



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.11.2009 Patentblatt 2009/47**

(51) Int Cl.:  
**B21D 1/05<sup>(2006.01)</sup> B21D 1/02<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **09006260.5**

(22) Anmeldetag: **08.05.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**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 SE SI SK TR**

(30) Priorität: **16.05.2008 DE 102008024013**

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

(72) Erfinder: **Noé, Andreas, Dipl., -Ing. 47647 Kerken (DE)**

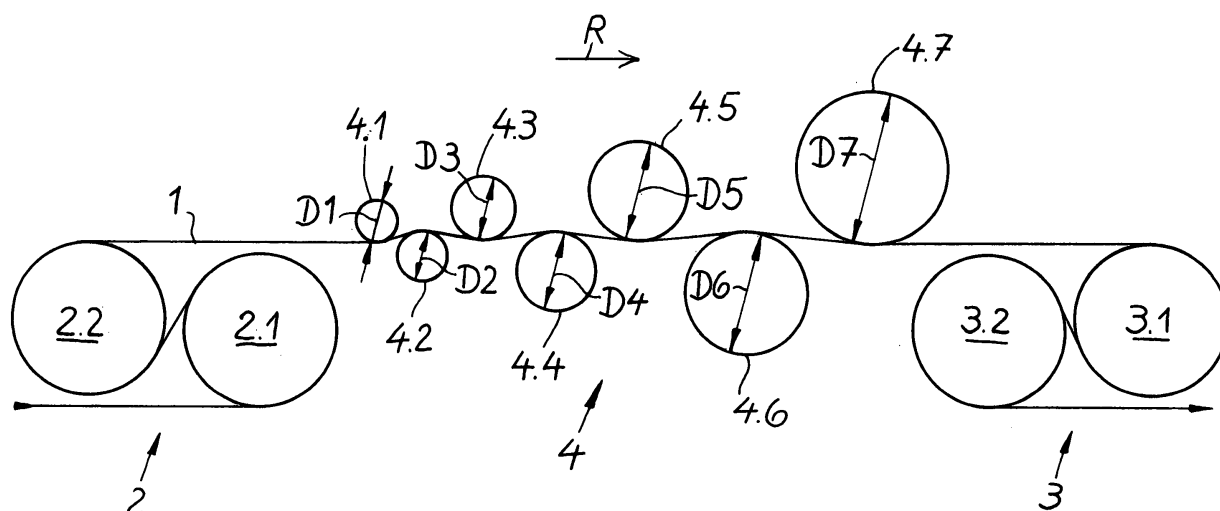
(74) Vertreter: **von dem Borne, Andreas et al Patent- und Rechtsanwälte Andrejewski - Honke Theaterplatz 3 45127 Essen (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Richten eines Metallbandes**

(57) Es handelt sich um ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Richten eines Metallbandes (1), insbesondere eines dünnen Metallbandes (1) mit einer Dicke  $\leq 1$  mm, wobei in dem Metallband (1) zwischen einem Bremsrollensatz (2) und einem Zugrollensatz (3) eine Zugspannung von zumindest 70% der Streckgrenze erzeugt wird, wobei zwischen dem Bremsrollensatz (2) und dem Zugrollensatz (3) in zumindest einer Richtrollengruppe (4) mit mehreren Richtrollen (4.1 bis 4.7) Längskrümmungen durch Wechselbiegung korrigiert werden, wobei der Durchmesser (D1-D7) der Richtrollen (4.1-4.7) so groß ist, dass das Band (1) bei dem gewählten Bandzug der Krümmung der Richtrollen (4.1-4.7) folgt und wobei der Durchmesser (D1-D7) der Richtrollen (4.1-4.7) innerhalb der Richtrollengruppe (4) von Rolle zu Rolle zunimmt.

gruppe (4) mit mehreren Richtrollen (4.1 bis 4.7) Längskrümmungen durch Wechselbiegung korrigiert werden, wobei der Durchmesser (D1-D7) der Richtrollen (4.1-4.7) so groß ist, dass das Band (1) bei dem gewählten Bandzug der Krümmung der Richtrollen (4.1-4.7) folgt und wobei der Durchmesser (D1-D7) der Richtrollen (4.1-4.7) innerhalb der Richtrollengruppe (4) von Rolle zu Rolle zunimmt.

**Fig. 1**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Richten eines Metallbandes, insbesondere eines dünnen Metallbandes mit einer Dicke bis zu 1 mm, wobei in dem Metallband zwischen einem Bremsrollensatz und einem Zugrollensatz eine Zugspannung von zumindest 70% der Streckgrenze erzeugt wird, und wobei das Band zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz in einer Richtrollengruppe mit mehreren Richtrollen gerichtet wird. - Metallband meint im Rahmen der Erfindung insbesondere ein dünnes Metallband mit einer Dicke von 0,02 mm bis 1,0 mm, vorzugsweise 0,05 mm bis 0,5 mm.

**[0002]** Ziel des Richtens eines Metallbandes ist die Herstellung eines möglichst planen Bandes. Dabei unterscheidet man in der Praxis grundsätzlich zwischen verschiedenen Arten von Bandunebenheiten. Neben Bandwelligkeiten und Bandsäbeligkeiten, welche auf Längenunterschiede über die Bandbreite zurückzuführen sind, treten häufig Bandkrümmungen auf, wobei zwischen Längskrümmungen (Coilset) und Querkrümmungen (Crossbow) unterschieden wird. Das Richten von Bändern erfolgt häufig unter Einsatz von Bandzug, z. B. beim Zugrecken oder beim Streckbiegerichten.

**[0003]** So kennt man Zugreckanlagen, bei welchen zwischen einem Bremsrollensatz und einem Zugrollensatz ein hoher Bandzug erzeugt wird, sodass schließlich der für die gewünschte Reckung erforderliche Streckzug erreicht wird. Im Zuge des Reckvorgangs wird die plastische Längung des betreffenden Bandes aus der Reduzierung der Banddicke und Bandbreite bezogen. So kennt man beispielsweise ein Verfahren zum kontinuierlichen Zugrecken von dünnen Bändern, insbesondere von metallischen Bändern aus Stahl, Aluminium oder dergleichen mit einer Banddicke zwischen 0,05 und 0,5 mm, wonach das Band in einem zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz zwischengeschalteten Zugreckrollenpaar dem zu seiner Reckung im plastischen Bereich erforderlichen Streckzug unterworfen wird. Mit dem Zugreckrollenpaar werden dabei etwa 5% bis 25% des Streckzuges für die plastische Reckung und mit dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz 75% bis 95% des Streckzuges für die elastische bzw. teilplastische Reckung des Bandes erzeugt. Der Durchmesser der Zugreckrollen ist dabei 1500 mal größer als die maximale Banddicke (vgl. DE 39 12 676 C2).

