Längung (das heißt, den Streckgrad) läuft das Band aber entsprechend von Rolle zu Rolle immer schneller. Dadurch kommt es im Mehrrollensatz zu Schlupf und infolge zu Vibrationen, die zu unerwünschten Rattermarken auf dem Band führen können. Das Risiko von Rattermarken wächst mit dem Streckgrad, so dass diese Bauart in der Praxis vor allem bei geringen Streckgraden eingesetzt wird.

[0009] Aus diesen Gründen wurde bereits vorgeschlagen, herkömmliche Streckbiegerichtgerüste mit Vielrollen-Richt-

einheiten zu kombinieren. Ein solches Streckbiegerichtverfahren der eingangs beschriebenen Art ist z. B. aus der EP 0 665 069 B1 bzw. der DE 695 14 010 T2 bekannt. Die Rollenanstellungen werden mit einem Steuer-/Regelsystem eingestellt, welches mit einem mathematischen Modell arbeitet. Dabei wird mit paarweise zueinander anstellbaren Streckrollen der Streckgrad erzeugt. In dem Mehrrollensatz erfolgt dann ohne wesentliche Erhöhung des Streckgrades lediglich die Korrektur von Längswölbungsfehlern.

[0010] Die Vorteile einer Kombination eines Streckbiegerichtgerüstes mit einer Vielrollen-Richteinheit werden auch bereits in dem Fachartikel "Advances in Levelling Machines" von Keiji Yamamoto und Keizö Abe in "Journal of the Research Group of Flattened Metal Technology 31 (1992), 24-31" beschrieben. Auch dort wird der Streckgrad mit paarweise zueinander anstellbaren Streckrollen erzeugt. In den Mehrrollensatz erfolgt dann die Korrektur von Wölbungsfehlern.

[0011] Ausgehend von dem vorbekannten Stand der Technik liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, ein Streckbiegerichtverfahren zu schaffen, welches bei geringem anlagentechnischen Aufwand optimale Planheitsergebnisse, insbesondere auch bei hochfesten Bändern und hohen erforderlichen Streckgraden, gewährleistet.

[0012] Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung bei einem gattungsgemäßen Verfahren der eingangs beschriebenen Art, dass der plastische Streckgrad sowohl mit den Streckrollen als auch anteilig mit dem Vielrollen-Richtsatz erzeugt wird. Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, dass sich die Richtergebnisse deutlich verbessern lassen, wenn der Streckgrad nicht ausschließlich oder im Wesentlichen ausschließlich mit den Streckrollen erzeugt wird, sondern wenn auch der Vielrollen-Richtsatz ganz gezielt in die Erzeugung eines erheblichen Anteils des Streckgrades mit einbezogen wird. So liegt es im Rahmen der Erfindung, dass zumindest 5 % des plastischen Streckgrades, vorzugsweise zumindest 10 % des plastischen Streckgrades, mit dem nachgeordneten Vielrollen-Richtsatz erzeugt werden. Dabei ist es besonders zweckmäßig, wenn ein erheblicher Anteil dieses Streckgrades mit der ersten Richtrolle oder mit den ersten beiden Richtrollen des Vielrollen-Richtsatzes erzeugt wird. Dann ist bevorzugt vorgesehen, dass zumindest 5 % des plastischen Streckgrades, vorzugsweise zumindest 10 % des plastischen Streckgrades mit der ersten Richtrolle des Vielrollen-Richtsatzes erzeugt werden. Die Erfindung hat dabei erkannt, dass insbesondere die erste Rolle des Vielrollen-Richtsatzes in einem erheblichen Maße zur Erzeugung des Streckgrades herangezogen werden kann. Die Tatsache, dass dann im Bereich dieser ersten Rolle des Vielrollen-Richtsatzes eine erhebliche Längung des Bandes erfolgt, führt nicht zu dem Problem eventueller Rattermarken, da die auf die erste Richtrolle folgende zweite Richtrolle nicht reibschlüssig mit der ersten Richtrolle verbunden ist. Erst die dritte Richtrolle des Vielrollen-Richtsatzes ist Bestandteil derselben Kassette wie die erste Richtrolle, so dass ein erheblicher Streckgrad im Bereich der ersten Richtrolle nicht zu unerwünschten Rattermarken führt.

[0013] Nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung mit besonderer Bedeutung ist vorgesehen, dass der Umschlingungswinkel zumindest an den Streckrollen und der ersten Richtrolle, vorzugsweise jedoch an allen Richtrollen, von Rolle zu Rolle abnimmt. So kann es z. B. vorgesehen sein, dass der Umschlingungswinkel an den Streckrollen sowie gegebenenfalls zumindest der ersten Richtrolle von Rolle zu Rolle um jeweils zumindest 5 % (bezogen auf den Umschlingungswinkel der jeweils vorangehenden Rolle) abnimmt. Dabei hat die Erfindung erkannt, dass es bei vorbekannten Ausführungsformen nachteilig ist, wenn mit Streckrollenpaaren gearbeitet wird, bei welchen an jeder Streckrolle eines solchen Streckrollenpaares annähernd die gleichen Umschlingungswinkel vorliegen. Tatsächlich ist es für das Gleichgewicht der Restspannungen günstig, wenn die Umschlingungswinkel und damit die Bandkrümmungen, von Rolle zu Rolle abnehmen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Umschlingungswinkel bei den ersten Biegungen, welche den Streckgrad erzeugen, stärker von Rolle zu Rolle abnehmen und bei den weiteren Biegungen nur noch schwach. Eine Vorrichtung, die nach einem solchen Verfahren arbeitet, ist besonders unempfindlich in Bezug auf Restkrümmungen. Maschinentechnisch wird dieses besonders wirtschaftlich realisiert, weil nicht mit einer Vielzahl von Einzelkassetten gearbeitet werden muss, sondern weil in der beschriebenen Weise zunächst einzelne Streckrollen und dann der Vielrollen-Richtsatz vorgesehen sind, die in der erfindungsgemäßen Weise arbeiten.

