

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Richtmaschine zum Planrichten von metallischem Gut, insbesondere von Metallbändern und Blechen, das die Richtmaschine in einer Förderrichtung entlang eines Förderwegs durchläuft. Die Erfindung richtet sich insbesondere auf die Verstellung der Stützrollenträger, die in derartigen Richtmaschinen eingesetzt werden.

[0002] Unplantes metallisches Gut, insbesondere Metallbänder und Bleche, das beispielsweise mit Rand-, Mitten- und/oder Längswellen versehen ist, muss plangerichtet werden, bevor es beispielsweise durch Stanzen, Ätzen oder Biegen weiterverarbeitet wird. Das Planrichten geschieht in einer Richtmaschine. Sie umfasst mehrere Richtwalzen, die zusammen einen Förderweg definieren, auf dem ein zu richtendes metallisches Gut zum Planrichten an den Richtwalzen vorbeiführbar ist, wobei es wechselweise gebogen wird. Anstelle von "Planrichten" wird in der Literatur zuweilen auch der Begriff "Walzrichten" verwendet. Während der Begriff des "Planrichtens" das Ergebnis des Richtvorgangs, nämlich ein planes, ebenes Gut betont, weist der Begriff des "Walzrichtens" darauf hin, dass dieser Vorgang mittels Richtwalzen durchgeführt wird. Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung sind die beiden Begriffe synonym.

[0003] Beim Richten von metallischem Gut wie Metallbändern müssen die eigentlich schon planen Zonen so weit in Längsrichtung des Metallbandes gedehnt werden, bis sie die Länge der welligen Zonen erreicht haben. Erst wenn alle Teilbreiten des Gesamtbandes dieselbe Länge haben, kann das Band auch plan liegen. Dies wird erreicht, indem das Metallband in einer Durchlaufrichtung durch eine Richtmaschine läuft und dabei wechselweise um Richtwalzen gebogen wird.

[0004] Man unterscheidet zwischen angetriebenen Richtmaschinen, bei denen eine oder mehrere Richtwalzen angetrieben werden, um so das zu richtende Gut in Durchlaufrichtung zu fördern, und geschleppten (nicht angetriebenen) Richtmaschinen, bei denen das zu richtende Gut mittels einer Schleppvorrichtung entlang des Förderwegs zwischen den Richtwalzen hindurchgezogen wird. Bei angetriebenen Richtmaschinen wird das zu richtende Gut mittels der Richtwalzen Schubkräften ausgesetzt, mit denen es zwischen den Richtwalzen hindurchbewegt wird. Dünne Metallbänder, insbesondere Metallbänder mit einer Stärke von weniger als 1,2 mm, weisen hierfür in der Regel eine unzureichende Festigkeit auf, sodass sie zumeist nur mit geschleppten Richtmaschinen plangerichtet werden können. Dicke Bänder werden somit in angetriebenen Richtmaschinen plangerichtet, wogegen bei dünnen oder sehr dünnen Bändern das Planrichten nur noch mit Richtanlagen bzw. Streck-Biege-Richtanlagen möglich ist, bei denen das Band unter hohem Zug durch die nicht angetriebene Richtmaschine gezogen wird. Die vorliegende Erfindung eignet sich sowohl für angetriebene als auch für geschleppte Richtmaschinen.

[0005] Je nach Anwendungsfall wird eine unterschiedlich große Anzahl von Richtwalzen benötigt. Im Allgemeinen werden zum Planrichten von dickem Walzgut weniger Richtwalzen benötigt als bei dünnerem metallischem Gut. Zum Planrichten besitzt eine Richtmaschine zwei Sätze Richtwalzen, einen oberen Satz und einen unteren. Der obere Satz hat dabei meistens eine Richtwalze weniger als der untere, in seltenen Fällen sind oben mehr Richtwalzen eingesetzt. Die oberen Richtwalzen sind auf Mittenteilung zu den unteren angeordnet bzw. umgekehrt. Werden die oberen Richtwalzen so tief abgesenkt, dass sie zwischen die unteren Richtwalzen eintauchen oder höchstens um die Dicke des Metallbandes (der Blechdicke) über den unteren Richtwalzen liegen, erfährt das Band beim Durchlaufen des Förderwegs zwischen den Richtwalzensätzen eine Wechselbiegung.

[0006] Eine vor dem Planrichten in dem Metallband vorhandene Krümmung führt dazu, dass es bei einer Biegung in Richtung seiner Krümmung eine geringere Dehnung, bei einer Biegung entgegen seiner Krümmungsrichtung eine größere Dehnung erfährt. Auf diese Weise wird beim Planrichten eine vorhandene Krümmung oder Welligkeit durch eine Folge von Wechselbiegungen entfernt. Entsprechend werden Richtmaschinen auch als Walz- oder Rollenrichtmaschinen oder, wenn das Metallband während des Richtens mit Zug beaufschlagt ist, als Streck-Biege-Richtmaschinen bezeichnet.

[0007] Durch die Wechselbiegung in der Richtmaschine, ggf. mit überlagertem Zug, werden bei dünnen Metallbändern plastische Zustände über die gesamte Banddicke und damit ein Richteffekt erreicht. Ein weiterer Effekt dabei ist, dass die Spannungsverteilung der Eigenspannungen im Metallband über den Querschnitt sehr niedrig und gleichförmig wird. Bei parallel angeordneten Richtwalzen ergibt sich diese gleichmäßige Spannungsverteilung auch über die gesamte Breite des Metallbandes.

[0008] Die beim Richten auftretenden Richtkräfte versuchen, die Richtwalzen von der Materialbahn weg durchzubiegen. Aus diesem Grund sind die Richtwalzen auf ihrer Länge in zumeist regelmäßigen Abständen mit sogenannten Stützrollen, die kürzer bzw. wesentlich kürzer als die Richtwalzen sind, abgelagert. Während die oberen Richtwalzen in der Regel parallel (ungebogen) zum Metallband angeordnet sind, können die unteren Richtwalzen zur Unterstützung und Verstärkung des Richtprozesses mit verstellbaren Stützrollen durchgebogen werden. In seltenen Fällen sind die unteren Richtwalzen parallel (ungebogen) zum Metallband angeordnet und die oberen Richtwalzen lassen sich mit verstellbaren Stützrollen durchbiegen.

[0009] Das Durchbiegen der Richtwalzen erfolgt dadurch, dass die zugehörigen Stützrollen entweder angehoben oder abgesenkt werden. Wenn z.B. die mittigen Stützrollen der unteren Richtwalzen angestellt werden, sodass die unteren Richtwalzen einen Bogen nach oben annehmen, tauchen die unteren Richtwalzen auch unterschiedlich stark zwischen die oberen Richtwalzen ein.

Hierdurch erfahren die mittleren Bahnen des zu richtenden Gutes eine höhere Biegebeanspruchung und stärkere Richtwirkung. Dies basiert auf folgenden zwei Faktoren. Zum einen wird der Weg der Bahnen länger, den sie im Gegensatz zu den benachbarten Bahnen um die Richtwalzen herum zurücklegen müssen, sodass sie durch den längeren Weg einer höheren Streckung unterliegen. Zum anderen entsteht durch das tiefere Eintauchen der Richtwalzen in dem mittleren Bereich eine größere Biegung. Das Metallband wird an diesen Stellen stärker zwischen den oberen und unteren Richtwalzen gespannt und legt sich somit auch stärker an die Richtwalzen an.

[0010] Ein weiterer Grund für diese Art der Anstellung der Richtwalzen mittels Stützrollen ist der, dass das Metallband wie oben erwähnt wechselseitige Biegungen erfährt. Die im Metallband verbleibende Restspannung ist nach gängiger Theorie umso größer, je stärker die in der Richtmaschine stattfindende letzte Biegung ist bzw. je größer die Differenzen zwischen den einzelnen Wechselbiegungen beim Planrichten sind. Bemerkbar macht sich diese nach dem Planrichten in dem metallischen Gut verbleibende Restspannung beim mechanischen Trennen des gerichteten Metallbandes oder beim Ätzen der Oberfläche durch Abweichungen von der Ebenheit.

[0011] Nach dem Stand der Technik werden die Richtmaschinen mit Stützrollenträgern ausgeführt, in denen mittels Stützrollenlagerungen die Stützrollen zum Abstützen der Richtwalzen gelagert sind. Die Stützrollen sind wesentlich kürzer als die Richtwalzen, gemessen quer zum Metallband bzw. quer zur Förderrichtung des Metallbandes. So können mehrere Stützrollenträger nebeneinander unter den Richtwalzen, rechtwinklig zu den Richtwalzen und parallel zur Längsrichtung des Metallbandes bzw. in Förderrichtung des Metallbandes, angeordnet werden. Diese Stützrollenträger sind so lang, dass von einem Stützrollenträger jeweils alle Richtwalzen von der Richtmaschineneinlaufseite bis zur Richtmaschinenauslaufseite gemeinsam von einem Stützrollenträger unterstützt werden. Die oberen Stützrollenträger sind in der Regel fest montiert. Die unteren Stützrollenträger lassen sich zum Durchbiegen der unteren Richtwalzen hydraulisch, elektromotorisch oder manuell in der Höhe verstellen. In seltenen Fällen lassen sich die oberen Stützrollenträger verstellen, während die unteren fest sind.

[0012] Die Stützrollenanstellung, d.h. die Verstellung der Stützrollenträger, erfolgt beispielsweise mit einem hydraulisch betätigten Keilschieber. Dabei werden die Stützrollenträger mit Führungen in Längsrichtung in ihrer Position gehalten, damit sie sich beim Anstellen über z.B. einem Keil oder unter einem Materialzug nicht verschieben, und der Stützrollenträger wird immer senkrecht zum Metallband verstellt und damit werden auch alle Stützrollen eines Stützrollenträgers immer senkrecht zum Metallband verstellt und die Richtwalzen werden senkrecht zum Metallband durchgebogen.