**[0004]** Mit dem Zugrecken lassen sich in der Praxis hohe Planheiten erzeugen und insbesondere Welligkeiten und Bandsäbel beseitigen. Da das Band jedoch beim Zugrecken in der Regel im plastischen Bereich auf die letzte Spannrolle aufläuft, verbleiben im Band beim Zugrecken häufig nicht unerhebliche Längskrümmungen, welche dem Spannrollendurchmesser abzüglich der elastischen Rückfederung entsprechen. Es besteht zwar die Möglichkeit, diese Längsrestkrümmung in z. B. einem Bereich niedriger Zugspannung durch eine einstellbare Korrekturrolle zu beseitigen. Für dünne Bänder wird der erforderliche Durchmesser der Korrekturrolle allerdings

sehr klein, um noch eine teilplastische Gegenbiegung zu ermöglichen. Daher ist häufig die Abstützung einer solchen Streckbiegerichtrolle in einer Kassette mit Stützrollen gegen Durchbiegung erforderlich. Bei schnelllaufenden Anlagen neigen solche Rollen zu Vibrationen und können unerwünschte Rattermarken auf der Bandoberfläche verursachen. Die Vibrationen können durch den Einsatz einer Sprühflüssigkeit hinreichend abgedämpft werden, jedoch ist dann die Sprühflüssigkeit wieder im Wege einer Bandreinigung zu entfernen, was mit erhöhten Anlagen- und Betriebskosten verbunden ist. Ferner muss die Position der Korrekturrolle für jede Banddicke/ Bandwerkstoffkombination neu eingestellt werden.

**[0005]** Alternativ werden Bänder in der Praxis häufig im Wege des Streckbiegerichtens planiert. Dabei wird das Band um eine Anzahl von Richtrollen mit kleinem Durchmesser gebogen und durch Überlagerung von Biegung und Bandzug plastisch um den Streckgrad gelangt, sodass Welligkeiten (näherungsweise) beseitigt werden.

**[0006]** Während an den ersten Richtrollen im Wesentlichen der Streckgrad erzeugt wird, dienen die letzten Richtrollen hauptsächlich der Krümmungskorrektur. An den ersten Richtrollen nimmt das Band je nach Bandzug, Rollendurchmesser und Umschlingungswinkel den Rollendurchmesser an oder nicht. An den letzten Richtrollen werden jedoch die Rollendurchmesser nicht angenommen, da für unterschiedliche Bänder jeweils optimale Krümmungsradien über die Umschlingungswinkel eingestellt werden müssen. Aus diesem Grunde werden für unterschiedliche Bänder zumindest die letzten Richtrollen unterschiedlich angestellt. Daraus ergibt sich in der Praxis häufig ein hoher Inbetriebnahmeaufwand. Nachteilig ist im Übrigen wieder der Einsatz verhältnismäßig kleiner Rollendurchmesser. Im Übrigen verbleiben aufgrund der Biegung und der kleinen Rollendurchmesser im Band relativ hohe Restspannungen über die Banddicke, die in der Weiterverarbeitung der Bänder unerwünscht sein können. Bei dünnen Bändern sind im Übrigen eine Vielzahl von Richtrollen erforderlich, damit Längsrestkrümmungen in dem gewünschten Maße beseitigt werden.

**[0007]** Aus der EP 0 790 870 B1 kennt man eine Vorrichtung zum Richten von Metallbändern, bei welcher zwischen einem Bremsrollensatz und einem Zugrollensatz ein Streckbiegegerüst, eine Korrekturrollenanordnung sowie eine Vielrollenrichteinheit angeordnet sind. Die Vielrollenrichteinheit weist eine Vielzahl von Arbeitsrollen auf, welche an Stützrollen abgestützt sind. Sämtliche Arbeitsrollen des Streckbiegegerüsts, der Korrekturrollenanordnung und der Vielrollenrichteinheit werden über Reibung zwischen Band und Rollen bewegt, sie sind folglich nicht angetrieben. In der Vielrollenrichteinheit können die Durchmesser der Arbeitsrollen von Rolle zu Rolle größer werden. Die Durchmesser sind jedoch - wie beim Vielrollenrichten bzw. Streckbiegerichten üblich - verhältnismäßig klein. Bei dieser bekannten Anlage ist es vorgesehen, die Position der Richtrollen und folglich die Eintauchtiefe in Abhängigkeit von den Bänderigen-

schaften einzustellen.

**[0008]** Die bekannten Verfahren (z. B. Streckbiegerichten einerseits und Zugrecken andererseits) werden auch kombiniert. So kennt man ein Verfahren zum kontinuierlichen Richten von dünnen Metallbändern, welches einerseits ein Zugrecken und andererseits ein Streckbiegerichten vorsieht (vgl. DE 195 09 067 A1).

**[0009]** Aus der US 6 240 762 B1 kennt man ein Verfahren zum Planieren eines Metallbandes im Wege des Streckbiegerichtens oder Zugreckens, welchem ein Richtvorgang in einer Rollenrichteinheit bei niedrigen Bandzug nachgeschaltet ist.

**[0010]** Schließlich beschreibt die EP 1 311 354 B1 ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Streckrichten eines Metallbandes, wobei das Metallband einen Bremsrollensatz und einen Zugrollensatz durchläuft und zwischen beiden Rollensätzen im Zuge seiner Reckung einem Streckzug unterworfen wird und in einem zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz angeordneten weiteren Rollensatz zur Erhöhung des Streckgrades einer Biegung unter Zug unterworfen wird. Mit diesem weiteren Rollensatz wird dabei der Hauptteil des Streckzuges erzeugt. Die Zugrollen des zwischengeschalteten Rollensatzes können dabei einen anderen Durchmesser als die Rollen des Bremsrollensatzes und des Zugrollensatzes besitzen. Dabei können die inneren Zugrollen dieses zentralen Rollensatzes einen gegenüber den Rollen des Bremsrollensatzes und des Zugrollensatzes kleineren Durchmesser besitzen.