[0014] Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Umschlingungswinkel an den Streckrollen und Richtrollen von Rolle zu Rolle zunächst um höhere und anschließend um geringe Differenzbeträge abnehmen. Dieses kann z. B. dadurch realisiert werden, dass die Umschlingungswinkel von der ersten Streckrolle bis zur ersten Richtrolle von Rolle zu Rolle um einen ersten konstanten Differenzbetrag und von der zweiten Richtrolle bis zur letzten Richtrolle von Rolle zu Rolle um einen zweiten konstanten Differenzbetrag, vorzugsweise einen geringeren Differenzbetrag abnehmen. Alternativ liegt es im Rahmen der Erfindung, dass die Umschlingungswinkel von der ersten Streckrolle bis zur ersten Richtrolle um von Rolle zu Rolle kleiner werdende Differenzbeträge abnehmen.

[0015] Die Ausgestaltung des Verfahrens mit abnehmenden Umschlingungswinkeln führt zu einer Unempfindlichkeit des Verfahrens in Bezug auf Restkrümmungen.

[0016] Ferner hat die Erfindung erkannt, dass es z. B. in Bezug auf Restwelligkeiten günstig ist, wenn die Rollenabstände zwischen den einzelnen Streckrollen sowie zwischen der letzten Streckrolle und der ersten Richtrolle nicht abnehmen, sondern entweder in etwa identisch sind oder sogar in Bandlaufrichtung zunehmen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Rollenabstände verhältnismäßig groß sind. Bevorzugt betragen sie jeweils zumindest 300 mm. So liegt es im Rahmen der Erfindung, dass zwischen zwei aufeinander folgenden Streckrollen sowie zwischen der letzten

Streckrolle und der ersten Richtrolle die Abstände jeweils zumindest ein Drittel, vorzugsweise zumindest die Hälfte der Breite des Bandes oder maximalen Breite des Bandes betragen. Jedenfalls werden durch ausreichend große horizontale Abstände (bzw. in Bandlaufrichtung) von Rolle zu Rolle bei den Streckrollen die Tendenzen zur Mittenwelligkeit vermieden bzw. minimiert.

[0017] Gegenstand der Erfindung ist auch eine Vorrichtung zum Streckbiegerichten von Metallbändern nach einem Verfahren der beschriebenen Art. Diese Vorrichtung weist zumindest einen Einlaufspannrollensatz zum Aufbau des Bandzuges und ein Auslaufspannrollensatz zum Abbau des Bandzuges sowie mehrere zwischen Einlaufspannrollensatz und Auslaufspannrollensatz angeordnete, einzeln abgestützte Streckrollen auf, um welche das Band unter Erhöhung des Streckgrades wechselseitig gebogen wird. Ferner ist zwischen Einlaufspannrollensatz und Auslaufspannrollensatz ein der letzten Streckrolle nachgeordneter Vielrollen-Richtsatz mit einer Vielzahl von Richtrollen vorgesehen, um welche das Band zur Reduzierung von Bandkrümmungen und/oder Restspannung wechselseitig gebogen wird. Der Vielrollen-Richtsatz weist eine obere Richtkassette mit oberen Richtrollen und eine untere Richtkassette mit unteren Richtrollen auf, wobei zumindest eine der Richtkassetten, z. B. die obere Richtkassette in Höhe und Neigung einstellbar ist, vorzugsweise positionsgeregelt einstellbar ist. Der Vielrollen-Richtsatz ist der letzten Streckrolle unmittelbar nachgeordnet, d. h. zwischen der letzten Streckrolle und dem Vielrollen-Richtsatz ist kein weiterer Spannrollensatz (Bremsrollensatz und/oder Zugrollensatz) angeordnet.

[0018] Ferner ist es zweckmäßig, dass zumindest die letzte Streckrolle anstellbar ist, vorzugsweise positionsgeregelt anstellbar. Besonders bevorzugt sind (alle) oberen Streckrollen und/oder (alle) unteren Streckrollen einzeln anstellbar, vorzugsweise positionsgeregelt anstellbar. Von besonderer Bedeutung ist aber die Tatsache, dass die einzelnen Streckrollen - anders als bei einem VielrollenRichtsatz - nicht reibschlüssig miteinander verbunden sind. Auch die erste Richtrolle des Vielrollen-Richtsatzes ist nicht reibschlüssig mit der vorangehenden Streckrolle und auch nicht reibschlüssig mit der zweiten Richtrolle verbunden. Wie bereits beschrieben wird durch diese Lösung das Risiko von Rattermarken vermieden. Für unterschiedliche Bänder lassen sich flexibel die optimalen Umschlingungswinkelkombinationen einstellen.