[0013] Das Durchbiegen der unteren Richtwalzen geschieht somit nach dem Stand der Technik für alle unteren

5 ren Richtwalzen von der Richtmaschineneinlaufseite bis zur Richtmaschinenauslaufseite um denselben Betrag, der von dem Verstellweg des Stützrollenträgers vorgegeben wird. Dies ist nachteilig, denn es bedeutet, dass das Metallband beim Verlassen der Richtmaschine eine über die Bandbreite unterschiedliche Verformung erfährt, und folglich sind auch die Materialeigenschaften über die Bandbreite unterschiedlich.

[0014] Bisher waren die Anforderungen an die Planheit und die gleichmäßigen Spannungen und Eigenschaften gerichteter Metallbänder zumeist noch nicht so hoch, daher war das Planrichten mit herkömmlichen Richtmaschinen ausreichend. Die zunehmenden Qualitätsanforderungen an plangerichtete Metallbänder mit sehr gleichmäßigen Eigenschaften nach dem Richten lassen sich jedoch mit gebräuchlichen Richtmaschinen nicht mehr erfüllen. Mit den bisher gebräuchlichen Ausführungen von Richtmaschinen ist es demnach nicht möglich, sehr hohen Anforderungen an die Ebenheit und die sehr gleichmäßigen Eigenschaften des plangerichteten Metallbandes zu entsprechen.

[0015] In dem Dokument DE 10 2009 012 929 B3 wurde eine Richtwalzenanlage vorgeschlagen, die zwei Richtmaschinen umfasst, wobei die zweite Richtmaschine in der Durchlaufrichtung des Metallbandes hinter der ersten Richtmaschine angeordnet ist, sodass das mit der Richtwalzenanlage zu richtende Gut zuerst die erste Richtmaschine und anschließend die zweite Richtmaschine durchläuft. Die erste Richtmaschine ist mit einer Stützrollenverstellung versehen und damit für das Planrichten zuständig, die zweite besitzt bevorzugt keine Stützrollenverstellung, d.h. bei der zweiten sind die Richtwalzen bevorzugt stets parallel (ungebogen) zum Metallband ausgerichtet. Damit lässt sich der oben beschriebene Nachteil vermeiden und den sehr hohen Anforderungen an die Ebenheit und die sehr gleichmäßigen Eigenschaften des plangerichteten Metallbandes können entsprochen werden. Die Metallbänder werden in der ersten Richtmaschine gerichtet und können in der zweiten Richtmaschine eine wesentlich gleichmäßigere Zug- und Biegebeanspruchung als in der ersten Richtmaschine erfahren, insbesondere eine absolut gleiche Zug- und Biegebeanspruchung in der Ausführungsform ohne Stützrollenverstellung in der zweiten Richtmaschine, daher kann damit auch eine gleichmäßigere Spannungsverteilung über den Querschnitt erzielt werden. Dadurch wird die Genauigkeit des Planrichtens erhöht und die Toleranzen der Materialparameter des gerichteten Metallbandes nach dem Richten werden verkleinert. Die gesamte Richtwalzenanlage ist aber durch die Hintereinanderreihung von zwei Richtmaschinen lang und aufwendig.

[0016] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine kompakte Richtmaschine zu schaffen, mit der zunehmend hohen Anforderungen an die Planheit von gerichtetem Metallband mit sehr gleichmäßigen Eigenschaften nach dem Richten entsprochen werden kann.

[0017] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Richtmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung mit zugehörigen Zeichnungen.

[0018] Eine erfindungsgemäße Richtmaschine zum Planrichten von metallischem Gut, insbesondere von Metallbändern und Blechen, das die Richtmaschine in einer Förderrichtung entlang eines Förderwegs durchläuft, wobei die Richtmaschine einen oberen Richtwalzensatz mit mehreren oberen Richtwalzen, der oberhalb des Förderwegs angeordnet ist, und einen unteren Richtwalzensatz mit mehreren unteren Richtwalzen, der unterhalb des Förderwegs gegenüberliegend zu dem oberen Richtwalzensatz angeordnet ist, aufweist, die Richtwalzen jeweils eines Richtwalzensatzes sich quer zur Förderrichtung erstreckend und in der Förderrichtung hintereinander folgend angeordnet sind, gegenüberliegend zu einem Zwischenraum zwischen nebeneinander liegenden Richtwalzen eines Richtwalzensatzes jeweils eine Richtwalze des jeweils anderen Richtwalzensatzes angeordnet ist, das zu richtende Gut auf dem von den Richtwalzen definierten, zwischen dem oberen und unteren Richtwalzensatz verlaufenden Förderweg in der Förderrichtung an den Richtwalzen vorbeiführbar ist, wobei es wechselweise durch die Richtwalzen gebogen wird, die Richtmaschine obere und/oder untere Stützrollen aufweist, auf denen Richtwalzen des oberen bzw. unteren Richtwalzensatzes mit ihrer Lauffläche gelagert sind, wobei die Stützrollen in oberen bzw. unteren Stützrollenlagerungen gelagert sind, die Richtmaschine obere und/oder untere verstellbare Stützrollenträger aufweist, in denen obere bzw. untere Stützrollen mit oberen bzw. unteren Stützrollenlagerungen gelagert sind, wobei jeweils in Förderrichtung hintereinander liegende Stützrollen mit ihren Stützrollenlagerungen gemeinsam in einem verstellbaren Stützrollenträger gelagert sind, und die verstellbaren Stützrollenträger mit den von ihnen gelagerten Stützrollen zum Durchbiegen der jeweils darauf gelagerten Richtwalzen durch Anheben und/oder Absenken mittels einer Stützrollenträgerverstelleinrichtung in einer Stützrollenträgerverstellrichtung zu dem metallischen Gut oder weg von dem metallischen Gut verstellbar sind, weist die Besonderheit auf, dass die Richtmaschine verstellbare Stützrollenträger aufweist, die derart ausgebildet sind, dass ihr Verstellen mittels Stützrollenträgerverstelleinrichtungen, die als Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtungen ausgebildet sind, in einem von der Senkrechten abweichenden Winkel zu dem metallischen Gut durchführbar ist, wobei die Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtungen derart ausgebildet sind, dass durch ihr Verstellen die Richtwalzen in der Weise durchbiegbar sind, dass die Größe der Durchbiegung der Richtwalzen in der Förderrichtung des metallischen Gutes abnimmt.

[0019] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass es vorteilhaft ist, die Stützrollenträgerverstellein-

richtungen derart auszubilden, dass das Verstellen der zugeordneten verstellbaren Stützrollenträger nicht mittels einer Stützrollenträgerhubverstelleinrichtung senkrecht zu dem metallischen Gut, sondern mittels einer Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtung in einem von der Senkrechten abweichenden Winkel hierzu durchführbar ist, wobei die Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtungen derart ausgebildet sind, dass durch ihr Verstellen die Richtwalzen in der Weise durchbiegbar sind, dass die Größe der Durchbiegung der Richtwalzen in der Förderrichtung des metallischen Gutes abnimmt.

[0020] Die Erfindung hat den Vorteil, dass damit in einer kompakten Richtmaschine eine Stützrollenträgerverstellung in der Weise möglich ist, dass das metallische Gut, z.B. ein Metallband, im Bereich des Maschineneinlaufs wie bisher auch mit einer größeren Durchbiegung der Richtwalzen gerichtet werden kann, und im Maschinenauslauf mit einer gegenüber dem Maschineneinlauf geringeren Durchbiegung der Richtwalzen eine absolut gleiche Zug- und Biegebeanspruchung des gerichteten Gutes und damit auch eine gleichmäßigere Spannungsverteilung über den Querschnitt des Metallbandes erhalten werden kann, sodass die Toleranzen der Materialparameter des metallischen Gutes nach dem Richten verkleinert werden können.

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend anhand in den Figuren dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die darin beschriebenen Besonderheiten können einzeln oder in Kombination miteinander eingesetzt werden, um bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung zu schaffen. Gleiche oder gleich wirkende Teile werden in den verschiedenen Figuren mit denselben Bezugszeichen bezeichnet und gewöhnlich nur einmal beschrieben, auch wenn sie bei anderen Ausführungsformen vorteilhaft eingesetzt werden können. Es zeigen:

Figur 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen oberen und einen unteren Richtwalzensatz einer Richtmaschine mit der Wechselbiegung eines metallischen Gutes,

Figur 2 in einer Einzelheit zu Figur 1 das Biegen des metallischen Gutes über eine untere Richtwalze,

Figur 3 einen Schnitt durch das metallische Gut von Figur 2,

Figur 4 in einer Einzelheit zu Figur 1 das Biegen des metallischen Gutes über eine obere Richtwalze,

Figur 5 einen Schnitt durch das metallische Gut von Figur 4,

Figur 6 eine perspektivische Ansicht eines Beispiels eines Metallbandes mit Randwellen,

- Figur 7 die Biegelinien der oberen und unteren Richtwalzen einer Richtmaschine zum Korrigieren eines Metallbandes mit Randwellen gemäß Figur 7,
- Figur 8 einen Querschnitt durch eine Richtmaschine mit verstellbaren unteren Stützrollen,
- Figur 9 einen Teillängsschnitt durch eine Richtmaschine mit verstellbaren unteren Stützrollen nach dem Stand der Technik, und
- Figur 10 einen Teillängsschnitt durch eine erfindungsgemäße Richtmaschine mit verstellbaren unteren Stützrollen.

[0022] Die Figur 1 zeigt einen schematischen Längsschnitt durch eine Richtmaschine 1. Diese Darstellung gilt gleichermaßen für eine Richtmaschine nach dem Stand der Technik wie auch für eine erfindungsgemäße Richtmaschine. Die oberen Richtwalzen 2 bilden einen oberen Richtwalzensatz 4 und die unteren Richtwalzen 3 bilden einen unteren Richtwalzensatz 5. Der obere Richtwalzensatz 4 hat in der Regel eine Richtwalze 2 weniger als der untere Richtwalzensatz 5, in seltenen Fällen werden aber in dem oberen Richtwalzensatz 4 mehr Richtwalzen 2 eingesetzt als in dem unteren Richtwalzensatz 5.