**[0011]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Richten eines Metallbandes und insbesondere eines dünnen Metallbandes zu schaffen, mit welchem sich restspannungsarme Bänder hoher Planheit und darüber hinaus geringerer Längskrümmungen in wirtschaftlicher Weise erzeugen lassen. Außerdem soll eine geeignete Anlage zur Durchführung eines solchen Verfahrens angegeben werden.

**[0012]** Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung ein Verfahren zum Richten eines Metallbandes, insbesondere eines dünnen Metallbandes mit einer Dicke  $\leq 1$  mm,

wobei in dem Metallband zwischen einem Bremsrollensatz und einem Zugrollensatz eine Zugspannung unterhalb der Streckgrenze von zumindest 70% der Streckgrenze erzeugt und das Band im Wege des Streckbiegerichtens und/oder Zugreckens gerichtet wird, wobei zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz in zumindest einer Richtrollengruppe mit mehreren Richtrollen Längskrümmungen durch Biegung und vorzugsweise Wechselbiegung korrigiert bzw. eliminiert werden,

wobei der Durchmesser der Richtrollen und auch der Umschlingungswinkel so groß ist, dass das Band bei dem gewählten Bandzug der Krümmung der Richtrollen folgt bzw. die Krümmung der Richtrollen annimmt und wobei der Durchmesser in Bandlaufrichtung von Richtrolle zu Richtrolle zunimmt.

**[0013]** Die Längskrümmungen werden dabei in der

zwischengeschalteten Richtrollengruppe vorzugsweise durch Wechselbiegung des Bandes ausschließlich um Richtrollen ausreichend großen Durchmessers und mit ausreichend großer Umschlingung korrigiert, sodass das Band die Krümmung der Rollen annimmt. Da das Band der Krümmung der Rollen folgt, hat eine Variation der Eintauchtiefe auf das Richtergebnis keinen Einfluss. Es kommt im Rahmen der Erfindung folglich besonders darauf an, dass die Position der Richtrollen und folglich die Eintauchtiefe einer Richtrolle zwischen zwei benachbarten Richtrollen der Richtrollengruppe fest vorgegeben ist und während des Richtens eines Bandes und/oder beim Richten von Bändern unterschiedlicher Dicke nicht verändert wird.

**[0014]** Überraschenderweise lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren plane und restspannungsarme Bänder mit minimalen Längsrestkrümmungen in wirtschaftlicher Weise erzeugen. Das Risiko von Rattermarken wird vermieden, ohne dass der Einsatz von Sprühflüssigkeiten erforderlich ist. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Tatsache, dass eine Mehrzahl von Richtrollen innerhalb einer Richtrollengruppe zwischen Zugrollensatz und Bremsrollensatz vorgesehen ist, wobei diese Richtrollen einen verhältnismäßig großen Durchmesser aufweisen, und zwar so groß, dass das Band bei dem gewählten Bandzug der Krümmung der Richtrollen folgt, und zwar ohne dass eine Änderung der Rollenanstellung in Abhängigkeit von Banddicken und Festigkeitsbereichen erforderlich ist. Bei geeigneter Anzahl von Richtrollen und folglich Krümmungskorrekturrollen mit geeigneten Durchmessern und insbesondere einer geeigneten Durchmesserabstufung lassen sich Bänder mit sehr geringen Längsrestkrümmungen herstellen. Die Auswahl der Anzahl der Richtrollen und deren Durchmesser sowie Durchmesserabstufung kann dabei in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Toleranz der Längskrümmungen von zum Beispiel  $k = 1/R = \pm 0,001$  erfolgen. Die erforderliche Anzahl der Richtrollen und die optimale Staffelung der vorzugsweise sukzessive anwachsenden Rollendurchmesser richtet sich nach der geringsten Banddicke bei höchster Streckgrenze. Die Richtrollengruppe weist dabei z. B. drei Richtrollen, vorzugsweise zumindest vier Richtrollen, besonders bevorzugt fünf oder mehr Richtrollen auf, wobei der Durchmesser innerhalb einer solchen Richtrollengruppe von Rolle zu Rolle zunimmt. Dieses führt dazu, dass die Krümmung des Bandes von Rolle zu Rolle abnimmt, sodass die Längskrümmungen sukzessive abgebaut werden. Sämtliche Richtrollen weisen vorzugsweise einen Durchmesser auf, der zumindest das 500-fache, z. B. zumindest das 1000-fache der Dicke des zu richtenden Bandes und vorzugsweise auch der maximalen Dicke eines in einer solchen Anlage zu richtenden Bandes beträgt. Die Zugspannung zwischen Bremsrollensatz und Zugrollensatz wird dabei vorzugsweise auf zumindest 75%, besonders bevorzugt zumindest 85% der Streckgrenze eingestellt. Dabei kann es zweckmäßig sein, die Zugspannung auf einen Wert von 90% der Streckgrenze

oder mehr einzustellen. Die Zugspannung kann dabei unterhalb der Streckgrenze, aber auch im Bereich der Streckgrenze oder oberhalb der Streckgrenze liegen. Streckgrenze meint im Rahmen der Erfindung die Streckgrenze bzw. plastische Dehngrenze  $R_{p0,2}$ , das heißt die Spannung im reinen Zugversuch, bei welcher die plastische Dehnung 0,2% beträgt. Es liegt folglich im Rahmen der Erfindung, dass zwischen dem Bremsrollensatz und Zugrollensatz ein Richten des Bandes durch plastische Dehnung, z. B. durch Zugrecken und/oder Streckbiegen erfolgt, wobei die Krümmungskorrektur jedoch durch Wechselbiegung um die Richtrollen der Richtrollengruppe erfolgt.

**[0015]** Der Durchmesser der Richtrollen der Richtrollengruppe nimmt von Rolle zu Rolle vorzugsweise um einen Faktor von 1,05 bis 1,5, besonders bevorzugt um einen Faktor von 1,15 bis 1,3 zu. Dabei kann innerhalb einer Richtrollengruppe mit einem festen Faktor oder auch mit einem variablen Faktor gearbeitet werden.