[0019] Optimale Ergebnisse lassen sich erreichen, wenn mit verhältnismäßig vielen Rollen gearbeitet wird. Die erfindungsgemäße Lösung mit einerseits Streckrollen und andererseits einem Vielrollen-Richtsatz zeichnet sich durch eine wirtschaftliche Bauweise und eine Begrenzung der erforderlichen Baulänge aus. Dabei ist es vorteilhaft, wenn zumindest vier Streckrollen, vorzugsweise fünf Streckrollen, vorgesehen sind. Gegebenenfalls können auch noch mehr Streckrollen vorgesehen sein. Der Vielrollen-Richtsatz weist zumindest acht Richtrollen, vorzugsweise zumindest zehn Richtrollen auf.

[0020] Es ist außerdem zweckmäßig, dass zwischen Einlaufspannrollensatz und Auslaufspannrollensatz vor der ersten Streckrolle eine einlaufseitige Umlenkrolle vorgesehen ist, so dass bereits im Bereich der ersten Streckrolle der Umschlingungswinkel und damit die Bandkrümmung flexibel einstellbar ist.

[0021] Eine solche Umlenkrolle kann zugleich als Bandzugmessvorrichtung ausgebildet sein. Denn es ist optional zweckmäßig, wenn zwischen Einlaufspannrollensatz und Auslaufspannrollensatz eine Bandzugmessvorrichtung vorgesehen ist.

[0022] Außerdem ist die Anlage mit einer Steuereinrichtung ausgerüstet, welche mit den verschiedenen Anlagenkomponenten verbunden ist. So kann die Steuereinrichtung zunächst einmal mit den Antrieben des Einlaufspannrollensatzes und des Auslaufspannrollensatzes verbunden sein. Alternativ oder ergänzend kann die Steuereinrichtung mit den Anstelleinrichtungen der Streckrollen und den Anstelleinrichtungen des Vielrollen-Richtsatzes verbunden sein. Über die Steuereinrichtung kann folglich eine positionsgenaue Anstellung der Rollen und damit eine exakte Einstellung der gewünschten Umschlingungswinkel realisiert werden.

[0023] Dabei liegt es im Rahmen der Erfindung, die Rollenanstellungen aus einem mathematischen Modell zu ermitteln, welches zumindest die Materialkennwerte (das heißt E-Modul, Querkontraktionszahl, Elastizitätsgrenze und/oder Verfestigungsmodul) sowie die Maschinengeometrie, die Banddicke, die Bandbreite, die Zugspannung und den Streckgrad berücksichtigt. In die Maschinengeometrie gehen insbesondere die Anstellungen der Rollen und die Abstände ein. Dabei sieht die Erfindung jedoch vor, dass die Anstellungen nicht mit Hilfe eines mathematischen Modells innerhalb der Steuereinrichtung berechnet werden, sondern erfindungsgemäß werden in die Steuereinrichtung vorgegebene Werte für die Rollenanstellungen eingegeben. Diese Sollwerte für die Rollenanstellungen können mit Hilfe des beschriebenen mathematischen Modells vorab berechnet werden und dann als Wertetabellen an die Steuereinrichtung übergeben werden, so dass im Rahmen der Steuerung dann lediglich die vorgegebenen Einstellungen realisiert werden müssen.

[0024] Die Erfindung lässt sich besonders bevorzugt bei hochfesten Stahlbändern realisieren, die z. B. eine Dicke von 0,15 mm bis 2 mm, z. B. 0,5 mm bis 2 mm aufweisen können. Die beschriebenen Vorteile lassen sich jedoch auch bei Bändern anderer Dicke und auch bei Bändern aus anderem Material realisieren.

[0025] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Anlage zum Streckbiegerichten von Metallbändern in einer vereinfachten Seitenansicht,

Fig. 2 eine graphische Darstellung der Entwicklung des (relativen) Streckgrades von Rolle zu Rolle bei einer Vorrichtung nach Fig. 1, und

Fig. 3a, 3b beispielhaft zwei verschiedene Einstellungen für die Umschlingungswinkel an den Rollen.

[0026] In Fig. 1 ist eine Anlage zum Streckbiegerichten von Metallbändern B dargestellt. Die Anlage weist in ihrem grundsätzlichen Aufbau einen Einlaufspannrollensatz A zum Aufbau des Bandzuges und einen Auslaufspannrollensatz E zum Abbau des Bandzuges auf. Zwischen Einlaufspannrollensatz A und Auslaufspannrollensatz E sind eine Umlenkrolle U sowie daran anschließend fünf einzeln abgestützte Streckrollen 1, 2, 3, 4, 5 angeordnet, um welche das Band B unter Erhöhung des Streckgrades wechselseitig gebogen wird.