[0023] Die Richtwalzen 2, 3 jeweils eines Richtwalzensatzes 4, 5 sind nebeneinander liegend angeordnet. Der obere Richtwalzensatz 4 und der untere Richtwalzensatz 5 sind gegenüberliegend angeordnet, wobei gegenüberliegend zu einem Zwischenraum zwischen nebeneinander liegenden Richtwalzen 2, 3 eines Richtwalzensatzes 4, 5 jeweils eine Richtwalze 3, 2 des jeweils anderen Richtwalzensatzes 5, 4 angeordnet ist. Die oberen Richtwalzen 2 sind üblicherweise auf Mittleilung zu den unteren Richtwalzen 3 angeordnet.

[0024] Beim Planrichten durchläuft das metallische Gut 6, beispielsweise ein Metallband oder ein Blech, die Richtmaschine 1 in einer Förderrichtung 7 entlang eines Förderwegs. Die Richtwalzen 2, 3 jeweils eines Richtwalzensatzes 4, 5 sind sich quer zur Förderrichtung 7 erstreckend und in der Förderrichtung 7 hintereinander folgend angeordnet. Der obere Richtwalzensatz 4 umfasst mehrere obere Richtwalzen 2 und ist oberhalb des Förderwegs angeordnet. Der unteren Richtwalzensatz 5 umfasst ebenfalls mehrere untere Richtwalzen 3, die unterhalb des Förderwegs gegenüberliegend zu dem oberen Richtwalzensatz 4 angeordnet sind. Zwischen dem oberen Richtwalzensatz 4 und dem unteren Richtwalzensatz 5 verläuft der Förderweg. Beim Durchlaufen der Richtmaschine 1 auf dem Förderweg wird das metallische Gut 6 auf dem von den Richtwalzen 2, 3 definierten, zwischen dem oberen und unteren Richtwalzensatz 4, 5 verlaufenden Förderweg in der Förderrichtung 7 an den Richtwalzen 2, 3 vorbeigeführt, wobei es eine Wechselbiegung erfährt, d.h. wechselweise durch die Richtwal-

zen 2, 3 gebogen wird. Das zu richtende Gut 6 kann mittels einer oder mehrerer angetriebener Richtwalzen 2, 3 und/oder mittels einer nicht dargestellten Schleppvorrichtung entlang des Förderwegs zwischen den Richtwalzen 2, 3 transportiert bzw. gefördert werden.

[0025] Der Abstand zwischen gegenüberliegenden Richtwalzen 2, 3 nimmt in der Förderrichtung 7 kontinuierlich zu und damit nimmt die Biegung des metallischen Gutes 6 in Förderrichtung 7 kontinuierlich ab. Das zu richtende Metallband 6 wird also auf der Einlaufseite 8 des Förderwegs stärker gebogen als auf der Auslaufseite 9. Werden die oberen Richtwalzen 2 so tief abgesenkt, dass sie zwischen die unteren Richtwalzen 3 eintauchen oder höchstens um die Dicke des Metallbandes 6, also die Blechdicke über den unteren Richtwalzen 3 liegen, erfährt das Metallband 6 beim Durchlaufen des Förderwegs zwischen den beiden Richtwalzensätzen 4, 5 eine Folge von Wechselbiegungen mit zunehmendem Krümmungsradius. Auf diese Weise wird beim Planrichten eine im Gut 6 vorhandene Krümmung oder Welligkeit durch eine Folge von Wechselbiegungen um Richtwalzen 2, 3 entfernt.

[0026] Dieser Prozess ist in den Figuren 2 und 3 für eine untere Richtwalze 3 dargestellt. Die Figur 2 zeigt in einer Einzelheit zu Figur 1 das Biegen des metallischen Gutes 6 über eine untere Richtwalze 3 und die Figur 3 zeigt einen Schnitt durch das metallische Gut 6 von Figur 2. Beim Biegen über eine untere Richtwalze 3 erfährt die von der Richtwalze 3 gesehene äußere Randzone 10 des zu richtenden Metallbandes 6, die in diesem Fall die obere Randzone 11 des metallischen Gutes 6 ist, eine Zugbeanspruchung $+\sigma$, und die von der Richtwalze 3 gesehene innere Randzone 12, die in diesem Fall die untere Randzone 13 des metallischen Gutes 6 ist, erfährt eine Druckbeanspruchung $-\sigma$. Dazwischen liegt die neutrale Faser 14. Ist die äußere Zugbeanspruchung $+\sigma$ so stark, dass sie die Elastizitätsgrenze R_e des Materials des metallischen Gutes 6 überschreitet, führt dies zu einer plastischen Verformung des metallischen Gutes 6 in der äußeren Randzone 10 durch Dehnung, wobei in der neutralen Faser 14 nur eine elastische Verformung stattfindet.

[0027] An der nächsten Richtwalze wird das Metallband in die andere Richtung gebogen und somit auf seiner anderen Seite auf Zug beansprucht und gedehnt. Dieser Prozess ist in den Figuren 4 und 5 für eine obere Richtwalze 2 dargestellt. Die Figur 4 zeigt in einer Einzelheit zu Figur 1 das Biegen des metallischen Gutes 6 über eine obere Richtwalze 2 und die Figur 5 zeigt einen Schnitt durch das metallische Gut 6 von Figur 4. Beim Biegen über eine obere Richtwalze 2 erfährt die von der Richtwalze 2 gesehene äußere Randzone 10 des zu richtenden Metallbandes 6, die in diesem Fall die untere Randzone 13 des metallischen Gutes 6 ist, eine Zugbeanspruchung $+\sigma$, und die von der Richtwalze 2 gesehene innere Randzone 11, die in diesem Fall die obere Randzone 12 des metallischen Gutes 6 ist, erfährt eine Druckbeanspruchung $-\sigma$. Dazwischen liegt die neutrale Faser

14. Ist die äußere Zugbeanspruchung $+\sigma$ so stark, dass sie die Elastizitätsgrenze R_e des Materials des metallischen Gutes 6 überschreitet, führt dies zu einer plastischen Verformung des metallischen Gutes 6 in der äußeren Randzone 10 durch Dehnung, wobei in der neutralen Faser 14 nur eine elastische Verformung stattfindet.

[0028] Die kürzeren Bahnen des unplanen Metallbandes 6 legen sich dabei enger an die Richtwalzen 2, 3 als die welligen Bahnen. Bei den kürzeren Bahnen erfolgt deshalb auch eine stärkere Biegung und damit auch eine stärkere Dehnung. Somit dehnen sich die kurzen Bahnen des metallischen Gutes 6 bei wechselseitigem bzw. wechselweisem Biegen um Richtwalzen 2, 3 so lange, bis sie die Länge der welligen, unplanen Bahnen erreicht haben. Das Band des metallischen Gutes 6 ist dann plan. Man spricht bei diesem Prozess vom "Richten" oder "Planrichten".

[0029] Die Figur 6 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Beispiels eines metallischen Gutes 6 in Form eines Metallbandes 6 mit Randwellen vor dem Planrichten mit einer Richtmaschine 1, durch die es in der Förderrichtung 7 gefördert und dabei plangerichtet wird. Diese Darstellung gilt gleichermaßen für eine Richtmaschine 1 nach dem Stand der Technik wie auch für eine erfindungsgemäße Richtmaschine 1.

[0030] Die Figur 7 zeigt die Biegelinien der oberen Richtwalzen 2 eines oberen Richtwalzensatzes 4 und der unteren Richtwalzen 3 eines unteren Richtwalzensatzes 5 einer Richtmaschine 1 zum Korrigieren bzw. Planrichten eines solchen Metallbandes mit Randwellen gemäß Figur 6. Diese Darstellung gilt gleichermaßen für eine Richtmaschine nach dem Stand der Technik wie auch für eine erfindungsgemäße Richtmaschine. Die oberen Richtwalzen 2 sind in diesem Beispiel nicht durchgebogen. Die Biegung der unteren Richtwalzen 3 ist zur Verdeutlichung überhöht dargestellt. Die unteren Richtwalzen 3 sind in der Mitte, d.h. im Bereich der mittleren Bahnen des metallischen Gutes 6, in einer Richtung hin zu dem metallischen Gut 6 angehoben und außen, d.h. im Bereich der Randbahnen des metallischen Gutes 6, in einer Richtung weg von dem metallischen Gut 6 abgesenkt. Dadurch tauchen die unteren Richtwalzen 3 im Bereich der mittleren Bahnen des metallischen Gutes 6 tiefer in die Zwischenräume zwischen den oberen Richtwalzen 2 ein als im Bereich der Randbahnen des metallischen Gutes 6. Das Durchbiegen der unteren Richtwalzen 3 wird durch verstellbare Stützrollen bewirkt, die im Zusammenhang mit den folgenden Figuren erläutert werden.

[0031] In Figur 8 ist ein Querschnitt durch eine Richtmaschine 1 mit einem oberen und einem unteren Richtwalzensatz 4, 5 mit oberen und unteren, vorteilhafterweise waagrecht angeordneten Richtwalzen 2, 3 dargestellt. Diese Darstellung gilt gleichermaßen für eine Richtmaschine nach dem Stand der Technik wie auch für eine erfindungsgemäße Richtmaschine 1. Sie zeigt eine Richtkassette mit unteren verstellbaren Stützungen für

die unteren Richtwalzen 3 im Schnitt quer zur Anlagenachse.