**[0016]** Stets werden gegenüber dem herkömmlichen Zugrecken Bänder mit wesentlich geringeren Längs-krümmungen geschaffen. Die resultierenden Restspannungen liegen über die Banddicke deutlich unterhalb den Restspannungen, welche mit dem Streckbiegerichten erreicht werden können.

**[0017]** Die Anzahl der Richtrollen bzw. Krümmungskorrekturrollen und Ihre Durchmesserabstufung wird besonders bevorzugt nach einem mathematischen Modell errechnet, welches als Eingangsparameter die Banddicke bzw. den Banddickenbereich, den Elastizitätsmodul, die Querkontraktionszahl, die Spannungs-Dehnungskurven, den erforderlichen Streckgrad zur Beseitigung der Welligkeit, die zu erwartenden Bandzug- bzw. Streckgradschwankungen, die zu erwartenden Festigkeitsschwankungen (innerhalb eines Produktes), die zu erwartenden Banddickenschwankungen (innerhalb eines Produktes) und/oder den Betrag der maximal zulässigen Längsrestkrümmung berücksichtigt. Das mathematische Modell berechnet dann für verschiedene Bänder ausgehend von einer Rollenkonfiguration die notwendigen Bandzugspannungen und die resultierenden Längsrestkrümmungen. Dabei richtet sich die notwendige Anzahl an Krümmungskorrekturrollen und die optimale Abstufung der Rollendurchmesser nach der geringsten Banddicke, bei der eine bestimmte Längsrestkrümmung noch innerhalb der Toleranz liegen muss. Von besonderer Bedeutung ist nun die Tatsache, dass eine solche Berechnung aufgrund eines mathematischen Modells für bestimmte Bereiche durchgeführt werden kann und dass anschließend im Zuge der Inbetriebnahme und insbesondere auch im Zuge des Betriebes keine Variation der Parameter und insbesondere keine Variation der Eintauchtiefe der Richtrollen mehr erforderlich ist. Vielmehr schlägt die Erfindung vor, dass die Position der Richtrollen und folglich die Eintauchtiefe der Richtrollen zwischen zwei benachbarten Richtrollen innerhalb der Richtrollengruppe in der Anlage fest vorgegeben ist und insbesondere während des Richtens, aber auch beim

Wechsel des Bandmaterials und/oder der Banddicke nicht verändert wird. Durch die geeignete Abstimmung der verhältnismäßig großen Rollendurchmesser, wobei das Metallband die Krümmung dieser Rollen annimmt, lassen sich mit einer einzigen fest montierten Konfiguration Bänder über einen bestimmten Dickenbereich und folglich auch unterschiedlich dicke Bänder mit hervorragenden Ergebnissen richten. Auch wenn die Position der Richtrollen und folglich die Eintauchtiefe fest vorgegeben ist und folglich mit einer festmontierten Konfiguration gearbeitet wird, so schließt dieses im Rahmen der Erfindung nicht aus, dass anlagentechnisch die Möglichkeit vorgesehen wird, die Richtrollengruppe "zu öffnen" und folglich die Rollen auseinander zu fahren, um (vorübergehend) das Band ohne Biegung durch die Richtrollengruppe hindurchführen zu können, z. B. wenn eine Verbindungsstelle zwischen einem Bandanfang und einem Bandende (z. B. eine Schweißnaht) durch die Anlage hindurch gefahren wird. Anschließend werden sämtliche Richtrollen dann wieder in die fest vorgegebene bzw. fest montierte Konfiguration gebracht, in welcher dann die Bänder über den gewünschten Dickenbereich ohne weitere Anpassung bearbeitet werden.

**[0018]** Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass zwischen Bremsrollensatz und Zugrollensatz lediglich eine einzige Richtrollengruppe vorgesehen ist, bei welcher der Durchmesser von Rolle zu Rolle ansteigt, sodass folglich sämtliche Rollen der Richtrollengruppe einen unterschiedlichen Durchmesser aufweisen. Die Erfindung umfasst jedoch auch Ausführungsformen, bei welchen innerhalb einer solchen Richtrollengruppe mit insgesamt ansteigendem Rollenmesser (jeweils) zwei benachbarte Rollen einen identischen Rollendurchmesser aufweisen. Außerdem liegt es im Rahmen der Erfindung, dass der Richtrollengruppe eine oder mehrere weitere Zusatzrichtrollen vorgeordnet und/oder nachgeordnet sind. So kann es beispielsweise zweckmäßig sein, wenn der Richtrollengruppe eine oder mehrere Zusatz-Richtrollen vorgeschaltet werden, wobei der Durchmesser dieser vorgeschalteten Richtrollen vorzugsweise kleiner oder gleich dem Durchmesser der ersten Richtrolle der Richtrollengruppe ist. Bevorzugt wird jedoch auch bei diesen Zusatz-Richtrollen ein Durchmesser gewählt, welcher zumindest der 500-fachen (minimalen) Banddicke entspricht. Diese vorgeschalteten Zusatzrichtrollen können ebenfalls zwischen Bremsrollensatz und Zugrollensatz angeordnet sein. Die Erfindung umfasst jedoch auch Ausführungsformen, bei denen eine Bandbehandlung in mehreren Behandlungszonen, z. B. mehreren Zugreckzonen, erfolgt, wobei folglich mehrere Spannrollensätze unter Bildung mehrerer Behandlungszonen, z. B. Zugreckzonen, hintereinander geschaltet sind. Die erfindungsgemäße Richtrollengruppe zur Beseitigung von Längs-krümmungen ist dann stets in der letzten Behandlungszone, z. B. letzten Zugreckzone, angeordnet. Nach erfolgter Krümmungskorrektur durch die Richtrollen erfolgt dann folglich keine plastische Verformung mehr, so dass das Endergebnis des gerichteten und außerdem

längskrümmungsfreien Bandes erhalten bleibt.

**[0019]** Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass sämtliche Richtrollen der Richtrollengruppe nicht angetrieben werden. Die Erfindung umfasst jedoch auch Ausführungsformen, bei welchen eine, mehrere oder sämtliche Richtrollen der Richtrollengruppe angetrieben werden. Eine solche Möglichkeit bietet sich beispielsweise dann an, wenn (sehr) große Richtrollen mit großen Trägheitsmomenten eingesetzt werden. Durch den Antrieb einer oder mehrerer Richtrollen lässt sich dann insbesondere ein Schlupf beim Anfahren der Anlage vermeiden.