[0027] Der letzten Streckrolle 5 ist dann ein Vielrollen-Richtsatz V nachgeordnet, welcher eine Vielzahl von Richtrollen 6 bis 16 aufweist, um welche das Band zur Reduzierung von Bandkrümmungen und/oder Restspannungen wechselseitig gebogen wird. Dabei ist in den Figuren erkennbar, dass der VielrollenRichtsatz V der letzten Streckrolle 5 unmittelbar nachgeordnet ist, ohne dass zwischen der letzten Streckrolle 5 und dem Vielrollen-Richtsatz V weitere Spannrollensätze angeordnet sind. Der Vielrollen-Richtsatz V besteht dabei im Wesentlichen aus einer oberen Richtkassette K1 und einer unteren Richtkassette K2, wobei die obere Richtkassette K1 in Höhe und Neigung positionsgeregelt einstellbar ist. Jede der Richtrollen 6 bis 16 des VielrollenRichtgerüstes V ist über Stützrollen bzw. zwischen Walzen und Stützrollen abgestützt, wobei die einzelnen Rollen der oberen Richtkassette K1 einerseits und die einzelnen Rollen der unteren Richtkassette K2 über diese Stützrollen bzw. Zwischenschaltung wie ein 1:1 Getriebe reibschlüssig miteinander verbunden sind. Dieses ist in den Figuren nicht dargestellt.

[0028] Von den einzelnen Streckrollen 1 bis 5 sind im Ausführungsbeispiel die drei oberen Streckrollen 1, 3 und 5 einzeln positionsgeregelt anstellbar. Im Übrigen ist angedeutet, dass die Abstände zwischen zwei unmittelbar aufeinander folgenden Streckrollen sowie zwischen der letzten Streckrolle und der ersten Richtrolle in Bandlaufrichtung zunehmen.

[0029] Mit der dargestellten Anlage lassen sich Metallbänder und insbesondere hochfeste Metallbänder nach einem Verfahren der beschriebenen Art streckbiegerichten. Dazu wird die Anlage so betrieben, dass der plastische Streckgrad nicht ausschließlich mit den Streckrollen 1 bis 5, sondern anteilig auch mit dem Vielrollen-Richtgerüst V und insbesondere mit der ersten Richtrolle 6 erzeugt wird.

[0030] Dieses lässt sich beispielhaft anhand von Fig. 2 erkennen. Dort sind jeweils die (relativen) Streckgrade nach der jeweiligen Rolle graphisch dargestellt. Der Streckgrad entwickelt sich von Rolle zu Rolle in der folgenden Weise, wobei jeweils der Anteil des Gesamtstreckgrades nach der jeweiligen Rolle angegeben ist:

Rolle Nr.	Anteil des Streckgrades nach der jeweiligen Rolle
1	0,27
2	0,47
3	0,64
4	0,78
5	0,89
6	0,97
7	0,99
8	1,00
9	1,00
10	1,00
11	1,00
12	1,00
13	1,00
14	1,00
15	1,00
16	1,00

[0031] Ein Anteil des Streckgrades nach der Rolle 1 von 0,27 entspricht folglich einem Streckgrad von 27 % des Gesamtstreckgrades nach dieser Rolle. Nach der Rolle 8 ist in diesem Ausführungsbeispiel folglich ein Anteil des Streckgrades von 1,0 und folglich der Gesamtstreckgrad erreicht. Gleiches gilt für die Angaben in Fig. 2. Auch dort ist der jeweilige Anteil des Gesamtstreckgrades nach der jeweiligen Rolle angegeben.

[0032] Aus der Tabelle bzw. aus Fig. 2 wird deutlich, dass insbesondere mit der ersten Richtrolle des Vielrollen-

Richtsatzes V noch ein erheblicher Anteil des Streckgrades von mehr als 10 % erzeugt wird. Dieses ist deshalb möglich, weil diese erste Richtrolle 6 weder mit der vorangehenden Streckrolle 5 noch mit der nachfolgenden Richtrolle 7 reibschlüssig in Verbindung steht.

[0033] Außerdem kommt es erfindungsgemäß darauf an, dass durch die einzelne Positionsanstellung die Umschlingungswinkel flexibel einstellbar sind. Erfindungsgemäß ergibt sich ein "langsamer" Abfall der Umschlingungswinkel. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten.

[0034] Fig. 3a zeigt eine erste Variante, bei welcher die Umschlingungswinkel von der ersten Streckrolle 1 bis zur ersten Richtrolle 6 von Rolle zu Rolle um einen ersten konstanten Differenzbetrag abnehmen, so dass die Punkte zu den Rollen 1 bis 6 im Wesentlichen durch eine Gerade mit einer ersten Steigung verbunden sind. Dann nehmen die Umschlingungswinkel von der zweiten Richtrolle 7 bis zur letzten Richtrolle 16 um einen zweiten konstanten Differenzbetrag ab, welcher geringer als der erste Differenzbetrag ist. Auf diese Weise lassen sich die Punkte zu den Rollen 7 bis 16 im Wesentlichen durch eine zweite Gerade mit einer zweiten Steigung verbinden, welche betragsmäßig geringer ist.

[0035] Fig. 3b zeigt eine abgewandelte Betriebsweise bei welcher die Umschlingungswinkel von der ersten Streckrolle 1 bis zur ersten Richtrolle 6 um immer kleiner werdende Differenzbeträge abnehmen. Von der zweiten Richtrolle 7 bis zur letzten Richtrolle 16 sind dann wiederum im Wesentlichen konstante Differenzbeträge eingestellt.