[0032] Die unteren Richtwalzen 3 sind an ihren Enden in einem oder mittels eines beidseits des Förderwegs angeordneten unteren Lagerrahmens 15 und die oberen Richtwalzen 2 entsprechend in einem oberen Lagerrahmen 16 drehbar gelagert. Die eine Seite der Richtwalzen 2, 3 wird in der Regel als Antriebseite und die andere als Bedienseite bezeichnet. Dabei sind in der Regel die Lagerungen jeder Seite eines Richtwalzensatzes 4, 5 in einem gemeinsamen Lagerrahmen zusammengefasst. Zusammengefasst in diesem Sinne bedeutet, dass sie gemeinsam als funktionelle Einheit dienen und/oder auf einer gemeinsamen Bodenplatte 17, 18 befestigt sind. Jeder Lagerrahmen 15, 16 ist in der Regel auf der zugehörigen Bodenplatte 17, 18 befestigt.

[0033] Um die beim Planrichten des auf dem Förderweg in der Förderrichtung 7 zwischen den oberen Richtwalzen 2 und unteren Richtwalzen 3 hindurchbewegten metallischen Gutes auftretenden Kräfte auf die Richtwalzen 2, 3 abzufangen und ein Durchbiegen der Richtwalzen 2, 3 zu verhindern oder das Durchbiegen der Richtwalzen 2, 3 gezielt einzustellen, sind die Richtwalzen 2, 3 über ihre Länge auf mehreren kürzeren Stützrollen 20, 19 gelagert. Es können obere Stützrollen 20 für die oberen Richtwalzen 2, untere Stützrollen 19 für die unteren Richtwalzen 3 oder obere und untere Stützrollen 20, 19 vorgesehen sein. In der Laufrichtung des Metallbandes entlang des Förderwegs, d.h. quer zu den Richtwalzen 2, 3, sind die unteren Stützrollen 19 in unteren Stützrollenlagerungen 21 und die oberen Stützrollen 20 in oberen Stützrollenlagerungen 22 gelagert. Die Richtmaschine 1 weist somit obere Stützrollen 20 und/oder untere Stützrollen 19 auf, auf denen Richtwalzen 2, 3 des oberen Richtwalzensatzes 4 bzw. des unteren Richtwalzensatzes 5 mit ihrer Lauffläche gelagert sind, wobei die Stützrollen 20, 19 in oberen Stützrollenlagerungen 22 bzw. unteren Stützrollenlagerungen 21 gelagert sind. In dem Ausführungsbeispiel von Figur 8 sind sowohl obere Stützrollen 20 als auch untere Stützrollen 19 vorgesehen. Oftmals befinden sich zwischen den Richtwalzen 2, 3 und ihren zugeordneten Stützrollen 20, 19 noch hier nicht dargestellte Zwischenwalzen, die verhindern, dass sich die Laufbahnen der Stützrollen 20, 19 in die Richtwalzen 2, 3 einprägen.

[0034] Die Kombination aus einem Richtwalzensatz 4 bzw. 5 mit Richtwalzen 2 bzw. 3, ggf. einschließlich der Stützrollen 20 bzw. 19 und eventuellen Zwischenwalzen mit seinen zugehörigen beidseitigen Lagerrahmen 15, 16 und der zugehörigen Bodenplatte 17, 18 wird auch als Richtwalzenkassette bezeichnet. Die obere und untere Richtwalzenkassette werden gemeinsam auch als Richtkassette bezeichnet.

[0035] Die in Figur 8 dargestellte Richtkassette kann Bestandteil einer Richtmaschine 1 zum Planrichten von metallischem Gut 6, insbesondere von Blechen und Metallbändern sein. Eine solche Richtmaschine 1 kann neben den beschriebenen Komponenten noch eine Reihe

weiterer, für den Betrieb notwendiger Teile umfassen, die aber im Übrigen nach dem Stand der Technik ausgebildet sind und deshalb nicht näher beschrieben werden. Zu diesen können beispielsweise eine Schleppvorrichtung für das zu richtende Gut 6, ein oder mehrere Antriebe für eine oder mehrere Richtwalzen 2, 3 oder auch eine Zustelleinrichtung, mit der der Abstand zwischen den beiden Richtwalzensätzen 4, 5 entsprechend der Blechstärke eingestellt werden kann, gehören.

[0036] Die Richtmaschine 1 kann allgemein obere verstellbare Stützrollenträger und/oder untere verstellbare Stützrollenträger 23 aufweisen, in die obere Stützrollenlagerungen 22 bzw. untere Stützrollenlagerungen 21 für obere Stützrollen 20 bzw. untere Stützrollen 19 zum Abstützen der oberen Richtwalzen 2 bzw. der unteren Richtwalzen 3 integriert sind, wobei jeweils in Förderrichtung 7 hintereinander liegende Stützrollen 19, 20 mit ihren Stützrollenlagerungen 21, 22 gemeinsam in einem verstellbaren Stützrollenträger 23 gelagert sind, und die verstellbaren Stützrollenträger 23 mit den von ihnen gelagerten Stützrollen 19 und den integrierten Stützrollenlagerungen 21, wobei die Stützrollen 19 mittels der Stützrollenlagerungen 21 in den verstellbaren Stützrollenträgern 23 gelagert sind, zum Durchbiegen der jeweils darauf gelagerten Richtwalzen 3 durch Anheben und/oder Absenken mittels einer Stützrollenträgerverstelleinrichtung in einer Stützrollenträgerverstellrichtung 25 zu dem metallischen Gut oder weg von dem metallischen Gut verstellbar sind. Die Richtwalzen 2, 3 sind also mittels der Stützrollen 19, 20 auf den verstellbaren Stützrollenträgern 23 gelagert, und zwar bei Richtmaschinen 1 ohne Zwischenwalzen 26 unmittelbar und bei Richtmaschinen 1 mit Zwischenwalzen 26 mittelbar über die Zwischenwalzen 26. In der Regel werden die unteren Richtwalzen 3 und nicht die oberen Richtwalzen 2 mittels verstellbarer Stützrollen 19 durchgebogen. Entsprechend sind in dem Ausführungsbeispiel von Figur 8 nur untere verstellbare Stützrollenträger 23 für die unteren Richtwalzen 3 bzw. für die unteren Stützrollen 19 und unteren Stützrollenlagerungen 21 vorgesehen, aber keine oberen verstellbaren Stützrollenträger für die oberen Richtwalzen 2 bzw. für die oberen Stützrollen 20 und oberen Stützrollenlagerungen 22. In anderen Ausführungsformen kann das gerade umgekehrt sein, d.h. es können nur obere verstellbare Stützrollenträger für die oberen Richtwalzen 2 bzw. für die oberen Stützrollen 20 und oberen Stützrollenlagerungen 22 vorgesehen, aber keine unteren verstellbaren Stützrollenträger 23 für die unteren Richtwalzen 3 bzw. für die unteren Stützrollen 19 und unteren Stützrollenlagerungen 21 vorgesehen sein, oder es können sowohl obere als auch untere verstellbare Stützrollenträger vorgesehen sein.

[0037] In dem Ausführungsbeispiel von Figur 8 sind die oberen Stützrollen 20 somit starr, also nicht verstellbar, d.h. die oberen Stützrollenlagerungen 22 der oberen Stützrollen 20 sind beispielsweise an der oberen Bodenplatte 18 oder an einem nicht verstellbaren oberen Stützrollenträger befestigt. Die unteren Stützrollen 19 sind ver-

stellbar, d.h. die unteren Stützrollenlagerungen 21 der unteren Stützrollen 19 sind in einen verstellbaren unteren Stützrollenträger 23 integriert. Die Integration einer Stützrollenlagerung in einen Stützrollenträger bedeutet, dass die Stützrolle mittels einer Stützrollenlagerung auf einem Stützrollenträger gelagert bzw. befestigt ist. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert sein, dass die Stützrolle mittels eines von dem Stützrollenträger aufgenommenen Lagers in dem Stützrollenträger drehbar gelagert ist, oder dass die Stützrolle auf einer feststehenden Achse, die von dem Stützrollenträger aufgenommen wird, drehbar gelagert ist. In beiden Fällen ist die Stützrollenlagerung in den Stützrollenträger integriert, weil das Stützrollenlager von dem Stützrollenträger gehalten wird bzw. der Stützrollenträger die von der Stützrolle auf das Stützrollenlager ausgeübten Kräfte aufnimmt, d.h. die Stützrolle ist mittels der in den Stützrollenträger integrierten Stützrollenlagerung im Stützrollenträger gelagert. Die Stützrollenlagerungen, hier die unteren Stützrollenlagerungen 21, können in verstellbare oder in nicht verstellbare Stützrollenträger, hier in die unteren verstellbaren Stützrollenträger 23, integriert sein. Ferner können Führungen für die verstellbaren Stützrollenträger, hier untere Führungen 24 für die unteren verstellbaren Stützrollenträger 23, vorgesehen sein.

[0038] Die oberen oder unteren Stützrollen 20, 19 sind mittels verstellbarer Stützrollenträger, hier die unteren Stützrollen 19 mittels der unteren verstellbaren Stützrollenträger 23, verstellbar, d.h. sie können mittels einer in der Figur 8 nicht dargestellten Stützrollenträgerverstelleinrichtung in einer Stützrollenträgerverstellrichtung 25 senkrecht zur Achse der Richtwalzen 2, 3, bezogen auf nicht durchgebogene Richtwalzen 2, 3, verstellt werden, indem die zugehörigen Stützrollenträger verstellt werden. Bei Metallbändern gemäß dem Beispiel von Figur 6 und einer Biegelinie gemäß Figur 7 werden die mittleren Stützrollen der unteren Richtwalzen 3, d.h. die mittleren unteren Stützrollen 19, durch Verstellung der unteren verstellbaren Stützrollenträger 23 in der Stützrollenträgerverstellrichtung 25 stärker angehoben als die äußeren.