**[0020]** Gegenstand der Erfindung ist auch eine Anlage zum Richten eines Metallbandes, insbesondere eines dünnen Metallbandes mit einer Dicke  $\leq 1$  mm, nach einem Verfahren der beschriebenen Art. Eine solche Anlage weist zumindest einen Bremsrollensatz und einen Zugrollensatz zum Aufbau der gewünschten Zugspannung sowie zumindest eine zwischen Bremsrollensatz und Zugrollensatz angeordnete Richtrollengruppe mit mehreren Richtrollen auf. Der Durchmesser der Richtrollen innerhalb der Richtrollengruppe nimmt in Bandlaufrichtung von Rolle zu Rolle zu. Dabei weist eine solche Richtrollengruppe zumindest drei Rollen, vorzugsweise zumindest vier Rollen, besonders bevorzugt zumindest fünf Rollen auf. Der Durchmesser der Richtrollen beträgt zumindest das 500-fache der (minimalen) Banddicke und vorzugsweise zumindest das 1000-fache der (minimalen) Banddicke. Der Durchmesser der Richtrollengruppe nimmt von Rolle zu Rolle um einen Faktor von 1,05 bis 1,5, vorzugsweise 1,15 bis 1,3 zu. In der Praxis können z. B. Richtrollen in der Richtrollengruppe mit einem Durchmesser von 100 mm bis 2000 mm, z. B. 200 mm bis 1600 mm, bevorzugt 300 mm bis 1500 mm zum Einsatz kommen.

**[0021]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine erfindungsgemäße Anlage zum Richten eines Metallbandes mit dem erfindungsgemäßen Verfahren,
- Fig. 2 eine abgewandelte Ausführungsform des Gegenstandes nach Fig. 1 und
- Fig. 3 ausschnittsweise eine weitere Ausführungsform der Erfindung.

**[0022]** In den Figuren ist eine Anlage zum Richten eines Metallbandes, insbesondere eines dünnen Metallbandes 1 mit einer Dicke  $d \leq 1$  mm dargestellt. Eine solche Anlage weist in ihrem grundsätzlichen Aufbau einen Bremsrollensatz 2 und einen Zugrollensatz 3 auf. Im Ausführungsbeispiel weist der Bremsrollensatz 2 lediglich ein Rollenpaar und folglich zwei Bremsrollen 2.1 und 2.2 auf, während der Zugrollensatz 3 ebenfalls lediglich ein Rollenpaar und folglich zwei Zugrollen 3.1 und 3.2 aufweist. Die Erfindung umfasst selbstverständlich auch

Ausführungsformen mit Spannrollensätzen mit mehr Rollen, z. B. jeweils vier Rollen oder sechs Rollen. Mit Hilfe dieser Spannrollensätze (Bremsrollensatz 2 und Zugrollensatz 3) wird in dem Metallband 1 ein Bandzug bzw. eine Zugspannung erzeugt, welche zumindest 75% der Streckgrenze, vorzugsweise zumindest 90% der Streckgrenze beträgt. Zwischen dem Bremsrollensatz 2 und dem Zugrollensatz 3 ist nun im Rahmen der Erfindung eine Richtrollengruppe 4 mit einer Mehrzahl von Richtrollen 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 und 4.7 angeordnet. In dieser Richtrollengruppe 4 werden durch Wechselbiegung Längskrümmungen des Bandes beseitigt. Der Durchmesser D1 - D7 der Rollen dieser Richtrollengruppe 4 ist dabei verhältnismäßig groß und zwar so groß, dass das Band 1 bei dem gewählten Bandzug der Krümmung sämtlicher dieser Richtrollen innerhalb der Richtrollengruppe 4 folgt. Dabei ist in Fig. 1 erkennbar, dass der Durchmesser D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 der Richtrollen 4.1 bis 4.7 der Richtrollengruppe 4 in Bandlaufrichtung R von Rolle zu Rolle zunimmt und folglich größer wird. Im Ausführungsbeispiel weist die Richtrollengruppe 4 sieben Richtrollen auf, wobei der Rollendurchmesser D1 bis D7 von Rolle zu Rolle um einen Faktor von etwa 1,25 zunimmt. Die Position der Richtrollen 4.1 bis 4.7 ist dabei innerhalb der Anlage fest vorgegeben. Eine Einstellung der Position bzw. Eintauchtiefe ist im Rahmen der Erfindung nicht vorgesehen. Vielmehr gelingt durch einmalige Auslegung der Parameter ein einwandfreies Richten und bei geringen Restlängskrümmungen für verschiedene Banddicken ohne dass eine Einstellung der Eintauchtiefe der einzelnen Rollen erforderlich ist.

**[0023]** Während Fig. 1 eine erste Ausführungsform zeigt, bei welcher zwischen dem Bremsrollensatz 2 und dem Zugrollensatz 3 lediglich die Richtrollengruppe 4 angeordnet ist, zeigt Fig. 2 eine abgewandelte Ausführungsform, bei welcher der Richtrollengruppe 4 mit den Richtrollen 4.1 bis 4.6 weitere Zusatzrollen 5.1, 5.2 und 5.3 vorgeordnet sind. Der Durchmesser D' dieser zusätzlichen Rollen 5.1 bis 5.3 entspricht dem Durchmesser D1 der ersten Richtrolle der Richtrollengruppe 4.

**[0024]** Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform, bei welcher den Richtrollen 4.1 bis 4.7 der Richtrollengruppe 4 vier weitere Zusatzrichtrollen 5.1 bis 5.4 vorgeordnet sind. Diese zusätzlichen Richtrollen 5.1 bis 5.4 weisen einen verhältnismäßig kleinen Durchmesser D' auf und bilden gleichsam Streckbiegerollen. Aus diesem Grunde wird jede dieser Richtrollen 5.1 bis 5.4 von Stützrollen 6 abgestützt. Bei dieser Ausführungsform ist der erfindungsgemäßen Richtrollengruppe folglich eine Streckbiegerollenengruppe 5.1 bis 5.4 vorgeordnet. Bremsrollensatz und Zugrollensatz sind in Fig. 3 nicht dargestellt.