[0036] Jedenfalls zeichnen sich solche Betriebsweisen durch eine gleichmäßig abbauende Biegewirkung aus, da die Umschlingungswinkel von Rolle zu Rolle gleichsam "fließend" abnehmen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Streckbiegerichten von Metallbändern, insbesondere hochfesten Stahlbändern,
   wobei das Band einen Einlaufspannrollensatz (E)zum Zugaufbau und einen Auslaufspannrollensatz (A) zum Zugabbau durchläuft,
   wobei das Band (B) zwischen Einlaufspannrollensatz (E) und Auslaufspannrollensatz (A) zunächst wechselseitig um einzeln abgestützte Streckrollen (1-5) gebogen und dabei der Streckgrad erhöht wird und
   wobei das Band (B) anschließend einen der letzten Streckrollen (5) nachgeordneten Vielrollen-Richtsatz (V) mit einer Vielzahl von Richtrollen (6-11) durchläuft, um welche das Band (B) zur Reduzierung von Bandkrümmung und/oder Restspannung wechselseitig gebogen wird,
   dadurch gekennzeichnet, dass der plastische Streckgrad sowohl mit den Streckrollen (1-5) als auch anteilig mit dem Vielrollen-Richtsatz (V) erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest 5 % des plastischen Streckgrades, vorzugsweise zumindest 10 % des Streckgrades, mit dem Vielrollen-Richtsatz (V) erzeugt werden, wobei besonders bevorzugt zumindest 5 % des plastischen Streckgrades, z. B. 10 % des plastischen Streckgrades, mit der ersten Richtrolle (6) des Vielrollen-Richtsatzes (V) erzeugt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Umschlingungswinkel zumindest an den Streckrollen (1-5) und der ersten Richtrolle (6), vorzugsweise an allen Richtrollen (6-11) von Rolle zu Rolle abnimmt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Umschlingungswinkel an den Streckrollen (1-5) sowie gegebenenfalls zumindest der ersten Richtrolle (6) von Rolle zu Rolle um jeweils zumindest 5 % abnimmt.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Umschlingungswinkel an den Streckrollen (1-5) und Richtrollen (6-11) von Rolle zu Rolle zunächst um höhere und anschließend um geringere Differenzbeträge abnimmt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Umschlingungswinkel von der ersten Streckrolle (1) bis zur ersten Richtrolle (6) von Rolle zu Rolle um einen ersten konstanten Differenzbetrag und von der zweiten Richtrolle (7) bis zur letzten Richtrolle (11) von Rolle zu Rolle um einen zweiten konstanten Differenzbetrag, vorzugsweise einen geringeren Differenzbetrag, abnehmen.

7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umschlingungswinkel von der ersten Streckrolle (1) bis zur ersten Richtrolle (6) um von Rolle zu Rolle kleiner werdende Differenzbeträge abnehmen.

8. Vorrichtung zum Streckbiegerichten von Metallbändern nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit zumindest

- einem Einlaufspannrollensatz (E) zum Aufbau des Bandzuges,
- einem Auslaufspannrollensatz (A) zum Abbau des Bandzuges,
- mehreren zwischen Einlaufspannrollensatz (E) und Auslaufspannrollensatz (A) angeordneten, einzeln abgestützten Streckrollen (1-5), um welche das Band unter Erhöhung des Streckgrades wechselseitig gebogen wird,
- einem der letzten Streckrolle (5) nachgeordneten VielrollenRichtsatz (V) mit einer Vielzahl von Richtrollen (6-11), um welche das Band (B) wechselseitig gebogen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass der plastische Streckgrad sowohl mit den Streckrollen (1-5) als auch anteilig mit dem Vielrollen-Richtsatz (V) erzeugt wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der VielrollenRichtsatz (V) eine obere Richtkassette (K1) mit oberen Richtrollen (7, 9, 11, 13, 15) und eine untere Richtkassette (K2) mit unteren Richtrollen (6, 8, 10, 12, 14, 16) aufweist, wobei zumindest eine der Richtkassetten, z. B. die obere Richtkassette (K1) in Höhe und Neigung einstellbar ist, vorzugsweise positionsgeregelt einstellbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die letzte Streckrolle (5) anstellbar ist, vorzugsweise positionsgeregelt anstellbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die oberen Streckrollen (1, 3, 5) und/oder die unteren Streckrollen (2, 4) einzeln anstellbar sind, vorzugsweise positionsgeregelt anstellbar sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstände zwischen zwei unmittelbar aufeinander folgenden Streckrollen (1-5) sowie zwischen der letzten Streckrolle (5) und der ersten Richtrolle (6) in etwa identisch sind oder in Bandlaufrichtung zunehmen.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstände zwischen zwei unmittelbar aufeinander folgenden Streckrollen (1-5) sowie zwischen der letzten Streckrolle (5) und der ersten Richtrolle (6) jeweils zumindest 300 mm betragen.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstände zwischen zwei unmittelbar aufeinander folgenden Streckrollen (1-5) sowie zwischen der letzten Streckrolle (1-5) und der ersten Richtrolle (6) jeweils zumindest ein Drittel, vorzugsweise zumindest die Hälfte der Breite des Bandes oder der maximalen Breite des Bandes, betragen.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Vielrollen-Richtsatz (V) zumindest vier, vorzugsweise fünf oder mehr Streckrollen (1-5) angeordnet sind.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vielrollen-Richtsatz (V) zumindest acht, vorzugsweise zumindest zehn Richtrollen (6-16) aufweist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ersten Streckrolle (1) eine einlaufseitige Umlenkrolle (U) vorgeordnet ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Einlaufspannrollensatz (E) und Auslaufspannrollensatz (A), vorzugsweise vor der ersten Streckrolle (1), eine Bandzugmessvorrichtung angeordnet ist, wobei zumindest eine Umlenkrolle (U) als Bandzugmessvorrichtung ausgebildet ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebe des Einlaufspannrollensatzes (E) und des Auslaufspannrollensatzes (A), die Anstelleinrichtungen der Streckrollen (1-5) und die Anstelleinrichtungen des Vielrollen-Richtsatzes (V) mit einer Steuereinrichtung verbunden sind.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuereinrichtung vorgegebene Soll-Rollenanstellungen hinterlegt sind, welche zuvor rechnerisch ermittelt und anschließend in die Steuereinrichtung eingegeben werden.