[0039] Die Erfindung richtet sich insbesondere auf die Stützrollenträgerverstelleinrichtung zum Verstellen der verstellbaren Stützrollenträger. Um dies zu erläutern, ist in Figur 9 ein Teillängsschnitt durch eine Richtmaschine 1 mit verstellbaren unteren Stützrollen 19 bzw. einem verstellbaren unteren Stützrollenträger 23 dargestellt. Die Figur 9 zeigt eine untere Richtwalzenkassette mit unteren Richtwalzen 3, unteren Stützrollen 19, zwischen den unteren Richtwalzen 3 und den unteren Stützrollen 19 angeordneten Zwischenwalzen 26 und einem unteren verstellbaren Stützrollenträger 23 nach dem Stand der Technik. Der verstellbare untere Stützrollenträger 23 ist derart ausgebildet, dass sein Verstellen mittels einer Stützrollenträgerverstelleinrichtung, die als Stützrollenträgerhubverstelleinrichtung ausgebildet ist, in einer Stützrollenträgerverstellrichtung 25 senkrecht zu dem metallischen Gut 6 durchführbar ist.

[0040] In dem Beispiel von Figur 9 ist die Stützrollenträgerhubverstelleinrichtung als Keilschieber 27 mit Hydraulikzylinder 28 ausgebildet, wobei mittels des Keilschiebers 27 der verstellbare untere Stützrollenträger 23 in Führungen 29 des Stützrollenträgers 23 in der Stützrollenträgerverstellrichtung 25 angehoben oder abgesenkt werden kann. Die Stützrollenträgerverstellrichtung 25 ist dabei immer senkrecht zu dem metallischen Gut 6, d.h. die unteren Stützrollen 19 und somit die unteren Richtwalzen 3 werden beim Verstellen des unteren verstellbaren Stützrollenträgers 23 von der Richtmaschineneinlaufseite 8 bis zur Richtmaschinenauslaufseite 9 um denselben Betrag angehoben oder abgesenkt. Der untere verstellbare Stützrollenträger 23 wird bei seiner Verstellung immer parallel zum metallischen Gut 6 bzw. zum Förderweg bewegt, sodass die Reihe der unteren Stützrollen 19 parallel zu der Reihe der unteren Richtwalzen 3 bleibt. Eine hier nicht dargestellte Verstelleinrichtung nach dem Stand der Technik zum Verstellen der oberen Richtwalzen bzw. der oberen Stützrollen wäre entsprechend zu der in Figur 9 dargestellten Stützrollenträgerhubverstelleinrichtung ausgebildet.

[0041] Die Figur 10 zeigt einen Teillängsschnitt durch eine erfindungsgemäße Richtmaschine 1 mit verstellbaren unteren Stützrollen 19 bzw. einem verstellbaren unteren Stützrollenträger 23. Dargestellt ist eine untere Richtwalzenkassette mit einem unteren Lagerrahmen 15, unteren Richtwalzen 3, unteren Stützrollen 19, zwischen den unteren Richtwalzen 3 und den unteren Stützrollen 19 angeordneten Zwischenwalzen 26 und einem unteren verstellbaren Stützrollenträger 23. Der verstellbare untere Stützrollenträger 23 ist derart ausgebildet, dass sein Verstellen nicht wie bei Figur 9 mittels einer Stützrollenträgerverstelleinrichtung, die als Stützrollenträgerhubverstelleinrichtung ausgebildet ist, senkrecht zu dem metallischen Gut 6 durchführbar ist, sondern mittels einer Stützrollenträgerverstelleinrichtung, die als Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtung ausgebildet ist, in einem von der Senkrechten abweichenden Winkel zu dem metallischen Gut 6 durchführbar ist, sodass die Stützrollenträgerverstellrichtung 25 in einem von der Senkrechten abweichenden Winkel zu dem metallischen Gut 6 verläuft. Dabei ist die Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtung derart ausgebildet, dass durch ihr Verstellen die unteren Richtwalzen 3 in der Weise durchbiegbar sind, dass die Größe der Durchbiegung der unteren Richtwalzen 3 in der Förderrichtung 7 des metallischen Gutes 6, d.h. von der Richtmaschineneinlaufseite 8 zur Richtmaschinenauslaufseite 9 hin abnimmt.

[0042] In dem Beispiel von Figur 10 wird der untere verstellbare Stützrollenträger 23 mittels einer Gelenkanstellung verstellt. Hierzu umfasst die Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtung eine Einlaufanstellvorrichtung 30 mit einem Anstellantrieb 31, die zum Anheben und/oder Absenken des zugeordneten Stützrollenträgers, hier des unteren Stützrollenträgers 23, nur im Bereich der Einlaufseite 8 der Richtmaschine 1 ausge-

bildet ist. In anderen Ausführungsformen könnte die Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtung auch alternativ oder zusätzlich eine entsprechende Auslaufanstellvorrichtung umfassen, die zum Anheben und/oder Absenken der zugeordneten verstellbaren Stützrollenträger nur im Bereich der Auslaufseite 9 der Richtmaschine 1 ausgebildet ist.

[0043] Die Richtmaschine 1 kann verstellbare Stützrollenträger aufweisen, die mittels einer Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtung verstellbar sind, wobei die verstellbaren Stützrollenträger im Bereich der Auslaufseite 9 der Richtmaschine 1 mittels eines Gelenks schwenkbar gelagert sind. In dem Ausführungsbeispiel von Figur 10 weist die Richtmaschine 1 einen unteren verstellbaren Stützrollenträger 23 auf, der mittels einer Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtung, nämlich der Einlaufanstellvorrichtung 30 verstellbar ist, wobei der untere verstellbare Stützrollenträger 23 im Bereich der Auslaufseite 9 der Richtmaschine 1 mittels eines Gelenks 32 schwenkbar gelagert ist. In bevorzugten Ausführungsformen kann das Gelenk 32 eine Drehachse aufweisen, um die der verstellbare Stützrollenträger 23 geschwenkt werden kann, wobei die Drehachse quer zur Förderrichtung 7 und zu dem metallischen Gut 6, d.h. parallel zu den Längsachsen der Richtwalzen 3 verläuft.

[0044] Wird das auslaufseitige Gelenk 32 des Stützrollenträgers 23 ebenfalls mit einer Verstelleinrichtung bzw. Anstellvorrichtung versehen, kann die Durchbiegung der Richtwalzen 3 auch auf der Auslaufseite 9 geregelt werden. Dies kann abhängig oder unabhängig von der Durchbiegung an der Einlaufseite 8 erfolgen. In bevorzugten Ausführungsformen umfassen die Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtungen jedoch keine Auslaufanstellvorrichtung, die zum Anheben und/oder Absenken eines zugeordneten verstellbaren Stützrollenträgers im Bereich der Auslaufseite 9 der Richtmaschine 1 ausgebildet ist, sodass die mittels der Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtungen verstellbaren Stützrollenträger im Bereich der Auslaufseite 9 der Richtmaschine 1 mittels des Gelenks 32 in einer festen Position relativ zu dem zu richtenden Gut 6 schwenkbar gelagert sind.

[0045] Mittels der Einlaufanstellvorrichtung 30 kann der verstellbare untere Stützrollenträger 23 auf der Einlaufseite 8 der Richtmaschine 1 angehoben oder abgesenkt werden, wobei er auf der Auslaufseite 9 der Richtmaschine 1 verschwenkbar in dem Gelenk 32 gelagert ist. Die Stützrollenträgerverstellrichtung 25 verläuft damit nicht senkrecht zu dem metallischen Gut 6, sondern schräg bzw. kurvig, wie durch den Bogenpfeil veranschaulicht ist. Die unteren Stützrollen 19 und somit die unteren Richtwalzen 3 werden in diesem Ausführungsbeispiel beim Verstellen des unteren verstellbaren Stützrollenträgers 23 nur auf der Richtmaschineneinlaufseite 8 angehoben oder abgesenkt, nicht aber auf der Richtmaschinenauslaufseite 9. Der untere verstellbare Stützrollenträger 23 wird somit bei seiner Verstellung nicht parallel zum metallischen Gut 6 bzw. zum Förderweg

bewegt, sodass die Reihe der unteren Stützrollen 19 nicht parallel zu der Reihe der unteren Richtwalzen 3 bleibt, sondern der untere verstellbare Stützrollenträger 23 wird in einer Stützrollenträgerverstellrichtung 25 um einen Winkel verschwenkt, wobei Stützrollenträgerverstellrichtung 25 in einer Ebene verläuft bzw. der Winkel in einer Ebene liegt, die sich einerseits in der Förderrichtung 7 und andererseits senkrecht zu dem metallischen Gut 6, d.h. senkrecht zu den Richtwalzen 3 erstreckt.

[0046] Um den eingangs beschriebenen Nachteil zu eliminieren und gerichtetes Metallband mit sehr gleichmäßigen Eigenschaften herstellen zu können, werden die verstellbaren Stützrollenträger 23 erfindungsgemäß nicht mehr senkrecht zur Materialbahn des metallischen Gutes 6 verstellt. Vielmehr ist jeder verstellbare Stützrollenträger 23 beispielsweise an der Auslaufseite 9 der Richtmaschine 1 mit einem Gelenk 32, typischerweise mit einer Drehachse, versehen. Durch Anheben oder Absenken des verstellbaren Stützrollenträgers 23 an der Maschineneinlaufseite 8 mittels einer erläuterten Anstellvorrichtung werden die Richtwalzen 3 verbogen. Diese Anstellung kann mittels einer Spindel-, einer Keil- oder einer anderen in der Technik gängigen Einrichtung zur Wegverstellung erfolgen, beispielsweise hydraulisch, elektromotorisch oder manuell. So ist diese Durchbiegung der Richtwalzen 3 nun an der Einlaufseite 8 am stärksten und nimmt zur Auslaufseite 9 hin ab. Im Idealfall sind die letzten Richtwalzen 3 an der Auslaufseite 9 stets parallel und ohne Durchbiegung ausgerichtet.