**[0025]** Die Umschlingungswinkel können in der Praxis ggf. (wesentlich) größer eingerichtet werden, als in den Figuren angedeutet. Es sind Umschlingungswinkel von bis zu 180° oder auch mehr denkbar. Insofern kann die erste Rolle 3.1 des Zugrollensatzes 3 (zugleich) Bestandteil der Richtrollengruppe 4 sein und folglich ebenfalls an der plastischen Verformung des Bandes durch Biegung

mitwirken.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Richten eines Metallbandes, insbesondere eines dünnen Metallbandes mit einer Dicke  $\leq 1$  mm,  
wobei in dem Metallband zwischen einem Bremsrollensatz und einem Zugrollensatz eine Zugspannung von zumindest 70% der Streckgrenze erzeugt und das Metallband z. B. im Wege des Streckbiegerichtens und/oder des Zugreckens gerichtet wird,  
wobei zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz in zumindest einer Richtrollengruppe mit mehreren Richtrollen Längskrümmungen durch Biegung korrigiert werden,  
wobei der Durchmesser der Richtrollen so groß ist, dass das Band bei dem gewählten Bandzug der Krümmung der Richtrollen folgt und  
wobei der Durchmesser der Richtrollen innerhalb der Richtrollengruppe in Bandlaufrichtung von Rolle zu Rolle zunimmt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position der Richtrollen und folglich die Eintauchtiefe einer Richtrolle zwischen zwei benachbarte Richtrollen der Richtrollengruppe fest vorgegeben ist, und während des Richtens eines Bandes und/oder beim Richten von Bändern unterschiedlicher Dicke nicht verändert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Richtrollengruppe zumindest drei Richtrollen, vorzugsweise zumindest vier Richtrollen, besonders bevorzugt zumindest fünf Richtrollen mit von Rolle zu Rolle zunehmenden Durchmesser aufweist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser der Richtrollen zumindest das 500-fache, vorzugsweise zumindest das 1000-fache der Dicke des zu richtenden Bandes beträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zugspannung zumindest 75%, vorzugsweise zumindest 85%, z. B. zumindest 90% der Streckgrenze beträgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser der Richtrollengruppe von Rolle zu Rolle um einen Faktor von 1,05 bis 1,5 ansteigt, vorzugsweise um einen Faktor von 1,15 bis 1,3 ansteigt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der Richtrollen der Richtrollengruppe und ihre Durchmesserabstufung nach einem mathematischen Modell errechnet wird, welches als Eingangsparameter die Banddicke bzw. den Banddickenbereich, den Elastizitätsmodul, die Querkontraktionszahl, die Spannungs-Dehnungskurven, den erforderlichen Streckgrad zur Beseitigung der Welligkeit, die zu erwartenden Bandzug- bzw. Streckgradschwankungen, die zu erwartenden Festigkeitsschwankungen, die zu erwartenden Banddickenschwankungen und/oder den Betrag der maximal zulässigen Längsrestkrümmung berücksichtigt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke des zu richtenden Bandes 0,02 mm bis 1,0 mm, z. B. 0,05 mm bis 0,5 mm beträgt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Richtrollengruppe eine oder mehrere weitere Zusatzrichtrollen vorgeordnet und/oder nachgeordnet sind, wobei der Durchmesser der zusätzlichen Richtrollen vorzugsweise kleiner oder gleich dem Durchmesser der ersten Richtrolle der Richtrollengruppe ist.
10. Anlage zum Richten eines Metallbandes (1), insbesondere eines dünnen Metallbandes mit einer Dicke  $d \leq 1$  mm, nach einem Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 9, mit zumindest einem Bremsrollensatz (2) und einem Zugrollensatz (3) sowie zumindest einer zwischen dem Bremsrollensatz (2) und dem Zugrollensatz (3) angeordneten Richtrollengruppe (4) mit mehreren Richtrollen (4.1 bis 4.7), wobei der Durchmesser (D1 bis D7) der Richtrollen (4.1 bis 4.7) so groß ist, dass das Band (1) bei dem gewählten Bandzug der Krümmung der Richtrollen (4.1 bis 4.7) folgt und wobei der Durchmesser (D1 bis D7) der Richtrollen (4.1 bis 4.7) in Bandlaufrichtung (R) von Rolle zu Rolle zunimmt.
11. Anlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position der Richtrollen (4.1 bis 4.7) und folglich die Eintauchtiefe einer Richtrolle zwischen zwei benachbarten Richtrollen der Richtrollengruppe (4) fest vorgegeben ist.
12. Anlage nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Richtrollengruppe (4) zumindest drei Rollen, vorzugsweise zumindest vier Rollen, besonders bevorzugt zumindest fünf Rollen mit von Rolle zu Rolle zunehmendem Durchmesser (D1 bis D7) aufweist.
13. Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser (D1 bis D7) der Richtrollen der Richtrollengruppe (4) zumindest das 500-fache, vorzugsweise zumindest

das 1000-fache der Dicke (d) des zu richtenden Bandes beträgt.

14. Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser D1 bis D7) der Richtrollen (4.1 bis 4.7) der Richtrollengruppe 4 von Rolle zu Rolle um einen Faktor von 1,05 bis 1,5, vorzugsweise von 1,15 bis 1,3 ansteigt. 5
15. Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Richtrollengruppe (4) eine oder mehrere weitere Zusatzrichtrollen (5.1 bis 5.3) vorgeordnet und/oder nachgeordnet sind. 10
16. Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 15, mit mehreren Bandbehandlungszonen, z. B. einer oder mehreren Zugreckzonen und/oder einer oder mehreren Streckbiegezonen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Richtrollengruppe (4) in der letzten Bandbehandlungszone, z. B. in der letzten Zugreckzone, angeordnet ist oder die letzte Bandbehandlungszone bildet. 15 20