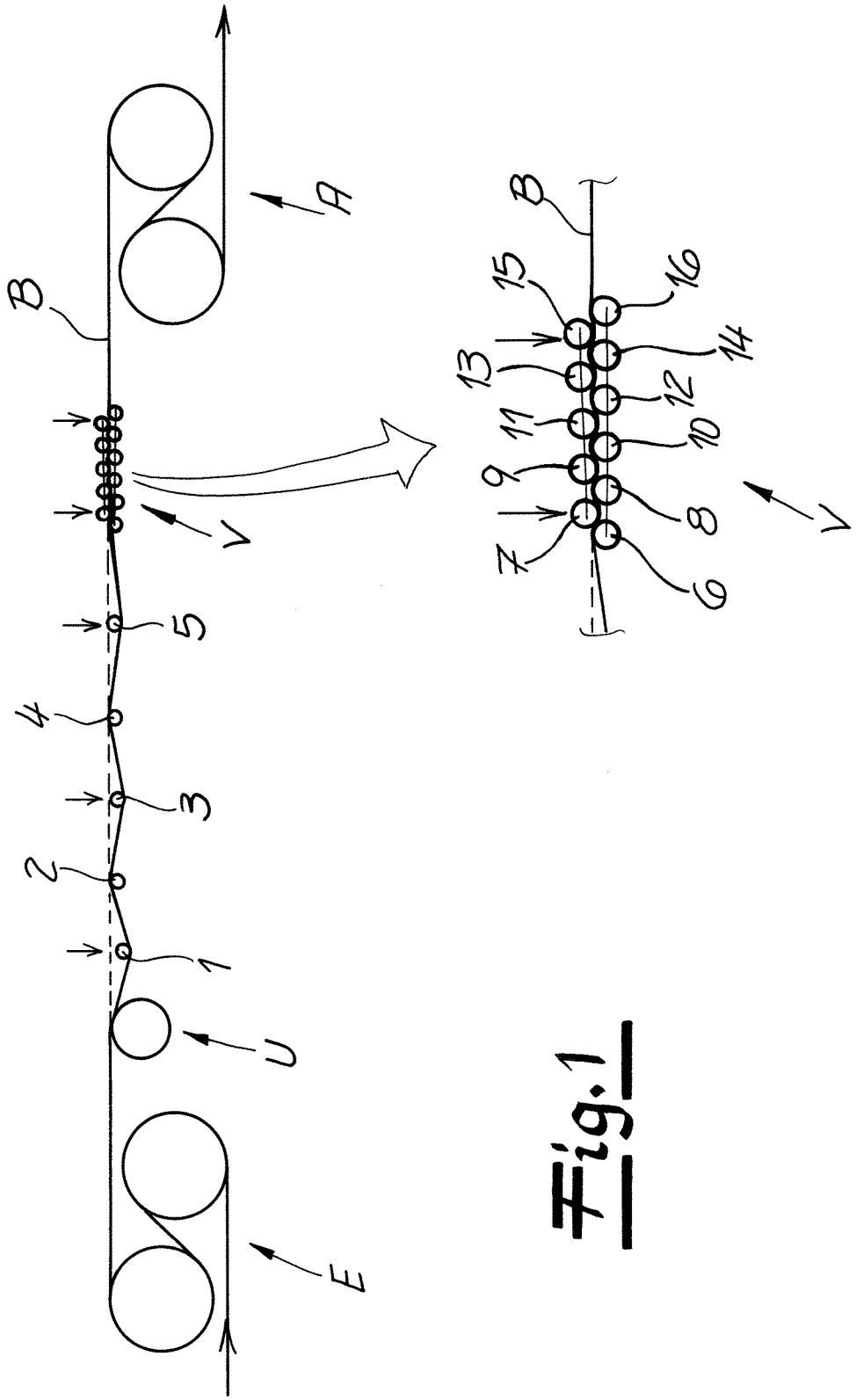


Fig.1

Fig.2

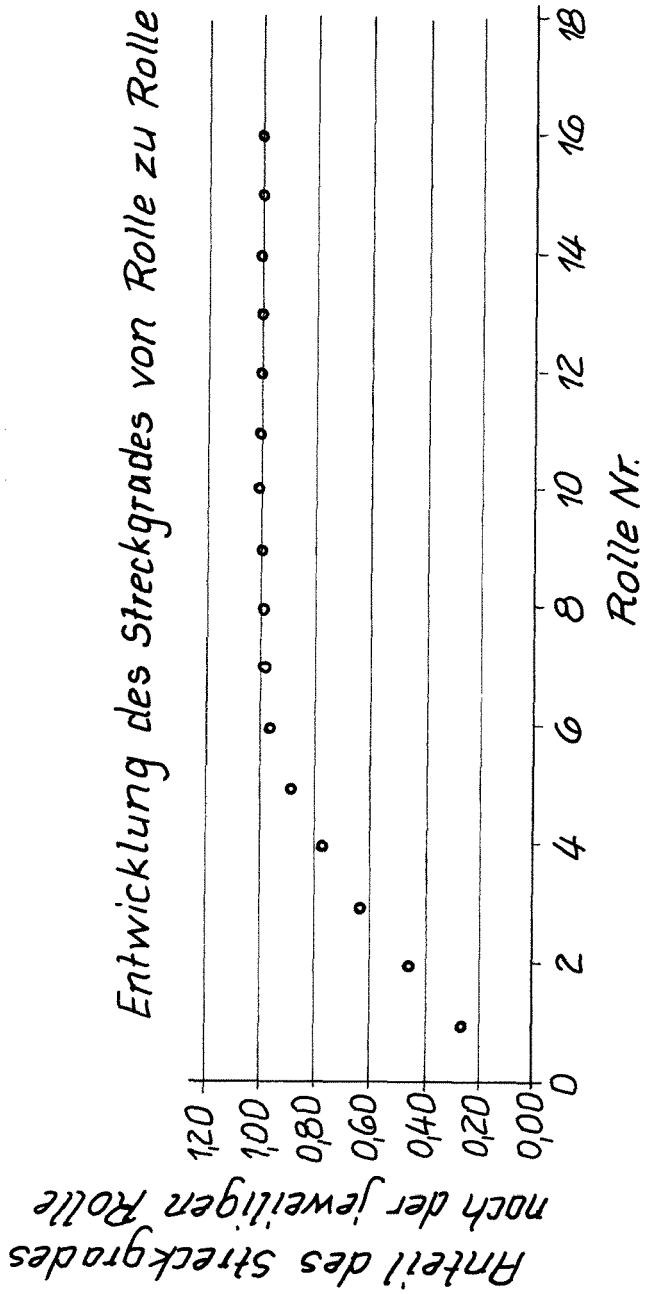
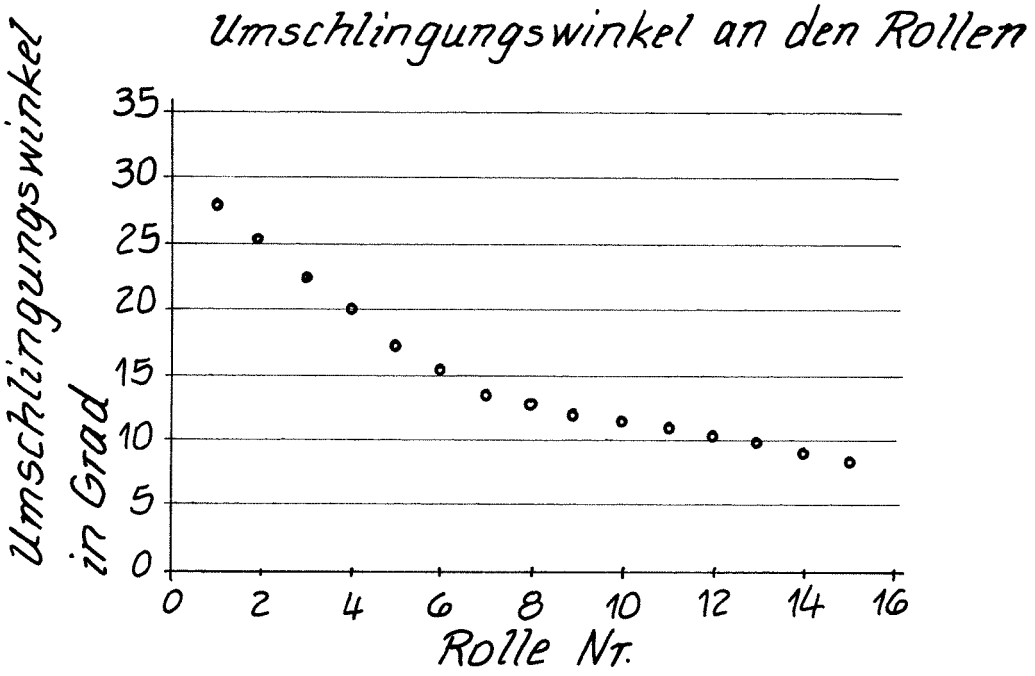

Entwicklung des Streckgrades von Rolle zu Rolle
Anteil des Streckgrades nach der jeweiligen Rolle
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
Rolle Nr.