[0047] Eine hier nicht dargestellte Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtung zum Verstellen der oberen Richtwalzen 2 bzw. der oberen Stützrollen 20 wäre entsprechend zu der in Figur 10 dargestellten Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtung ausgebildet, d.h. die beschriebenen erfindungsgemäßen Merkmale können sowohl beim unteren Richtwalzensatz 5 als auch beim oberen Richtwalzensatz 4 angewendet werden. In vorteilhaften Ausführungsformen erfindungsgemäßer Richtmaschinen 1 weisen entweder die oberen Richtwalzen 2 keine oder nur starre, nicht verstellbare Stützrollen 20 und die unteren Richtwalzen 3 eine Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtung auf, oder die unteren Richtwalzen 3 weisen keine oder nur starre, nicht verstellbare Stützrollen 19 und die oberen Richtwalzen 2 eine Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtung auf.

[0048] Die Anstellung der verstellbaren Stützrollenträger 23 kann mit einer Kraftmessung versehen werden, mittels der die Anstellkraft je Stützrollenträger 23 gemessen und geregelt werden kann. Hierzu kann die Richtmaschine 1 mindestens eine Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtung umfassen, die eine Kraftmesseinrichtung 33 zum Messen der von der zugehörigen Anstellvorrichtung 30 auf den zugeordneten verstellbaren Stützrollenträger 23 ausgeübten Anstellkraft aufweist. In Figur 10 ist diese Kraftmesseinrichtung 33 in die Einlaufanstellvorrichtung 30 integriert. Diese Anstellkraft setzt sich

zusammen aus der Gewichtskraft und eventuellen Verformungskraft der Richtwalzen 2, 3 und der von den Richtwalzen 2, 3 auf das metallische Gut 6 ausgeübten Richtkraft.

[0049] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Richtmaschine 1 eine Regeleinrichtung umfasst, mit der mittels der Kraftmesseinrichtung 33 das Anstellen der verstellbaren Stützrollenträger 23 mit den Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtungen regelbar ist. Dabei kann die Regeleinrichtung zum Regeln der Stützrollenträgerneigungsverstelleinrichtungen in der Weise ausgebildet sein, dass eine minimale, von der Anstellvorrichtung 30 auf den zugeordneten verstellbaren Stützrollenträger 23 ausgeübte Anstellkraft (und somit Richtkraft) nicht unterschritten und/oder eine maximale, von der Anstellvorrichtung 30 auf den zugeordneten verstellbaren Stützrollenträger 23 ausgeübte Anstellkraft (und somit Richtkraft) nicht überschritten wird und/oder dass automatisch eine maximale Planheit des metallischen Gutes 6 erzielt wird. Durch die Bestimmung bzw. Messung der Anstellkraft je Stützrollenträger 23 kann nämlich auch genau bestimmt werden, wann die Stützrollen 19 nicht mehr an den Richtwalzen 3 darüber anliegen. Dies ist logischerweise der Fall, wenn die Anstellkraft bzw. die Richtkraft sehr klein oder null wird. Dies ist deshalb wichtig, weil bei zu schwacher Anstellung die Stützrollen 19 nicht mehr von den darüber liegenden Richtwalzen 3 angetrieben werden, zum Stillstand kommen oder einen zu großen Schlupf, d.h. eine zu große Differenzgeschwindigkeit zu den anderen Stützrollen 19 bzw. Richtwalzen 3 haben. Die Folge wären Beschädigungen der Oberfläche der Richtwalzen 3, die wiederum auf das zu richtende Gut 6 übertragen werden und dort ebenfalls zu Defekten führen. Dies kann mit einer Kraftmessung bzw. einer automatischen Regelung verhindert werden. Zudem kann die Kraftmessung der Stützrollen bzw. Anstellvorrichtungen aktiv in eine automatische Planheitsregelung der Richtmaschine 1 eingebunden werden.

[0050] Eine erfindungsgemäße Richtmaschine 1 kann angetriebene und/oder geschleppte Richtwalzen 2, 3 umfassen. Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn die Richtmaschine 1 eine Streck-Biege-Richtmaschine ist.

45 Bezugszeichenliste

[0051]

- | | |
|---|-------------------------|
| 1 | Richtmaschine |
| 2 | obere Richtwalze |
| 3 | untere Richtwalze |
| 4 | oberer Richtwalzensatz |
| 5 | unterer Richtwalzensatz |

6	metallisches Gut	+ σ	Zug
7	Förderrichtung	- σ	Druck
8	Einlaufseite	5	
9	Auslaufseite		
10	äußere Randzone	10	
11	obere Randzone		
12	innere Randzone		
13	untere Randzone	15	
14	neutrale Faser		
15	unterer Lagerrahmen	20	
16	oberer Lagerrahmen		
17	untere Bodenplatte		
18	obere Bodenplatte	25	
19	untere Stützrolle		
20	obere Stützrolle	30	
21	untere Stützrollenlagerung		
22	obere Stützrollenlagerung		
23	unterer verstellbarer Stützrollenträger	35	
24	untere Führung		
25	Stützrollenträgerverstellrichtung	40	
26	Zwischenwalze		
27	Keilschieber		
28	Hydraulikzylinder	45	
29	Führung		
30	Einlaufanstellvorrichtung	50	
31	Anstellantrieb		
32	Gelenk		
33	Kraftmesseinrichtung	55	
R _e	Elastizitätsgrenze		

Patentansprüche

1. Richtmaschine (1) zum Planrichten von metallischem Gut (6), insbesondere von Metallbändern und Blechen, das die Richtmaschine (1) in einer Förderrichtung (7) entlang eines Förderwegs durchläuft, wobei

- die Richtmaschine (1) einen oberen Richtwalzensatz (4) mit mehreren oberen Richtwalzen (2), der oberhalb des Förderwegs angeordnet ist, und einen unteren Richtwalzensatz (5) mit mehreren unteren Richtwalzen (3), der unterhalb des Förderwegs gegenüberliegend zu dem oberen Richtwalzensatz (4) angeordnet ist, aufweist,

- die Richtwalzen (2, 3) jeweils eines Richtwalzensatzes (4, 5) sich quer zur Förderrichtung (7) erstreckend und in der Förderrichtung (7) hintereinander folgend angeordnet sind,

- gegenüberliegend zu einem Zwischenraum zwischen nebeneinander liegenden Richtwalzen (2, 3) eines Richtwalzensatzes (4, 5) jeweils eine Richtwalze (3, 2) des jeweils anderen Richtwalzensatzes (5, 4) angeordnet ist,

- das zu richtende Gut (6) auf dem von den Richtwalzen (2, 3) definierten, zwischen dem oberen und unteren Richtwalzensatz (4, 5) verlaufenden Förderweg in der Förderrichtung (7) an den Richtwalzen (2, 3) vorbeiführbar ist, wobei es wechselweise durch die Richtwalzen (2, 3) gebogen wird,

- die Richtmaschine (1) obere und/oder untere Stützrollen (20, 19) aufweist, auf denen Richtwalzen (2, 3) des oberen bzw. unteren Richtwalzensatzes (4, 5) mit ihrer Lauffläche gelagert sind, wobei die Stützrollen (20, 19) in oberen bzw. unteren Stützrollenlagerungen (22, 21) gelagert sind,

- die Richtmaschine (1) obere und/oder untere verstellbare Stützrollenträger (23) aufweist, in denen obere bzw. untere Stützrollen (20, 19) mit oberen bzw. unteren Stützrollenlagerungen (22, 21) gelagert sind,

- wobei jeweils in Förderrichtung (7) hintereinander liegende Stützrollen (19, 20) mit ihren Stützrollenlagerungen (21, 22) gemeinsam in einem verstellbaren Stützrollenträger (23) gelagert sind, und

- die verstellbaren Stützrollenträger (23) mit den von ihnen gelagerten Stützrollen (19, 20) zum Durchbiegen der jeweils darauf gelagerten Richtwalzen (2, 3) durch Anheben und/oder Ab-

senken mittels einer Stützrollenträgerverstell-
einrichtung in einer Stützrollenträgerverstell-
richtung (25) zu dem metallischen Gut (6) oder
weg von dem metallischen Gut (6) verstellbar
sind,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Richtmaschine (1) verstellbare Stützrollen-
träger (23) aufweist, die derart ausgebildet sind,
dass ihr Verstellen mittels Stützrollenträgerver-
stellrichtungen, die als Stützrollenträgernei-
gungsverstellrichtung ausgebildet sind, in ei-
nem von der Senkrechten abweichenden Win-
kel zu dem metallischen Gut (6) durchführbar ist,
- wobei die Stützrollenträgerneigungsverstell-
einrichtungen derart ausgebildet sind, dass
durch ihr Verstellen die Richtwalzen (2, 3) in der
Weise durchbiegbar sind, dass die Größe der
Durchbiegung der Richtwalzen (2, 3) in der För-
derrichtung (7) des metallischen Gutes (6) ab-
nimmt.
- 2. Richtmaschine (1) nach Anspruch 1, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** die Stützrollenträgerneigungs-
verstellrichtungen eine Einlaufstellvorrichtung
(30) umfassen, die zum Anheben und/oder Absen-
ken der zugeordneten verstellbaren Stützrollen-
träger (23) nur im Bereich der Einlaufseite (8) der Richt-
maschine (1) ausgebildet ist.
- 3. Richtmaschine (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
Stützrollenträgerneigungsverstellrichtungen ei-
ne Auslaufstellvorrichtung umfassen, die zum An-
heben und/oder Absenken der zugeordneten ver-
stellbaren Stützrollen Träger (23) nur im Bereich der
Auslaufseite (9) der Richtmaschine (1) ausgebildet
ist.
- 4. Richtmaschine (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie
verstellbare Stützrollen Träger (23) aufweist, die mit-
tels einer Stützrollenträgerneigungsverstellrich-
tung verstellbar sind, wobei die verstellbaren Stütz-
rollen Träger (23) im Bereich der Auslaufseite (9) der
Richtmaschine (1) mittels eines Gelenks (32)
schwenkbar gelagert sind.
- 5. Richtmaschine (1) nach Anspruch 4, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** das Gelenk (32) eine Drehach-
se aufweist, um die der verstellbare Stützrollen Träger
(23) geschwenkt werden kann, wobei die Drehachse
quer zur Förderrichtung (7) und zu dem metallischen
Gut (6), d.h. parallel zu den Längsachsen der Richt-
walzen (2, 3) verläuft.
- 6. Richtmaschine (1) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch**

gekennzeichnet, dass die Stützrollenträgernei-
gungsverstellrichtungen keine Auslaufstellvor-
richtung umfassen, die zum Anheben und/oder Ab-
senken eines zugeordneten verstellbaren Stützrol-
len Trägers (23) im Bereich der Auslaufseite (9) der
Richtmaschine (1) ausgebildet ist, sodass die mittels
der Stützrollenträgerneigungsverstellrichtungen
verstellbaren Stützrollen Träger (23) im Bereich der
Auslaufseite (9) der Richtmaschine (1) mittels des
Gelenks (34) in einer festen Position relativ zu dem
zu richtenden Gut (6) schwenkbar gelagert sind.