25

30

35

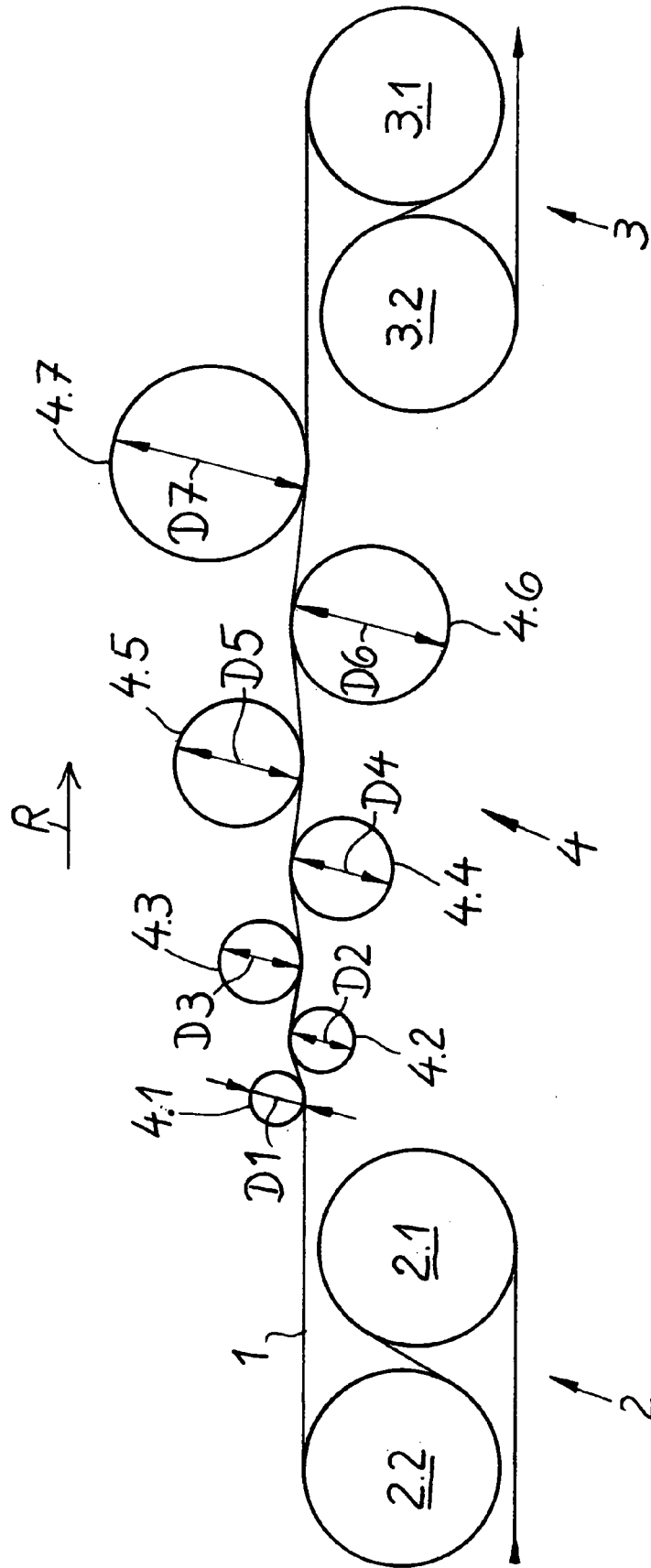
40

45

50

55

Fig.1



X 7 735



Fig. 2

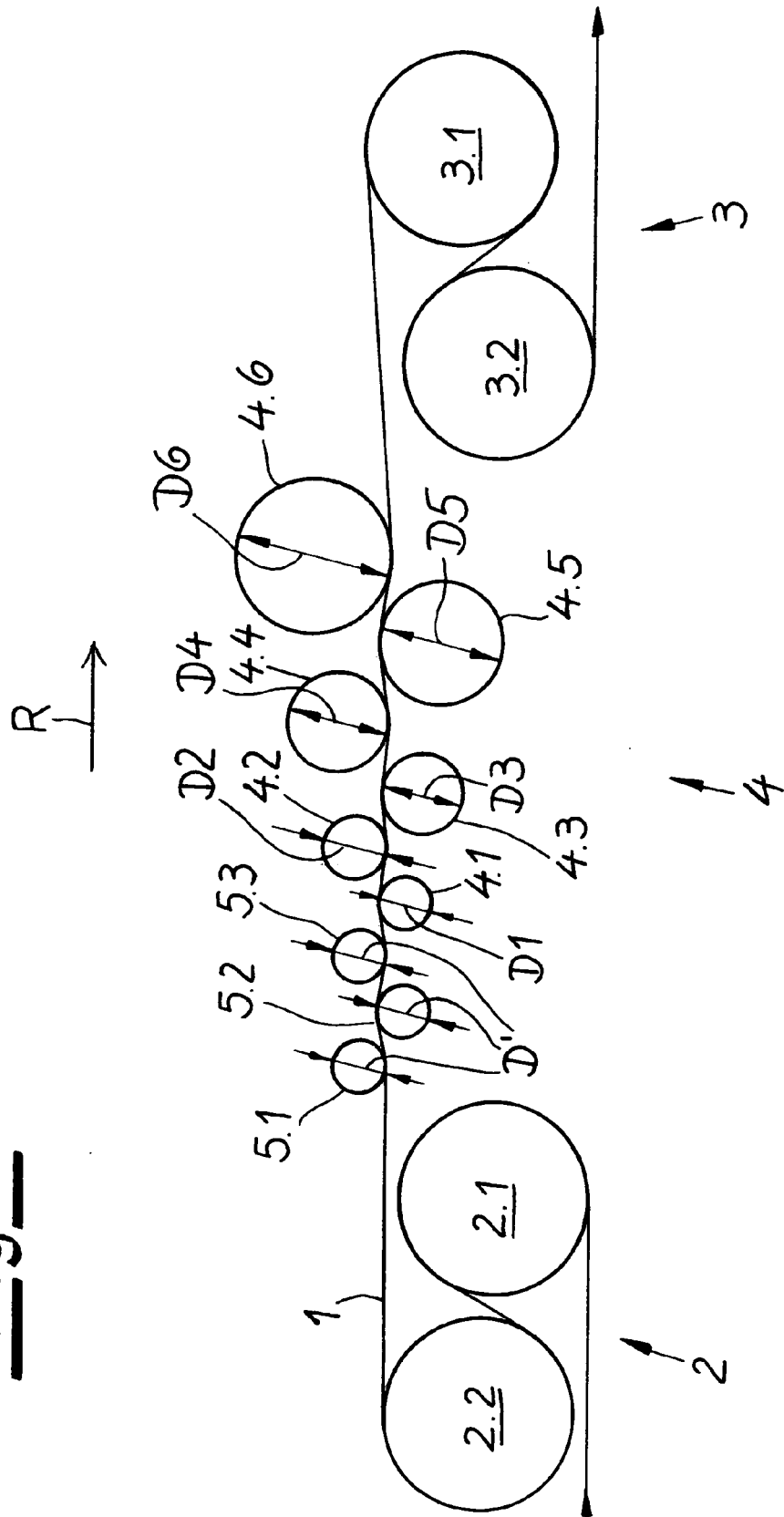
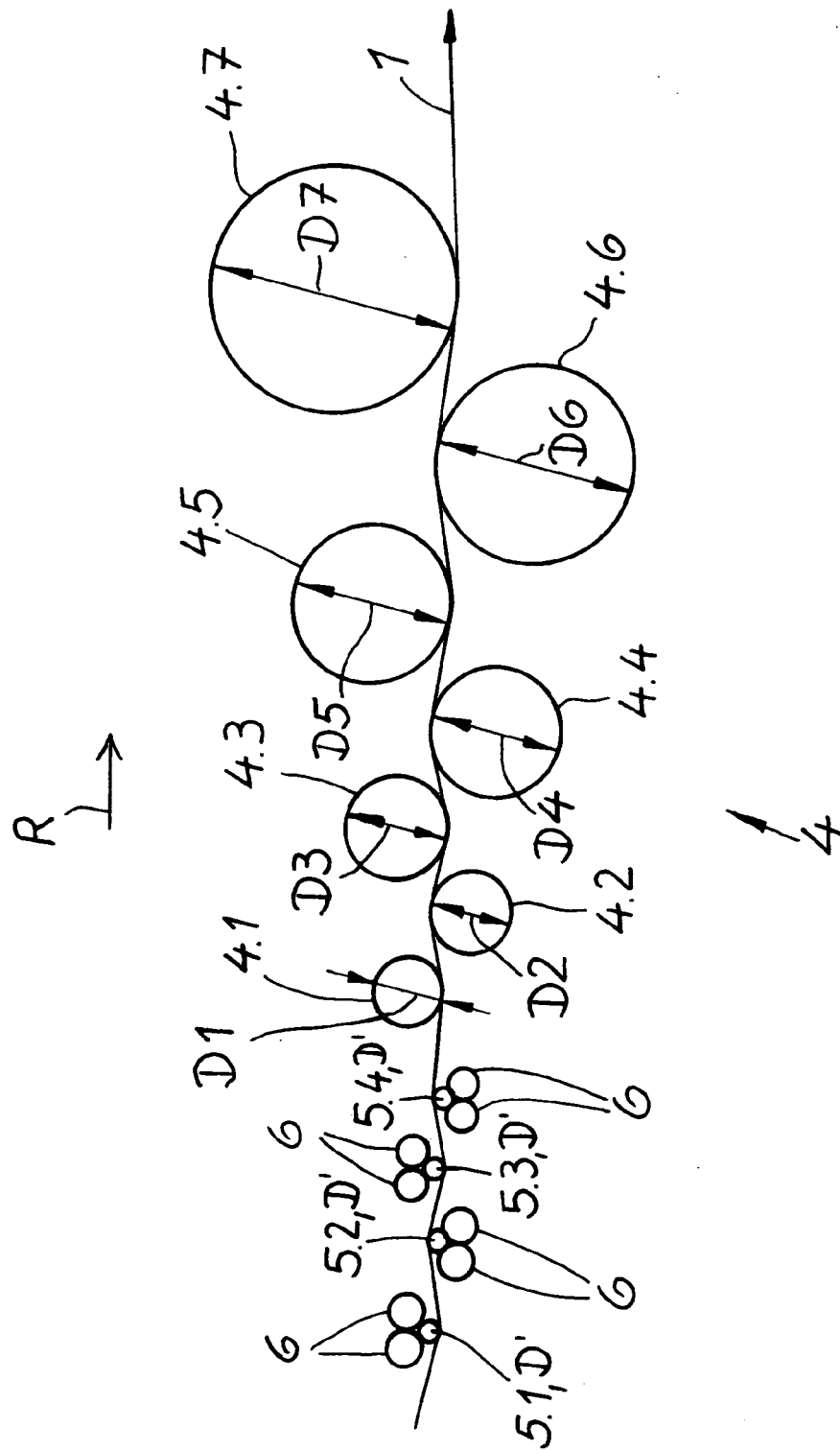


Fig. 3



X 7 735



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 09 00 6260

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 04 178203 A (KAWASAKI STEEL CO) 25. Juni 1992 (1992-06-25)	10-16	INV. B21D1/05
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,3; Tabelle 1 *	1-9	B21D1/02
	-----		
D,X	EP 0 790 870 A (SELEMA SRL [IT]) 27. August 1997 (1997-08-27)	10-16	
Y	* das ganze Dokument *	1-9	
	-----		
D,Y	US 6 240 762 B1 (KAN HIROYUKI [JP] ET AL) 5. Juni 2001 (2001-06-05)	1-16	
	* das ganze Dokument *		
	-----		
Y	JP 2001 105026 A (PRESS GIKEN INC) 17. April 2001 (2001-04-17)	1-16	
	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *		
	-----		
Y	JP 61 245917 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 1. November 1986 (1986-11-01)	1-16	
	* Zusammenfassung; Abbildung 2 *		
	-----		
A	JP 01 241325 A (NIPPON STEEL CORP) 26. September 1989 (1989-09-26)	1-16	
	* Zusammenfassung; Abbildung 1 *		
	-----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>12. August 2009</b>	Prüfer <b>Cano Palmero, A</b>
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 : mündliche 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	

1  
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 00 6260

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.

12-08-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 4178203 A	25-06-1992	KEINE	
EP 0790870 A	27-08-1997	AT 213182 T	15-02-2002
		AU 1279195 A	31-05-1996
		DE 69429880 D1	21-03-2002
		DE 69429880 T2	28-11-2002
		ES 2171526 T3	16-09-2002
		WO 9614175 A1	17-05-1996
		IT 1271710 B	04-06-1997
		JP 10508539 T	25-08-1998
		US 5855132 A	05-01-1999
US 6240762 B1	05-06-2001	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
JP 2001105026 A	17-04-2001	KEINE	
JP 61245917 A	01-11-1986	KEINE	
JP 1241325 A	26-09-1989	KEINE	

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**

- DE 3912676 C2 [0003]
- EP 0790870 B1 [0007]
- DE 19509067 A1 [0008]
- US 6240762 B1 [0009]
- EP 1311354 B1 [0010]