Fig.3A


Umschlingungswinkel an den Rollen
Umschlingungswinkel in Grad
35
30
25
20
15
10
5
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Rolle Nr.

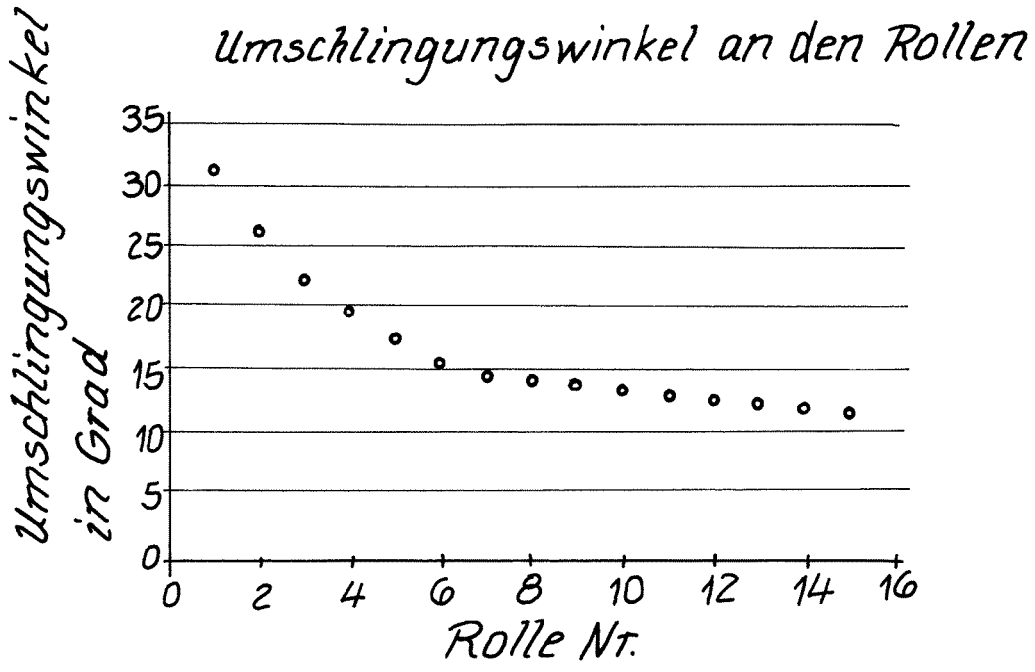

Umschlingungswinkel an den Rollen
Umschlingungswinkel in Grad
35
30
25
20
15
10
5
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Rolle Nr.

Fig.3B

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 16 8620

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X Y	JP 2001 009523 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND; NIPPON KOKAN KK) 16. Januar 2001 (2001-01-16) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Absatz [0014] - Absatz [0015] * -----	1,8-20 2-7	INV. B21D1/05
X Y A	WO 02/16057 A1 (SMS DEMAG AG [DE]; BEHRENS HOLGER [DE]; HARTUNG HANS GEORG [DE]; ULRIC) 28. Februar 2002 (2002-02-28) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1,8, 13-20 2-7 9-12	
X	DE 10 2010 024714 A1 (BWG BERGWERK WALZWERK [DE]) 29. Dezember 2011 (2011-12-29) * Zusammenfassung; Abbildung 4 * * Absatz [0023] - Absatz [0024] * -----	1-20	
Y	EP 1 029 819 A2 (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES [JP]) 23. August 2000 (2000-08-23) * Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen 1-4 * -----	2-7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	9. Oktober 2014	Cano Palmero, A

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 14 16 8620

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

09-10-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2001009523 A	16-01-2001	KEINE	
WO 0216057 A1	28-02-2002	AT 290932 T	15-04-2005
		BR 0113480 A	15-07-2003
		CA 2420353 A1	24-02-2003
		DE 10041563 A1	07-03-2002
		EP 1311354 A1	21-05-2003
		ES 2239160 T3	16-09-2005
		JP 2004506517 A	04-03-2004
		KR 20030060879 A	16-07-2003
		RU 2275263 C2	27-04-2006
		US 2004020258 A1	05-02-2004
		WO 0216057 A1	28-02-2002
DE 102010024714 A1	29-12-2011	CN 102971096 A	13-03-2013
		DE 102010024714 A1	29-12-2011
		EP 2585236 A1	01-05-2013
		KR 20130041132 A	24-04-2013
		RU 2013102863 A	27-07-2014
		US 2013111962 A1	09-05-2013
		WO 2011161134 A1	29-12-2011
EP 1029819 A2	23-08-2000	EP 1029819 A2	23-08-2000
		JP 3590288 B2	17-11-2004
		JP 2000233223 A	29-08-2000
		KR 20000057818 A	25-09-2000
		TW 440480 B	16-06-2001
		US 6240762 B1	05-06-2001

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2011032890 A1 **[0006]**
- EP 0665069 B1 **[0009]**
- DE 69514010 T2 **[0009]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Advances in Levelling Machines'' von Keiji Yamamoto und Keizö Abe in. *Journal of the Research Group of Flattened Metal Technology,* 1992, vol. 31, 24-31 **[0010]**