- 7. Richtmaschine (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ent-
weder die oberen Richtwalzen (2) keine oder nur
starre, nicht verstellbare Stützrollen (20) und die un-
teren Richtwalzen (3) eine Stützrollenträgernei-
gungsverstellrichtung aufweisen, oder die unte-
ren Richtwalzen (3) keine oder nur starre, nicht ver-
stellbare Stützrollen (19) und die oberen Richtwal-
zen (2) eine Stützrollenträgerneigungsverstellrich-
tung aufweisen.
- 8. Richtmaschine (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie
mindestens eine Stützrollenträgerneigungsverstell-
einrichtung umfasst, die eine Kraftmesseinrichtung
(33) zum Messen der von der zugehörigen Anstell-
vorrichtung (30) auf den zugeordneten verstellbaren
Stützrollen Träger (23) ausgeübten Anstellkraft auf-
weist.
- 9. Richtmaschine (1) nach Anspruch 8, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** sie eine Regeleinrichtung um-
fasst, mit der mittels der Kraftmesseinrichtung (33)
das Anstellen der verstellbaren Stützrollen Träger
(23) mit den Stützrollenträgerneigungsverstellrich-
tungen regelbar ist.
- 10. Richtmaschine (1) nach Anspruch 9, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung zum Re-
geln der Stützrollenträgerneigungsverstellrich-
tungen in der Weise ausgebildet ist, dass eine mini-
male, von der Anstellvorrichtung (30) auf den zuge-
ordneten verstellbaren Stützrollen Träger (23) ausge-
übte Anstellkraft nicht unterschritten wird und/oder
eine maximale, von der Anstellvorrichtung (30) auf
den zugeordneten verstellbaren Stützrollen Träger
(23) ausgeübte Anstellkraft nicht überschritten wird
und/oder dass automatisch eine maximale Planheit
des metallischen Gutes (6) erzielt wird.
- 11. Richtmaschine (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ei-
ne Streck-Biege-Richtmaschine ist.
- 12. Richtmaschine (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie an-

getriebene und/oder geschleppte Richtwalzen (2, 3)
umfasst.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

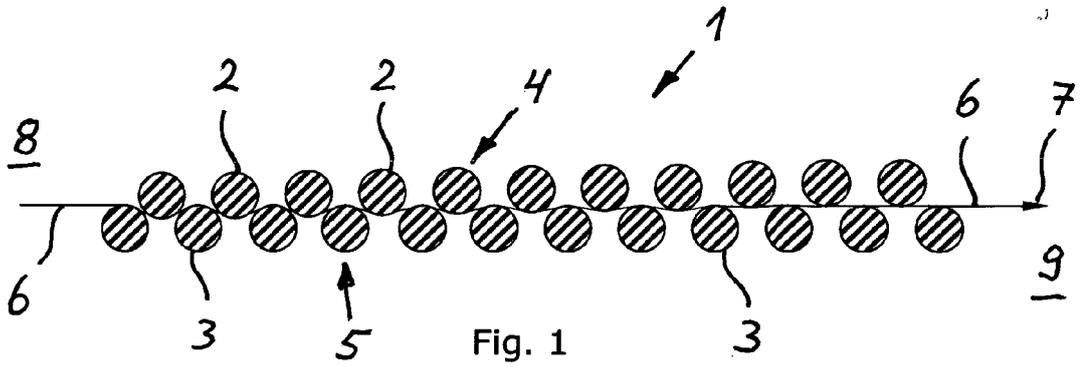


Fig. 1

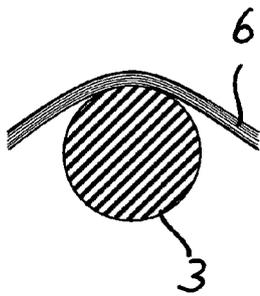


Fig. 2

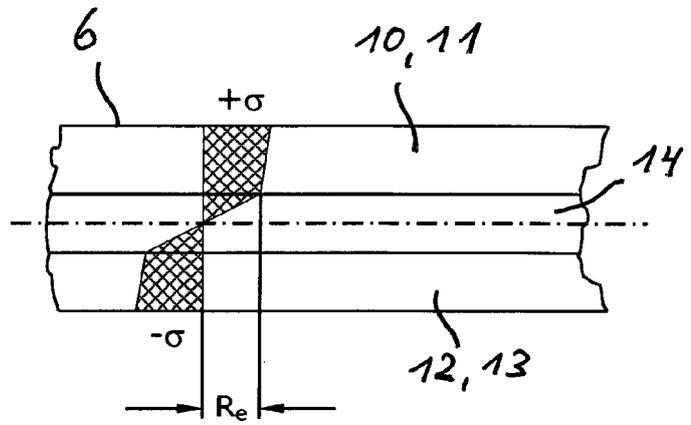


Fig. 3

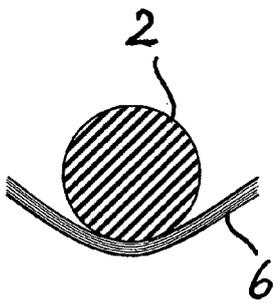


Fig. 4

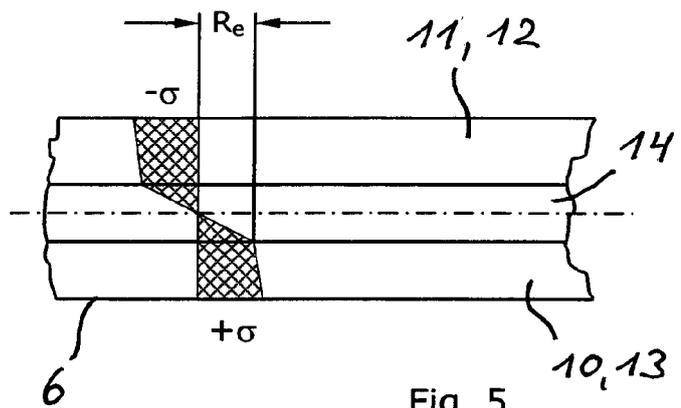


Fig. 5

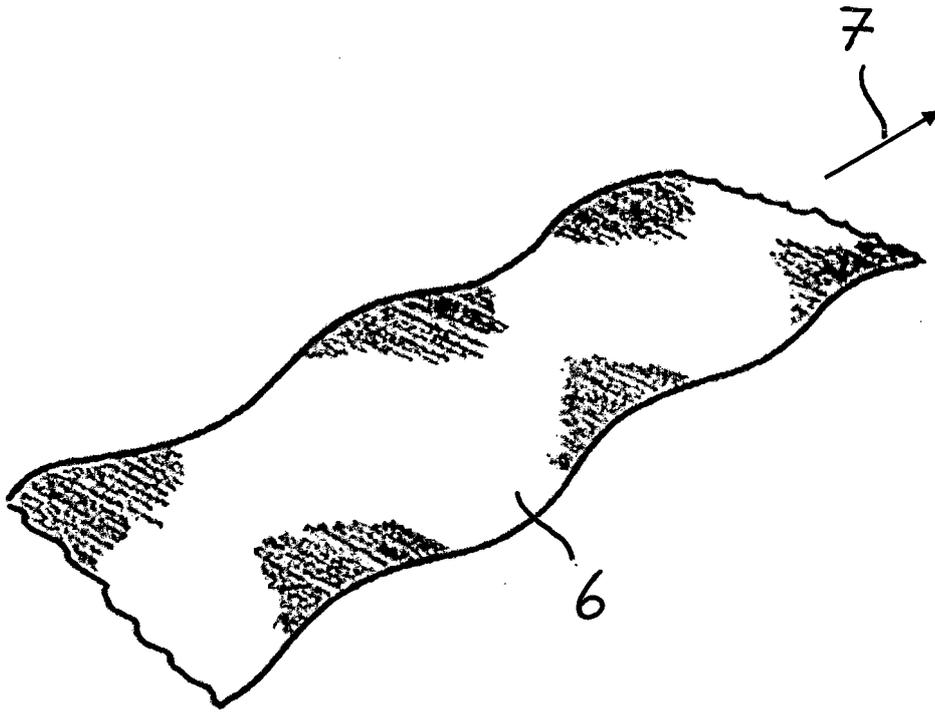


Fig. 6

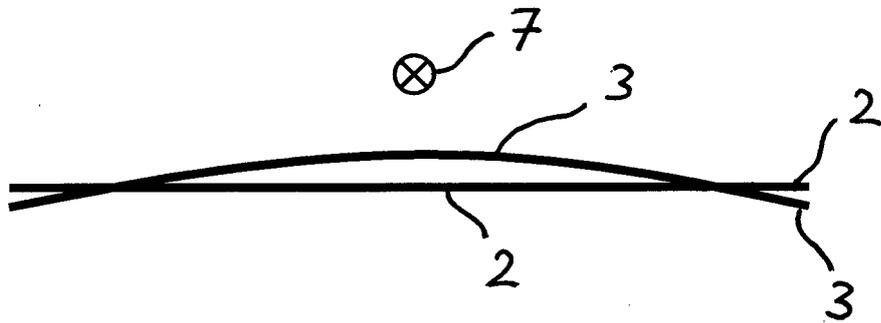


Fig. 7

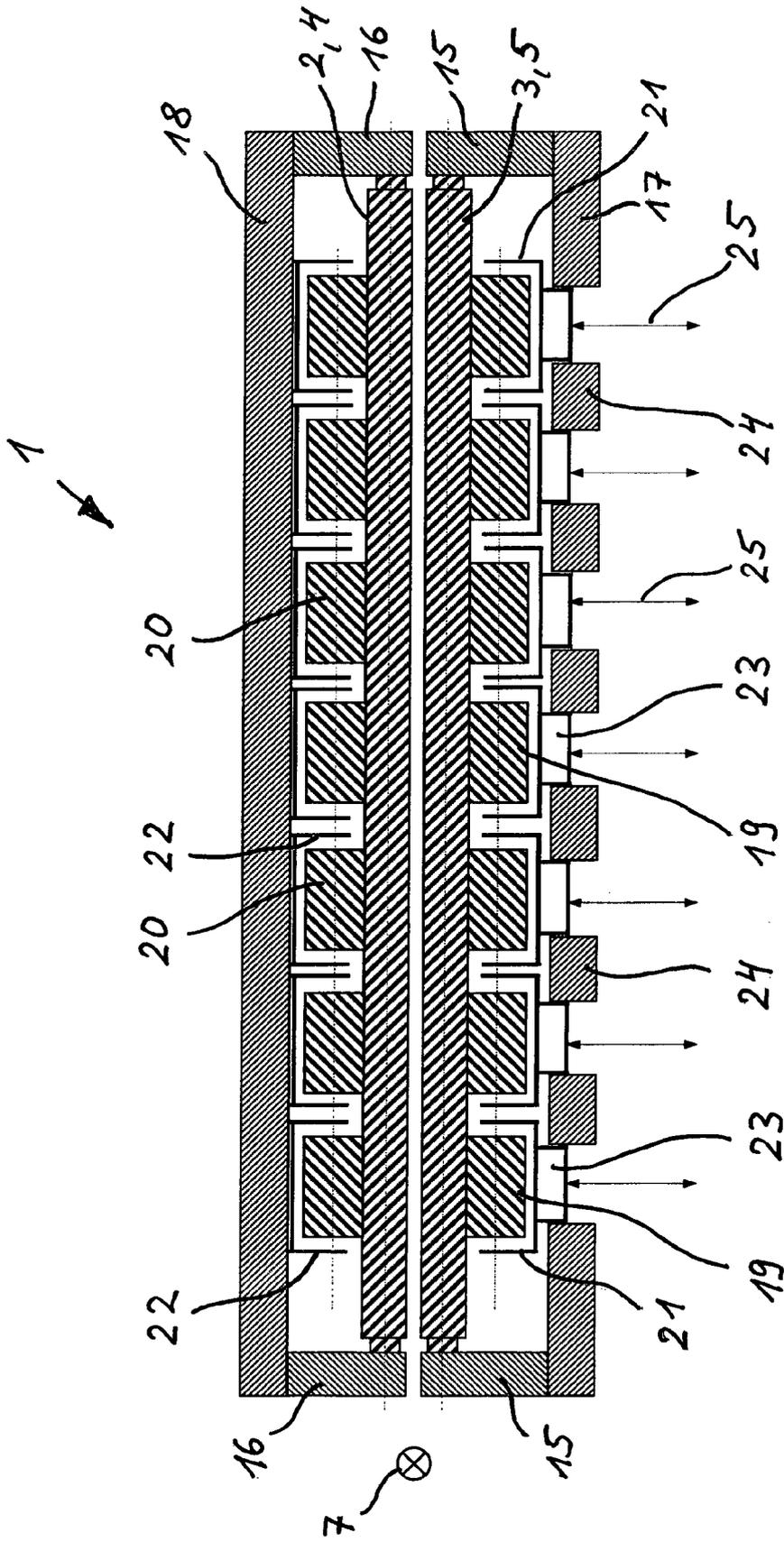
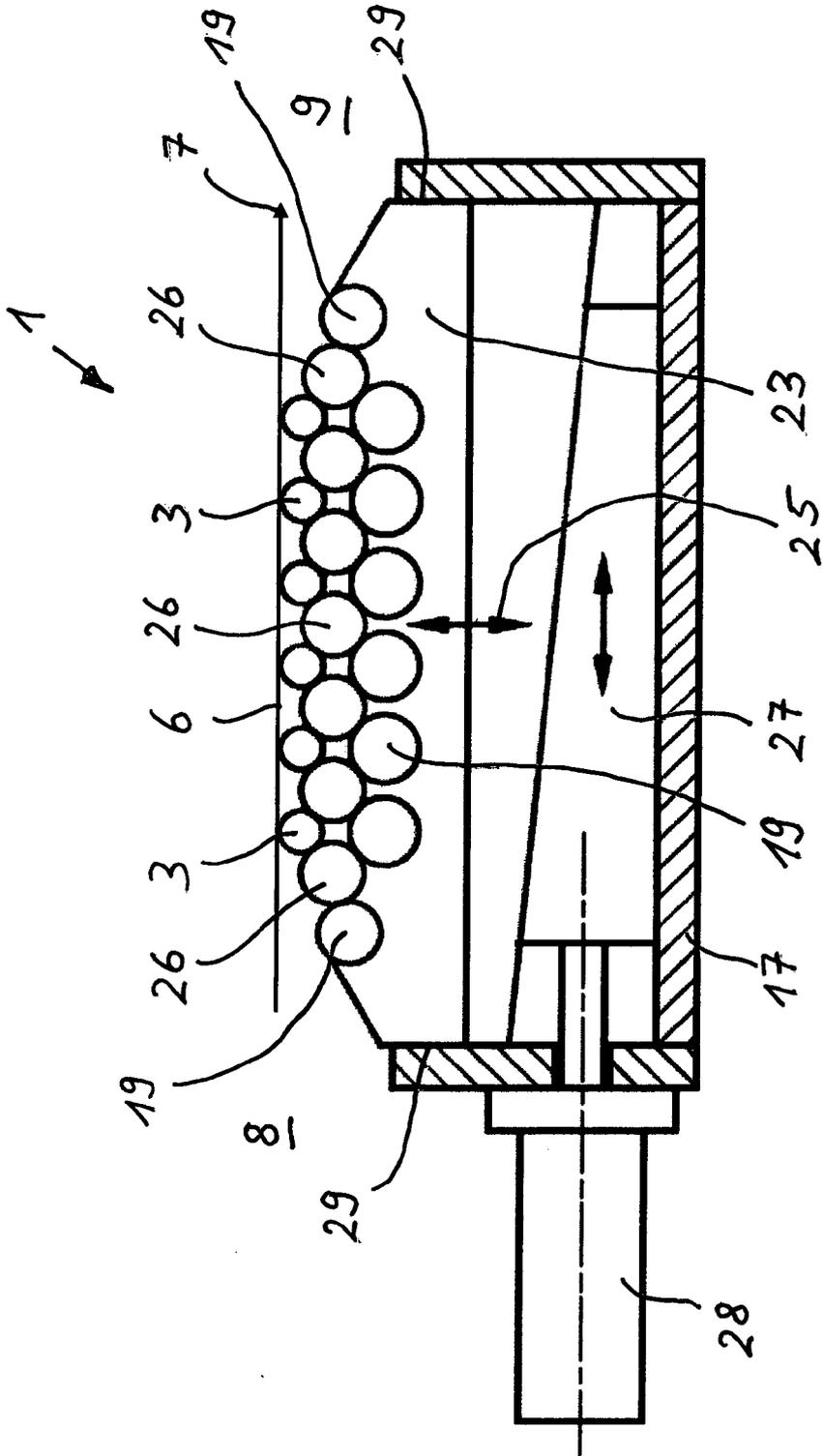


Fig. 8



Stand der Technik

Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 00 4427

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 769 279 B1 (BERGMAN GUIL C [US] ET AL) 3. August 2004 (2004-08-03) * Zusammenfassung; Abbildung 11b *	1-12	INV. B21D1/02
X	US 4 635 458 A (BRADLEE CHARLES R [US]) 13. Januar 1987 (1987-01-13) * Zusammenfassung; Abbildungen 4-8 *	1-12	
X	JP S57 11727 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 21. Januar 1982 (1982-01-21) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-3,7-12	
A		4-6	
X	WO 96/14175 A1 (SELEMA SRL [IT]; COZZI SERAFINO [IT]) 17. Mai 1996 (1996-05-17) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,5 *	1,7,11,12	
A		2-6,8-10	
X	US 2008/011036 A1 (BUTA JOHN R [US]) 17. Januar 2008 (2008-01-17) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		21. Oktober 2013	Cano Palmero, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	
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			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 00 4427

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.

21-10-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6769279 B1	03-08-2004	US 6769279 B1	03-08-2004
		US 6792783 B1	21-09-2004
		US 6848289 B1	01-02-2005
		US 6857301 B1	22-02-2005
		US 6920774 B1	26-07-2005

US 4635458 A	13-01-1987	KEINE	

JP S5711727 A	21-01-1982	KEINE	

WO 9614175 A1	17-05-1996	AT 213182 T	15-02-2002
		AU 1279195 A	31-05-1996
		DE 69429880 D1	21-03-2002
		DE 69429880 T2	28-11-2002
		EP 0790870 A1	27-08-1997
		ES 2171526 T3	16-09-2002
		IT 1271710 B	04-06-1997
		JP H10508539 A	25-08-1998
		US 5855132 A	05-01-1999
		WO 9614175 A1	17-05-1996

US 2008011036 A1	17-01-2008	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 102009012929 B3 [0015]